Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Le Technologiste
Auteur(s)	Malepeyre, M.F.
Titre	Le Technologiste : ou Archives des progrès de l'industrie française et étrangère : ouvrage utile aux manufacturiers, aux fabricants, aux chefs d'ateliers, aux ingénieurs, aux mécaniciens, aux artistes, aux ouvriers, et à toutes les personnes qui s'occupent d'arts industriels
Adresse	Paris : Librairie encyclopédique de Roret, 1840-1897
Collation	60 vol.
Cote	CNAM-BIB P 931
Sujet(s)	Automobiles -- France -- Périodiques Technologie -- 19e siècle -- Périodiques

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	Malepeyre, M.F.
Titre	Le Technologiste : ou Archives des progrès de l'industrie française et étrangère : ouvrage utile aux manufacturiers, aux fabricants, aux chefs d'ateliers, aux ingénieurs, aux mécaniciens, aux artistes, aux ouvriers, et à toutes les personnes qui s'occupent d'arts industriels
Volume	1840. Tome I. Première année
Adresse	Paris : Librairie encyclopédique de Roret, 1840
Collation	1 vol. (604 p., [18] pl. dépl.) : ill., pl. ill. ; 24 cm
Cote	CNAM-BIB P 931 (1)
Sujet(s)	Automobiles -- France -- Périodiques Technologie -- 19e siècle -- Périodiques
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation Transports
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	15/11/2019
Date de génération du PDF	03/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?P931.1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE

TECHNOLOGISTE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIE PARISIENNE
BIBLIOTHÈQUE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ.

8° Ku.32 bis
P931.1

LE

TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE,

OUVRAGE UTILE

AUX MANUFACTURIERS, AUX FABRICANTS, AUX CHEFS D'ATELIERS, AUX INGÉNIEURS, AUX MÉCANICIENS, AUX ARTISTES, AUX OUVRIERS,

Et à toutes les personnes qui s'occupent d'Arts industriels,

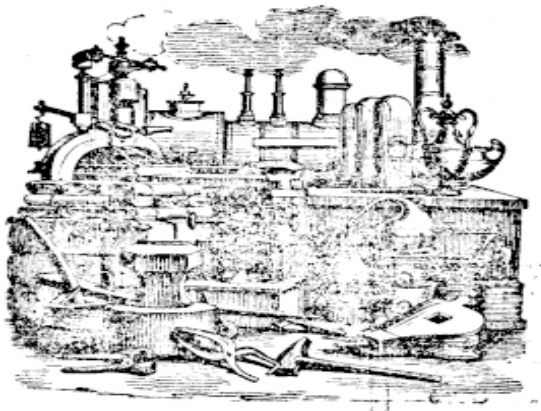
Rédigé

PAR UNE SOCIÉTÉ DE SAVANTS, DE PRATICIENS, D'INDUSTRIELS,

ET PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

M. F. MALEPEYRE.

TOME I. — PREMIÈRE ANNÉE.



8° Ku.32 bis
janv. 1941

PARIS.

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 *bis*.

1840.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Alliages du cuivre et du zinc, Par M. KARSTEN.

Quoique la composition du laiton ait déjà donné lieu à de nombreuses recherches de la part de Chaudet, Cooper, Boucher, Dussaussoy, MM. Berthier, Darcet, etc., il reste encore beaucoup à faire pour connaître toutes les combinaisons que le cuivre peut former avec le zinc; nous croyons donc qu'on accueillera avec plaisir un extrait du résultat des expériences que M. Karsten vient de faire sur ce sujet intéressant, et qu'il a consigné dans le 12e volume des Archives pour la minéralogie et la géognosie.

Les premières expériences de M. Karsten ont eu pour but de rechercher jusqu'à quel point il est permis d'augmenter la quantité du zinc, avant d'atteindre la limite au delà de laquelle l'alliage de cuivre et de zinc cesse de pouvoir être employé utilement comme laiton dans les arts techniques, tels que la fabrication des planches, des fils, etc. Comme ces composés, ainsi que personne ne l'ignore, supposent toujours que le cuivre y entre en plus grande proportion que le zinc, l'auteur s'est d'abord borné aux alliages dans lesquels le cuivre est le métal dominant; et c'est dans ce principe qu'a été entreprise la première série d'expériences dont il va être rendu compte en peu de mots.

1°. 86,3 de cuivre et 13,7 de zinc. Cet alliage se rapproche beaucoup, sous le rapport de la couleur, du tomback; il ne se comporte pas sous le marteau et à la filière aussi bien que le laiton rouge ordinaire, dans lequel le rapport du cuivre au zinc est moindre.

2°. 84 de cuivre et 16 de zinc. Cet alliage se rapproche beaucoup du laiton rouge, et au travail, il se comporte, à fort peu près, de la même manière.

3°. 80,6 de cuivre et 19,4 de zinc. L'alliage commence à prendre une nuance rougeâtre, celle jaune s'affaiblit en même temps. Au marteau et à la filière, ce laiton est d'excellente qualité et irréprochable.

4°. 75,9 de cuivre et 24,1 de zinc, laiton jaune. Cet alliage au travail se comporte comme le laiton ordinaire.

5°. 73,8 de cuivre et 26,2 de zinc. De même que le précédent.

6°. 67,5 de cuivre et 32,5 de zinc. La couleur n'est plus le jaune de laiton, mais tire au rougeâtre. Excellent pour le travail.

7°. 59 de cuivre et 41 de zinc, jaune rougeâtre. Cet alliage est moins bon pour le travail que le laiton ordinaire. Sous le laminoir, il s'y manifeste des gerçures sur les bords, et à la filière il rompt quelquefois. Il fond avec une si grande facilité qu'on ne peut le souder à la soudure ou paillon des orfévres.

8°. 52 de cuivre et 48 de zinc. Alliage presque jaune d'or très-dur et très-cassant, et impropre, par conséquent, à la fabrication des planches et des fils, mais utile pour les objets de fonte.

Il résulte de ces expériences pour la pratique des arts, que les alliages de cuivre et de zinc ne possèdent la fermeté et la ductilité nécessaires pour le travail au laminoir, au marteau ou à la filière, que quand 1 partie en poids de zinc au plus est alliée à 2 parties également en poids de cuivre; ou en d'autres termes, quand sur 100 parties on allie 66,5 de cuivre à 33,5 de zinc.

Un phénomène remarquable, c'est que la couleur rouge n'est pas toujours une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquence d'une plus grande quantité de cuivre dans l'alliage ; ainsi, par exemple, un mélange de 50 de cuivre et 50 de zinc est d'une couleur infiniment plus sombre et se rapprochant plus du rouge que celle d'un autre composé de 80 de cuivre et 20 de zinc.

La seconde série des expériences de M. Karsten a eu pour but de connaître les alliages de cuivre et de zinc dans lesquels ce dernier métal vient à dominer. En voici le résumé :

1°. 46,5 de cuivre et 53,5 de zinc. Alliage blanc rougeâtre, cassure rayée, encore assez ferme, mais si cassant qu'il est impossible, quelle que soit sa température, de le laminer ou de l'étendre pour les besoins des arts.

2°. 44 de cuivre et 56 de zinc. Alliage cassant au plus haut degré, blanc, passant au jaunâtre ; cassure parfaitement conchoïde et unie.

3°. 35,3 de cuivre et 64,3 de zinc. Alliage toujours cassant, blanc bleuâtre, à cassure unie, plate et non conchoïde.

4°. 24,8 de cuivre et 75,2 de zinc. Alliage gris de plomb pur, cassant, à cassure granulée inégale.

5°. 21 de cuivre et 79 de zinc. A fort peu près semblable au précédent.

6°. 14,7 de cuivre et 85,3 de zinc. Cet alliage ne diffère des nos 4 et 5, qu'en ce qu'on y remarque à la place d'une texture compacte une texture finement grenue. Sous le marteau, il est très-friable et cassant.

7°. 11,25 de cuivre et 88,75 de zinc. Mêmes caractères que le précédent.

8°. 9,5 de cuivre et 90,5 de zinc. Alliage gris de plomb foncé. Quant à la ductilité, on peut l'étendre un peu sous le laminoir et au marteau lorsqu'on le chauffe au rouge et qu'il n'est pas encore entièrement refroidi. Néanmoins, on y remarque promptement, tant sur les bords qu'au milieu, des gerçures qui augmentent à mesure qu'on l'étend.

Purification du cuivre.

Par M. L. Thompson.

Le cuivre est généralement souillé par les matières étrangères qui font partie de son minerai. Ces matières sont principalement le fer, le plomb, l'arsenic, le soufre et l'antimoine ; le charbon y entre aussi quelquefois pendant les opérations de réduction. La quantité de ces impuretés peut varier de 2 à 7 pour cent, et elle diminue considérablement la ductilité et la malléabilité du métal. Un demi pour cent d'arsenic, de soufre, ou d'antimoine rend déjà le cuivre cassant sous le marteau, et avec un pour cent cet effet est très-marqué. Le plomb et le fer ont une action moins nuisible, mais dans la proportion de 2 pour cent ; ils altèrent matériellement la couleur et la texture, et l'alliage au polissage a un aspect rude, terne et est sans homogénéité. Une très-faible quantité de charbon rend le cuivre cassant et lui donne une cassure grisâtre et inégale.

Le cuivre de Suède est exempt la plupart du temps de ces impuretés, et c'est celui qu'on emploie de préférence pour faire les diverses espèces de laiton ; mais voici une méthode aussi économique que sûre pour purifier le cuivre, et qui, par sa simplicité, n'exige pas de soin particulier de la part des ouvriers. On mêle ensemble :

Cuivre impur.	100 parties.
Ecailles de cuivre. . . .	10
Verre à bouteille en poudre ou tout autre flux.	10

On chauffe le tout dans un creuset couvert et on maintient le cuivre en état de fusion pendant 20 minutes ou une demi-heure. Au bout de ce temps, on trouve le cuivre rassemblé en culot au fond du creuset à l'état tout à fait pur. La quantité d'écailles de cuivre varie en proportion des impuretés du cuivre sur lequel on opère, mais les proportions ci-dessus réussissent bien avec le cuivre anglais, qui est généralement assez impur.

L'explication de ce procédé est simple ; les impuretés contenues dans le cuivre et consistant, comme on a vu, en fer, plomb, arsenic, etc., se combinent avec l'oxigène contenu dans les écailles de cuivre et forment des oxides ou des acides, qui sont dissous par le flux ou s'échappent sous forme gazeuse en laissant du cuivre pur résultant tant du cuivre impur que des écailles réduites ; aussi ce cuivre excède-t-il en poids celui du métal impur de 1 à 1 et demi pour cent.

On obtient de cette manière du cuivre pur avec du laiton, du métal de cloche, de l'alliage des canons et d'autres alliages contenant depuis 4 jusqu'à 30 pour cent de fer, de plomb, d'antimoine, d'étain, de bismuth, d'arsenic, etc.

Dans le principe, je me servais de l'oxide de cuivre obtenu avec l'acétate ou le sulfate de ce métal, et j'avais proposé de faire usage dans la pratique de quelque oxide natif d'une pureté suffisante, tel que la malachite ; mais M. Aikin m'a signalé les écailles de cuivre comme la matière la plus abondante pour obtenir à bon marché du cuivre oxidé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attendu qu'on les produit en très-grande quantité dans toutes les usines où on fabrique le cuivre. Ces écailles m'ont constamment fourni de bons résultats.

Nouveaux alliages de zinc.

Il paraît qu'on a commencé à introduire depuis peu de temps, dans les arts, de nouveaux alliages de zinc avec d'autres métaux auxquels on a reconnu de nombreux avantages. Les proportions des métaux dans les alliages auxquels on a trouvé, après des expériences qu'on dit fort étendues, les propriétés les plus utiles, sont les suivantes :

N° 1.		
Zinc.	90 parties.	100
Cuivre. . . .	8	
Fonte. . . .	1	
Plomb. . . .	1	
N° 2.		
Zinc.	91	100
Cuivre. . . .	8	
Plomb. . . .	1	
N° 3.		
Zinc	92	100
Cuivre. . . .	8	
N° 4.		
Zinc.	99	100
Cuivre. . . .	1	
N° 5.		
Zinc.	97	100
Cuivre. . . .	2.5	
Fonte. . . .	0,5	
N° 6.		
Zinc.	97	100
Cuivre. . . .	3	
N° 7.		
Zinc.	99,5	100
Fonte. . . .	0,5	
N° 8.		
Zinc.	91,5	100
Cuivre. . . .	8	
Fonte. . . .	0.5	

Les proportions indiquées pour les métaux peuvent être légèrement modifiées tant que les modifications ne rendent pas les alliages trop cassants ou trop mous. Par exemple, la proportion du cuivre peut varier de 1 à 12 pour cent; mais toute addition de cuivre, supérieure à 12 pour cent et moindre que celle du laiton, rendrait l'alliage cassant (1).

(1) Les expériences ci-dessus de M. Karsten font voir que l'alliage du zinc et du cuivre dans la dernière proportion est déjà friable et cassant.

La proportion de la fonte oscille entre 0,25 et 2 pour cent.

La proportion du plomb peut varier de 1 à 20 pour cent; mais la présence d'un 3e métal est nécessaire pour produire une combinaison convenable entre le zinc et le plomb.

Au lieu de cuivre pur ou des autres métaux qu'on veut allier, on peut se servir de laiton ou de tout autre alliage; mais auparavant il convient de s'assurer par une analyse de la proportion des métaux qui entrent dans leur composition, afin de régler en conséquence celle des nouveaux alliages.

Le but principal de cette addition de cuivre, de fonte ou de plomb en petite proportion à une grande quantité de zinc est de changer le mode de cristallisation de celui-ci après qu'il a été fondu et refroidi.

Les nouveaux alliages sont d'une texture plus serrée, plus homogène et plus malléables que le zinc et quelques espèces de fer; ils sont moins sujets à l'oxidation, d'un grain beaucoup plus fin que le zinc et ressemblant à celui de l'acier, surtout quand ces alliages ont été passés au laminoir; on peut aussi les limer beaucoup plus aisément que le cuivre, le zinc ou le laiton, et la limaille ne graisse pas et n'empâte pas la lime.

En coulant les nouveaux alliages dans des moules métalliques, on augmente leur dureté et leur homogénéité; on leur procûre aussi de cette manière une sorte de trempe qui ressemble ou qui approche de celle de l'acier.

Afin de rendre ces alliages, qui sont d'une couleur gris argent, propres à être substitués au cuivre, au bronze et au laiton ou autres métaux, il convient de leur donner la couleur des métaux qu'ils sont destinés à remplacer au moyen d'une solution quelconque de cuivre. L'hydrochlorate de cuivre est le sel qui réussit le mieux.

1° On donne aux alliages une couleur de bronze noirâtre en les traitant par une solution de sel de cuivre dissous dans une très-grande quantité d'eau, et en ajoutant quelques gouttes d'acide nitrique.

2° Pour donner une couleur rouge de cuivre, on ajoute à la solution de sel cuivrique de l'ammoniaque liquide et une petite quantité d'acide acétique; le sel de cuivre peut être dissous dans l'ammoniaque.

3° On parvient à procurer aux alliages une couleur de laiton ou de bronze antique par les 3 moyens ci-après : *a*) une solution de cuivre avec un peu d'acide acétique; *b*) le moyen décrit pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtenir la couleur cuivre, mais avec une plus grande proportion d'ammoniaque; *c*) de l'eau acidulée avec de l'acide nitrique, qui produit de beaux reflets bleuâtres. Il est bon d'observer toutefois que ce dernier moyen ne réussit qu'avec les alliages qui contiennent une partie de cuivre.

Dans ces divers procédés de coloration, on peut substituer à l'ammoniaque liquide un sel ammoniacal. La quantité de chacun des ingrédients n'a pas été rigoureusement établie, attendu qu'elle dépend de la nature des alliages, de la couleur ou de la nuance qu'on désire et de la durée qu'on veut donner à celle-ci.

La couleur bronze noirâtre peut servir à couvrir celle rouge ou de cuivre et produire ainsi de beaux reflets dans les portions en saillie de la pièce bronzée, ou sur les parties où l'on enlève la couleur bronze.

Ces nouveaux alliages peuvent remplacer divers métaux, d'un usage général aujourd'hui, tels que le fer dans différentes parties des machines; le fer, le plomb, l'étain et le cuivre pour la fabrication des tubes et des tuyaux; le bronze, le laiton et le cuivre, dans une foule de pièces de mécanique et d'objets employés dans les usines et les manufactures, et enfin dans une foule de circonstances où on fait usage de métaux d'un prix plus élevé.

Procédé pour préserver de l'oxidation et colorer les métaux.

Par MM. Elkington et Barratt, de Birmingham.

Le moyen dont les inventeurs font usage pour préserver les métaux de l'oxidation a de l'analogie avec celui annoncé en France depuis quelque temps d'une manière si pompeuse, quoiqu'il fût connu depuis longtemps dans beaucoup d'ateliers, en ce que c'est aussi le zinc qui est le métal préservateur; mais il en diffère par les procédés pour appliquer ce métal en couche unie sur les pièces qu'on veut garantir.

Pour recouvrir d'une couche de zinc le cuivre et le laiton, on verse dans un vase de terre sept parties en poids d'acide chlorhydrique ou muriatique (pesanteur spécifique 1,16), on l'étend de cent parties également en poids d'eau, et on y ajoute quatre parties de zinc en poudre ou en morceaux. Ces ingrédients sont abandonnés au repos pendant 24 heures ou jusqu'à ce qu'il cesse d'y avoir réaction entre l'acide et le zinc; alors la solution ainsi obtenue est versée dans un vase convenable, où on la fait bouillir en y ajoutant une certaine quantité de zinc en poudre ou en petits copeaux. Lorsque la solution est bouillante, on y plonge les pièces qu'il s'agit de zinguer en les mettant en contact avec le zinc métallique, afin qu'elles s'en recouvrent plus promptement. Alors on les enlève ou on les lave à l'eau pure et on les fait sécher.

Si les articles, quand on veut faire usage de cette solution de zinc, étaient de fer ou d'acier, il faudrait préalablement les couvrir d'une couche de cuivre, ce qui s'opère de la manière suivante :

Ces articles sont d'abord nettoyés, puis décapés dans de l'acide sulfurique étendu, composé d'une partie d'acide mélangée à 16 parties d'eau. On prépare ensuite une solution de sulfate de cuivre ou vitriol bleu, et on plonge à froid le fer dans cette solution pendant quelques secondes au bout desquelles on l'enlève et on le lave dans l'eau. Cette opération se répète une, deux et trois fois et jusqu'à ce qu'on trouve que le fer est parfaitement couvert. Il faut avoir soin néanmoins de ne pas laisser trop longtemps dans la solution de cuivre, attendu que le cuivre qui se précipiterait alors sur les surfaces n'y serait pas adhérent.

Si on désire appliquer une couche épaisse de zinc, on répète le procédé du cuivrage et du zincage.

On a trouvé aussi que si les articles, soit en cuivre, soit en fer revêtu de cuivre, sont introduits dans une solution étendue de nitrate de mercure, puis bouillis derechef dans la solution zincique, on obtenait le même effet qu'en répétant à plusieurs reprises l'opération précédente.

Toute autre solution d'un sel de cuivre, du nitrate par exemple, peut être substituée à celle du sulfate et réussit également bien.

Voici encore un autre procédé. Prenez de l'acide muriatique étendu, dans le rapport en poids de 1 d'acide (pesant. spécif. 1,16) et 30 parties d'eau, et introduisez dans le mélange une certaine quantité de zinc en poudre ou en copeaux. Plaçant alors les pièces en fer dans le bain, laissez-les en contact avec le zinc pendant 2, 3, 4 ou 5 minutes, ou jusqu'à ce qu'elles soient convenablement couvertes; alors enlevez, lavez et séchez comme précédemment.

Divers métaux ou alliages comme le fer, l'acier, le cuivre, le laiton, etc., peuvent aussi être zingués avec l'amalgame de zinc, et quoique cette opération puisse s'exécuter dans des proportions quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conques des métaux entre eux, on a trouvé néanmoins que six ou sept parties de zinc avec une partie de mercure était le rapport entre eux qui réussissait le mieux. Ces derniers sont convertis en amalgame par la chaleur ou en les agitant lorsqu'on les a mis en contact avec de l'acide muriatique étendu ou tout autre acide convenable ; le zinc étant préalablement réduit en grains ou en petits morceaux. A ce zinc amalgamé, lorsque l'opération s'est effectuée à l'aide de la chaleur, on ajoute comme auparavant un acide étendu; puis on introduit dans la solution les articles, qu'il est nécessaire d'y agiter de temps à autre.

Au lieu d'employer de l'acide muriatique, on peut faire usage du muriate ou du sulfate d'ammoniaque dans la proportion de 1 de sel sur 30 d'eau ou à peu près, et se servir de tous autres acides, l'acide acétique par exemple, avec cette seule condition, de les employer à peu près de la même force que l'acide muriatique.

Il est préférable de faire usage de ces solutions à l'état bouillant ; l'effet qu'on en obtient ainsi est plus rapide, mais le procédé dans lequel on se sert d'acide seul peut être exécuté avec succès à froid.

On peut se servir d'un amalgame de zinc en état de fusion, pour quelques articles, cas dans lequel, surtout s'ils sont en fer, ils exigent un décapage soigné et qu'on les plonge dans une solution de muriate d'ammoniaque, afin de produire une adhésion parfaite de l'amalgame.

On peut faire usage des oxides des métaux aussi bien que des métaux eux-mêmes, ou des uns et des autres conjointement. Par exemple, on peut préparer une solution de zinc avec l'oxide de ce métal, au lieu de se servir du métal lui-même, et de même avec les oxides de mercure.

Voici le procédé de coloration des métaux.

Pour colorer le fer et l'acier de manière à imiter le laiton, on commence par couvrir de cuivre les pièces de fer ou d'acier avec la solution cuivreuse, ainsi qu'il a été expliqué précédemment, puis on les fait bouillir dans une solution saturée de zinc, avec excès de zinc, jusqu'à ce qu'elles en soient parfaitement couvertes ; on les enlève alors, on les fait sécher dans de la sciure de bois, puis on les expose à la chaleur dans un four clos jusqu'à ce qu'on obtienne la couleur désirée, ce à quoi on parvient aisément en examinant de temps à autre les pièces pendant la marche de l'opération. Ces pièces sont ensuite décapées dans un acide étendu, lavées à l'eau et séchées.

On a depuis longtemps fait usage d'un procédé qu'on désigne par le mot de *similoriser* pour colorer le cuivre et le laiton, et qui consiste à obtenir sur leur surface une couche mince de zinc, puis à soumettre les places ainsi couvertes à l'action du feu jusqu'à ce qu'on obtienne un couleur qui approche de celle de l'or; mais l'objet de l'invention de M. Elkington et Barratt, relativement au cuivre et au laiton, est principalement de donner à ces métaux une bonne couche de zinc, propre à les garantir de l'oxidation. Ils ont cherché à éviter l'emploi du feu parce qu'il nuit constamment à la couche superficielle de zinc.

Nouvelles compositions d'étain.

Par M. LAMPADIUS.

1° Afin de donner plus d'éclat à l'étain, et en même temps pour augmenter sa dureté, M. Lampadius propose de l'allier dans le rapport de 93 parties en poids à 2 parties d'argentan ou packfong (alliage de cuivre, zinc et nickel); ce chimiste a donné à cet alliage le nom d'*étain brillant* (*glanzzinn*), et on en fabrique aujourd'hui par la fonte, à Freyberg, des vases et des objets d'économie domestique de toute espèce qui se distinguent par leur éclat parfait.

La fonte de cet alliage exige un tour de main particulier, et jusqu'ici il a été impossible de l'étendre au marteau.

2° Une addition de 1 pour 100 de mercure à 99 parties d'étain, donne encore à ce métal un haut degré de *blancheur* et un grand éclat. Quoique cette faible dose de mercure soit combinée si intimement avec l'étain, qu'en soumettant la composition à la fusion il ne se dégage pas de vapeur mercurielle, M. Lampadius a hésité jusqu'ici à conseiller cette addition dans l'art du potier d'étain, à cause de son insalubrité pour les ouvriers et dans son emploi, au moins quand on l'applique aux vases destinés à l'économie domestique. Il a nommé cette composition *étain blanc* (*weisszinn*) à cause de son caractère particulier.

Galvanisation du fer.

Quels que soient les doutes qui se sont élevés dans le public sur l'efficacité du zinc pour préserver le fer de l'oxidation, ainsi que sur la durée des pièces dites galvanisées, et enfin sur le mérite ou la nouveauté de l'invention, nous allons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire connaître les derniers perfectionnements apportés dans cette branche d'industrie, en passant sous silence les anciens procédés aujourd'hui bien connus.

Le fer qu'on se propose de recouvrir de zinc est plongé, comme précédemment, dans un bain d'eau acidulée, puis récuré, afin d'en enlever l'oxide et toute les matières étrangères qui peuvent adhérer à sa surface.

Lorsqu'on ne juge pas à propos de donner immédiatement au fer sa couverture en zinc, on le dépose, aussitôt qu'il sort de l'eau acidulée, dans de l'eau de chaux ou toute autre solution alcaline.

Lorsqu'on préparait jadis le bain de zinc dans lequel les objets en fer doivent être plongés, on le couvrait avec du sel ammoniac; aujourd'hui on emploie pour cet objet, avec succès, de la résine et du carbonate de soude, ou tout autre flux blanc ou noir capable de préserver le zinc de l'oxidation.

Le zinc n'était d'abord appliqué qu'à l'état de fusion ou bien réduit en poudre, ou mélangé à une peinture; mais à présent on l'applique plus fréquemment en poudre qu'on prépare de la manière suivante :

Le zinc est placé dans un fourneau à réverbère, ou l'on lute avec soin toutes les ouvertures qui pourraient donner accès à l'air, et on porte peu à peu le zinc fondu jusqu'à une température voisine du rouge. Alors on ouvre la porte de travail du fourneau, on écume le bain de zinc, puis on y jette le 10e de son poids de limaille de fer forgé (non pas de fonte) humecté avec de l'acide muriatique, auquel on a ajouté un peu de sel ammoniac, en ayant soin d'agiter pendant tout le temps. Après l'introduction de la limaille, la surface du zinc doit être recouverte avec du charbon en poudre fine, et la température portée au rouge cerise ou à peu près; cette température est celle à laquelle il faut maintenir le zinc pendant une heure en l'agitant de temps à autre avec un ringard. Le métal est alors versé dans une auge en brique, en terre ou en fonte, et préservé, avec un couvercle de fonte, du contact de l'atmosphère; on l'agite au moyen d'une verge ou spatule en fer qui passe par une ouverture percée dans le couvercle, jusqu'à ce que, par le refroidissement, il devienne assez solide pour pouvoir ne plus être remué. Lorsqu'il est complétement froid, on le réduit en poudre, et plus il est friable et mieux l'opération a réussi.

La poudre qu'on obtient ainsi peut, assure-t-on, servir à préserver de l'oxidation le cuivre, le fer, l'acier poli et limé, tels que les pièces d'horlogerie, de taillanderie, de quincaillerie et autres, en couvrant seulement ces pièces avec cette poudre, quoiqu'elles soient exposées à l'humidité.

Le zinc peut être appliqué au moyen d'une peinture ou d'un enduit de la manière suivante :

La poudre de zinc est mélangée avec une des substances onctueuses généralement employées pour la peinture et les vernis. Les substances qui ont donné les meilleurs résultats sont celles qui sont, dit-on, conductrices du fluide galvanique; de là le nom de *peinture galvanique* qui a été appliqué à cet enduit. On prépare une très-bonne peinture de ce genre, avec l'huile distillée des résidus et goudrons des usines à gaz, à laquelle on ajoute ¼ d'essence de térébenthine. On peut employer aussi les peintures à l'huile, mais elles sont plus dispendieuses. L'huile de lin s'emploie comme pour les peintures ordinaires; toutefois elle n'est pas aussi favorable à l'action galvanique. On peut ajouter de la céruse à la peinture pour lui donner un peu de consistance. Les proportions des matières dans cette peinture dépendent des substances avec lesquelles la poudre de zinc est mélangée, ainsi que de l'usage auquel cette peinture est appliquée.

Avec ce même zinc en poudre on peut préparer une pâte qui, en en frottant le cuivre, l'acier, le fer limé ou poli, les préservera efficacement. Cette pâte se fait avec de la cire fondue à laquelle on ajoute dix fois son poids de zinc en poudre et environ un 50e de suif ou d'huile.

Pour préserver les petits articles polis en métal, on emploie du papier de zinc qui se fabrique en mélangeant de la poudre de zinc très-finement pulvérisée à la pâte de papier, pendant sa fabrication, ou en saupoudrant avec cette poudre du papier ordinaire préalablement couvert avec quelque substance adhésive, telle que la gomme, la colle de pâte; en exceptant toutefois la colle animale qui a une disposition à faire rouiller le fer.

Après que le cuivre et le fer ont été zingués suivant les procédés indiqués jusqu'ici, on peut encore les protéger plus efficacement en les récurant avec du sablon humide, puis en les humectant avec un chiffon trempé dans une solution de sel ammoniac. Il se forme ainsi, à ce qu'on assure, un muriate de zinc semblable, sous le rapport de l'adhérence, à un vernis solide. Cette addition est utile surtout pour les armes à feu, les articles en acier limé et poli, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le zinc dont on fait usage dans les opérations au bain de zinc, doit être parfaitement pur, et si on le fait fondre dans des creusets de terre, ces creusets doivent être, surtout si les objets ne sont pas d'un grand volume, renfermés dans d'autres creusets de fer ou de fonte, en remplissant l'intervalle entre les deux creusets avec du sable fin ou du plomb. Le zinc fondu est alors recouvert de son flux; mais pour s'opposer à ce que ce flux salisse les articles en y adhérant au moment où on les enlève du zinc fondu, on y mêle quelque substance terreuse, tels que du gravier, du sable calcaire, de la craie en morceaux ou en poudre, etc.

Après que les pièces sont bien recouvertes d'une couche de zinc, on les polit. D'abord il faut faire disparaître toutes les inégalités qu'on remarque dans la couche de zinc. On emploie pour cela des limes et des grattoirs. Ensuite on fait usage de pierre-ponce, de grès, de papier d'émery, puis on termine le poli comme pour les autres métaux. Il est important de ne pas se servir de corps grossiers pour unir la couche et donner le poli; le cuir, le liége, le chiffon ou autres substances semblables, sont celles qu'il convient d'employer; sans cette précaution le zinc pourrait être enlevé par places.

Il est nécessaire de faire observer que pour que le poli réussisse, il faut que les articles n'aient pas été polis déjà avant le zincage.

Si ce sont des boulets de canon ou autres gros articles qu'il s'agit de couvrir de zinc, pour les préserver de l'oxidation, il faut les chauffer dans un four à réverbère ou autre avant de les zinguer. Les vis ou autres objets où l'on ne veut pas faire prendre le zinc, sont recouverts d'une légère couche d'argile, et quand il y a des cavités ou des trous, on les bouche avec des chevilles ou des pièces de bois.

Quand on désire que les objets possèdent une couleur grise particulière, différente de celle du zinc, il faut les plonger dans du zinc fondu porté au rouge, ou bien après les avoir plongés dans du zinc à une température moins élevée, les chauffer jusqu'au rouge dans un four à réverbère.

On a trouvé qu'il résultait un grand dommage du contact du zinc en fusion avec le fer ou la fonte des creusets; en effet, il se forme promptement un alliage de zinc et de fer qui altère tellement le fer qu'il devient à peu près sans usage; les creusets sont perforés en peu de jours et mis hors de service.

Pour obvier à cet inconvénient, on fond une grande quantité de plomb dans les creusets de fer ou de fonte, et on n'y ajoute qu'une faible quantité de zinc. Ce zinc étant plus léger que le plomb, et ne se combinant pas en quantité sensible avec ce métal, reste constamment à la surface; alors on garnit le creuset à l'intérieur d'un anneau de fer qui descend jusqu'au bain de plomb, et pour empêcher le zinc de pénétrer entre les parois du creuset et l'anneau de fer; on garnit cet espace avec de l'argile; le zinc dès lors n'attaque plus que l'anneau, qu'on peut aisément remplacer quand il est hors de service.

La meilleure méthode pour chauffer les creusets consiste à les entourer de coke ou de charbon de bois.

Pour préserver les clous et autres articles du même genre, on les place d'abord dans un panier en fil de fer ou dans un vaisseau de forme quelconque percé de trous. Ce panier ou vaisseau est alors plongé dans le zinc liquéfié, et le bain de métal couvert avec une couche de sel ammoniaque. Le panier étant enlevé du bain, est secoué avec soin, afin d'en détacher l'excès du zinc qu'il pourrait retenir, puis aussitôt jeté dans l'eau ou dans tout autre liquide, pourvu qu'il soit tel qu'il n'attaque pas le sel ammoniac.

Il est fort important de saisir le moment opportun pour plonger les objets dans l'eau; le tact, à cet égard, ne s'acquiert que par la pratique.

Un cylindre percé de trous ou toute autre machine du même genre tournant sur un axe, peut être employé pour finir les clous ou autres articles semblables. Aussitôt qu'ils sortent du bain, on les jette dans cette machine; on fait tourner celle-ci sur son axe, en la chauffant à un degré de chaleur suffisant pour empêcher toute quantité superflue de zinc d'adhérer dans les trous ou cavités.

Dans la méthode de préservation spécifiée ci-dessus, le zinc et les alliages de zinc ne sont appliqués qu'en poudre, en peinture ou en pâte. Voici maintenant comment les plaques solides de zinc peuvent être combinées avec d'autres métaux pour les préserver de l'oxidation, ou en d'autres termes, comment le cuivre, le fer et les autres métaux peuvent être plaqués en zinc.

Le cuivre, le fer ou autres métaux ayant été préalablement décapés suivant les moyens indiqués plus haut; les articles sont recouverts d'une feuille mince de zinc bien saupoudrée de sel ammoniac, et les deux feuilles sont passées ensemble sous des cylindres chauffés; à leur sor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tie on les reçoit dans l'eau dans un état parfait de combinaison.

On peut, pour préserver les métaux, employer des alliages composés de zinc et d'étain, ou de plomb, ou de bismuth, ou de mercure, en fondant l'un quelconque de ces métaux dans un creuset avec le zinc, et en plongeant les objets qu'il s'agit de travailler, dans ces bains d'alliage. Lorsque la combinaison commence, on jette sur le bain un peu de sel ammoniac, on laisse le mélange s'opérer à un feu doux, puis lorsque l'article est préparé, on le plonge, quand il est encore chaud, dans l'eau froide.

Gaz qui se dégagent des hauts fourneaux, par le docteur R. de Bunzen.

M. le docteur R. de Bunzen, directeur des mines du grand-duché de Hesse, vient de publier les résultats qu'il a obtenus dans des recherches qui paraissent importantes tant pour la théorie que dans la pratique des hauts fourneaux. Ces recherches ont eu pour but de déterminer la nature des gaz qui se forment dans la cuve des hauts fourneaux. Voici en quels termes l'auteur a fait connaître ces résultats:

« J'ai recueilli, dit-il, les produits de cette vaste opération de réduction au moyen d'un appareil fort simple, consistant en tubes de fer, plongeant à différentes profondeurs dans les fourneaux, depuis le gueulard jusque dans l'ouvrage, et qui conduisaient les gaz dans des vases clos, où j'ai pu les analyser.

» Sans m'occuper ici des considérations intéressantes et inattendues pour la théorie que ces expériences m'ont suggérées, je ne m'attacherai, pour le moment, qu'à un résultat qui me paraît, dans la pratique, mériter toute l'attention des hommes de l'art. Les recherches sur la nature des gaz recueillis au-dessous de l'ouverture du gueulard, dans le haut fourneau de Veckerhagen qui marche à l'air chaud, ont donné les résultats suivants :

	Composition en volume.	Composition en poids.	Oxigène contenu dans les gaz brûlés.	Oxigène nécessaire pour compléter la combustion.
Azote.	60,07	57,76	»	»
Oxide de carbone. . . .	25,31	24,26	13,75	13,75
Acide carbonique.	11,17	16,77	12,13	»
Hidrogène. . .	1,41	0,09	»	0,73
Hidrog. carboné.	2,04	1,12	»	4,42
	100,00	100,00	25,88	18,90

» Comme la quantité de carbone contenue dans 100 parties du mélange des gaz, exige 44,78 d'oxigène pour être brûlée complétement, et qu'il en aurait fallu encore 18,9 pour la transformation en acide carbonique, on en conclut, d'après la loi de M. Welter, ce fait important, que au moins $\frac{18,9 + 100}{44,78} = 42$ pour °/₀ du combustible employé, sont absolument perdus dans la méthode actuellement en usage pour diriger les hauts fourneaux.

» La facilité avec laquelle les gaz qui s'échappent des hauts fourneaux peuvent être conduits, même au loin, et ensuite employés comme matières combustibles, est une chose qui me paraît de la plus haute importance dans le traitement des minerais, et dans tous les autres procédés métallurgiques. M. P. Fort, inspecteur des hauts fourneaux de Veckerhagen, s'occupe dans ce moment, d'expériences en grand pour utiliser cette quantité énorme de matières combustibles, et l'appliquer à un four à carboniser le bois, ainsi que pour faire marcher une machine à vapeur. Nous nous sommes associés pour conduire ces expériences, et traiter cette question de pratique avec toute l'étendue dont elle paraît susceptible. »

Procédés divers pour la préparation du verre blanc peu fusible, des verres colorés, et des couleurs, pour le décor de la Gobeleterie, par M. Fontenay, directeur de la verrerie de Plaine-de-Valsch (Vosges).

1° *Verre blanc peu fusible.*

Pour obtenir du verre résistant à de hautes températures, une des premières conditions est d'avoir un four tirant parfaitement bien, de manière à pouvoir employer dans la composition de ce verre, le moins possible de fondants alcalins.

Le verre que je livre au commerce est composé ainsi qu'il suit :

Sable.	63	100
Fondants alcalins.	26	
Chaux.	11	

Une portion assez notable des alcalins se volatilise pendant la fonte, de telle sorte que le verre fabriqué contient des proportions toutes différentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la fabrication du verre peu fusible, l'emploi de la potasse est préférable à celui de la soude. En général, plus on restreint le nombre des bases alcalines, plus le verre est fusible. Ainsi, un verre composé avec une seule base, est moins fusible que celui qui comporte deux bases ; un verre qui en contient deux bases, est moins fusible que celui qui en contient trois, etc., etc.

2° *Des verres doublés ou à deux couches.*

On appelle *verres doublés*, des verres blancs qui ont été recouverts d'une couche plus ou moins épaisse de verres colorés ; ces couches peuvent s'enlever au moyen de la taille, et mettre le verre blanc à nu dans certaines parties.

Voici les différentes couleurs de verres doublés dont je me suis occupé.

Rouge. — La couleur rouge s'obtient par le deutoxide de cuivre, que l'on ramène à l'état de protoxide, au moyen d'une proportion variable de limaille de fer, ou mieux, de battitures de fer calcinées et pulvérisées, que l'on projette dans le creuset, au moment où le verre est déjà entré en fusion.

La proportion d'oxide de cuivre est de un pour cent de la composition ; celle du fer varie de un à un et demi pour cent.

Pour doubler ce verre, le verrier commence par cueillir, au bout de sa canne, une quantité de verre rouge très-minime, mais cependant, proportionnée à la grosseur de l'objet qu'il veut fabriquer ; il souffle ensuite, de manière à étendre et arrondir ce petit monceau de verre ; puis, il plonge la canne dans un creuset contenant du verre blanc, afin d'envelopper complétement sa boule rouge. Cela fait, il ne reste plus qu'à souffler, et donner la forme qu'on désire.

Pour que la couleur rouge soit belle, il faut qu'elle soit appliquée en couche excessivement mince ; on conçoit donc que l'habileté du verrier entre pour beaucoup dans la réussite.

Rose ou rouge groseille. — Pour doubler ce verre, on emploie le même procédé qui vient d'être décrit pour le verre rouge de sang.

Cette couleur rose s'obtient par l'or que l'on dissout préalablement dans l'eau régale. Cette dissolution faite, on en arrose la composition, et l'on mélange parfaitement. On doit veiller scrupuleusement à ce que la composition ne reste pas trop longtemps exposée à une haute température ; je fais ordinairement travailler ce verre, après qu'il a été exposé pendant trois heures ou trois heures et demi à la température d'un four de verrerie. Cela dépend néanmoins de la masse de composition qu'on a à fondre.

Bleu. — Cette couleur s'obtient au moyen de l'oxide de cobalt, ou plus économiquement, au moyen du sulfure de ce même métal (safre du commerce) ; la quantité à employer pour la coloration, varie de un à trois pour cent, suivant l'intensité de ton que l'on veut obtenir.

La couleur bleue ayant plus de transparence, et moins de ton que la couleur rouge ou rose, on doit l'appliquer sur le verre blanc en couches beaucoup plus épaisses ; ce qui permet au tailleur d'obtenir des teintes décroissantes, suivant qu'il enlève plus ou moins de verre coloré, avant d'atteindre le verre blanc.

Violet ou améthiste. — La couleur améthiste s'obtient par l'oxide de manganèse, auquel on ajoute une très-petite dose d'oxide de cobalt. La proportion d'oxide de manganèse varie de deux à sept pour cent ; celle du cobalt, à peine de un pour mille.

Vert. — Cette couleur, s'obtient au moyen du protoxide de fer, et du deutoxide de cuivre. Ces deux oxides peuvent être employés ensemble ou isolément. Les proportions varient de deux à cinq pour cent.

Observations.

Les compositions employées pour faire la partie colorée des verres doublés, sont ordinairement plombifères. Il est impossible de poser des règles fixes à cet égard, et d'indiquer des doses ; car il faut faire une étude approfondie, pour obtenir des masses colorées, dont le retrait s'accorde avec celui de la masse blanche que l'on emploie. S'il n'en était pas ainsi, les verres doublés seraient très-cassants, et c'est ce que l'on doit, avant tout, chercher à éviter.

3° *Couleurs vitrifiables pour le décor de la gobeleterie.*

Ces couleurs s'appliquent au pinceau, et d'une manière analogue à celle employée par les décorateurs de porcelaine ; elles se cuisent ensuite au feu de moufle. Comme la couche colorée est extrêmement mince, il est facile de faire, avec la taille, tels ornements qu'on désire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant de donner la préparation des couleurs, je vais parler des fondants.

Fondant N° 1.	Borax calciné. . . .	6	Fondre et couler.
	Minium.	6	
	Sable.	2	
Fondant N° 2.	Carbonate de soude.	1	Fondre et couler.
	Sable.	2	
Fondant N° 3.	Borax fondu.	350	Fondre et couler.
	Phosphate de soude.	200	
	Sable.	150	
	Chlorure d'argent. .	5	
	Minium..	40	
	Sel marin sec. . . .	200	

Voici les couleurs principales :

	Bleu n° 1.		*Bleu n° 2.*
Oxide de cobalt. . . .	1, »	—	1, »
Oxide de zinc.	2, »	—	», »
Minium.	3, »	—	», »
Sable.	1, 5	—	1, 5
Fondant n° 2.	1, »	—	», »
Carbonate de potasse.	1, 5	—	1, 5
Fondant n° 1.	», »	—	1, »
Borax.	», »	—	1, »

Le bleu n° 1 doit être fondu, puis, après l'avoir pulvérisé, on le mélange avec le quart de son poids du fondant n° 1.

Violet.

Précipité pourpre, représentant or.	1
Fondant n° 1.	30

Rose.

Précipité pourpre, représentant or.	1
Fondant n° 3.	30

Pourpre.

Le pourpre s'obtient en mélangeant le rose et le violet.

Vert jaunâtre.

Oxide de cuivre. . .	1, 5	Fondre.
Oxide de chrôme. .	0, 2	
Fondant n° 1. . . .	14, »	

Les autres couleurs sont les mêmes que celles employées sur porcelaine (1).

Compositions pour la fabrication du flint-glass.

Par MM. Clay et Smith.

L'invention de MM. Clay et Smith consiste d'abord dans l'application des sels de baryte, de strontiane et de zinc à la fabrication du flint-glass, et en second lieu dans l'emploi des roches feldspathiques au même usage.

En général, disent-ils, il faut donner, à cause de l'économie, la préférence aux sels de baryte ou de strontiane qu'on rencontre le plus communément dans la nature, tels que les carbonates ; quand on fait usage des sulfates, il faut les mélanger à une proportion de charbon de bois ou à une autre matière charbonneuse.

Quant au zinc, on doit préférer l'oxide qu'on recueille dans les manufactures de ce métal.

Composition du verre avec la baryte.

Sable.	320 parties en poids.
Minium.	150
Carbonate de baryte.	145
Carbonate de potasse (perlasse). . . .	112
Nitrate de potasse. .	7
Oxide de manganèse, la quantité ordinaire.	

Composition du verre avec la strontiane.

Sable.	320
Minium.	150
Carbonate de strontiane.	108
Carbonate de potas.e	112
Nitrate de potasse. .	7
Oxide de manganèse, la dose ordinaire.	

Composition du verre avec le zinc.

Sable.	320
Minium.	150
Oxide de zinc. . . .	56
Carbonate de pot.e .	112
Oxide de manganèse.	

Dans quelques cas on supprime le minium, mais alors il faut doubler les proportions du carbonate de baryte ou de strontiane et celles de l'oxide de zinc.

Autres compositions de verre.

Sable.	480
Carbonate de baryte. . .	300
Carbonate de soude pur. .	165
Oxide de manganèse.	

Sable.	480
Carbonate de strontiane. .	224
Carbonate de soude pur. .	165
Oxide de manganèse.	

Sable.	480
Oxide de zinc.	120
Carbonate de soude. . . .	165
Oxide de manganèse.	

Sable.	280
Craie.	88
Sulfate de soude.	84
Sulfate de baryte. . . .	90
Charbon.	8
Oxide de manganèse.	

Sable.	960
Craie.	200
Sultate de soude.	290
Sulfate de baryte.	460
Charbon.	40
Oxide de manganèse.	

(1) M. le baron de Klingelin, propriétaire de la verrerie de Plaine-de-Valsch, a reçu, pour ses beaux produits, une médaille d'or de l'exposition de 1839, et M. Fontenay, qui en est le directeur, a obtenu en 1838 diverses récompenses de la Société d'encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sable.	960
Craie.	200
Sulfate de soude.	290
Sulfate de strontiane. . .	370
Charbon.	40
Oxide de manganèse.	

Ces compositions forment, suivant les inventeurs, des verres qui reviennent à meilleur compte à cause des moindres proportions d'alcali qui entrent dans leur formule.

MM. Clay et Smith proposent aussi d'employer à la fabrication du verre les roches feldspathiques exemptes de fer. Quoique cette application ne soit pas entièrement nouvelle, nous rapporterons les formules qu'ils ont données pour une roche de cette espèce appelée *pierre de Cornouailles*, qui leur a fourni, assurent-ils, des verres de bonnes qualités et à un prix peu élevé.

Roche feldspathique en poudre.	100 en poids.
Sel commun.	12
Ou bien	
Muriate de potasse.	16
Craie.	20
Roche feldspathique en poudre.	100
Sel commun.	16
Ou	
Muriate de potasse.	22
Craie.	16

Le caractère principal, ajoutent-ils, de ces inventions, c'est dans quelques cas de réduire la quantité de minium, et dans d'autres de la supprimer entièrement; et enfin, dans toutes les circonstances, de diminuer les proportions des matières alcalines.

Nouveau moyen chlorométrique.

Par M. Duflos.

Le procédé qui a été donné par M. Gay-Lussac pour faire l'essai des chlorures de chaux au moyen d'une solution d'indigo n'aurait rien laissé à désirer dans la pratique, si la quantité de matière colorante de l'indigo eût été toujours constante, et que la teinture qu'on en prépare n'eût pas éprouvé d'altération avec le temps. Mais ce n'est pas là le cas de cette méthode, et l'essai par l'indigo n'a, en définitive, qu'une valeur relative peu certaine. Pour remédier à cet inconvénient, M. Gay-Lussac a substitué récemment à la teinture d'indigo trois autres solutions, parmi lesquelles on peut à volonté faire un choix. La première est une solution d'acide arsénieux dans de l'acide chlorhydrique; la deuxième, une solution de ferrocyanure de potassium ou lessive de sang dans de l'acide chlorhydrique étendu d'eau; et la troisième, une solution de nitrate d'oxidule de mercure. Ces solutions sont préparées d'une manière telle, que, sous un volume donné, elles contiennent une quantité connue du réactif, et avant de les employer on les colore avec quelques gouttes de teinture d'indigo. On dissout ensuite dans de l'eau une certaine quantité du chlorure qu'il s'agit de soumettre à l'épreuve, et on cherche combien il faut ajouter de sa solution à un volume donné de la liqueur d'épreuve pour transformer dans la solution arsenicale tout l'acide arsénieux en acide arsénique, dans celle du ferrocyanure tout ce sel en ferrocyanide de potassium. Ces quantités ainsi transformées correspondent alors exactement à une quantité déterminée de chlore, et on reconnaît le moment précis où l'opération est accomplie à ce qu'une nouvelle quantité de chlore commence à décolorer la teinture d'indigo. Avec la solution mercurielle il n'est pas nécessaire d'ajouter de la teinture d'indigo; on la verse seulement dans un tube d'épreuve avec de l'acide chlorhydrique, et on y ajoute du chlorure de chaux dissous jusqu'à ce que le précipité, qui est un chlorure de mercure, se dissolve, ce qui a lieu parce que le chlorure insoluble, par l'absorption du chlore, se transforme en chloride soluble.

Ces moyens paraissent infiniment plus propres que ceux par la teinture d'indigo à donner des résultats exacts; cependant ils sont encore exposés à présenter des circonstances défavorables qui en diminuent sensiblement la valeur; ainsi ils exigent, tant pour la bonne préparation de la liqueur d'épreuve que pour la conduite de l'épreuve elle-même, des connaissances chimiques plus étendues qu'on n'en rencontre généralement parmi les fabricants et les hommes de pratique; et dans ces épreuves l'on est sans indice sur la quantité de chlorates que peut renfermer le chlorure. Cependant les chlorates sont toujours en quantité plus ou moins grande dans le chlorure, et ne sont d'aucune utilité quand on emploie la liqueur décolorante sans addition d'un acide, comme cela a lieu dans le blanchiment des étoffes de lin pour détruire la matière colorante qui couvre les fils. Dans ces épreuves, ainsi que dans beaucoup d'autres qui ont été proposées, si on emploie un acide, on voit aussitôt les chlorates contenus dans la dissolution de chlorure se décomposer, réagir plus ou moins sur la liqueur d'épreuve comme du chlore libre, et faire croire que le produit essayé a une valeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup plus élevée que celle qu'il possède en réalité.

M. Zenneck avait cru pouvoir porter remède à cet inconvénient en substituant à la dissolution sulfurique de l'indigo une solution alcoolique neutre d'alizarine sublimée ; mais, indépendamment que cette substance, dans cet état, était loin d'être pure, il y a encore la menstrue, ou l'alcool, qui peut donner lieu, et cela en sens contraire, à de graves erreurs: car, comme elle se combine avec le chlore avec la plus grande facilité, il s'ensuit que, pendant l'épreuve, le chlore combiné doit faire évaluer au-dessous de sa valeur le chlorure qu'il s'agit d'essayer.

M. Duflos pense avoir rempli toutes les conditions du problème en se servant pour réactif d'une solution de sulfocyanure de fer, qui est un composé dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à sa faculté d'absorber du chlore, et qui, lorsqu'il a perdu toute sa nuance, a été transformé, le fer en oxide, le soufre en acide sulfurique, et le cyanogène en chlorure, sans que la neutralité du mélange ait été détruite, et sans qu'il y ait confusion ou action de la part des chlorates qui sont présents. Un volume de sulfocyanure de fer qui, en poids, serait égal à 28 $\frac{1}{4}$, absorbe exactement 48 volumes, ou 106 $\frac{1}{4}$ en poids de chlore gazeux. Par conséquent, si on dissout 3,5 grammes de sulfocyanure de potassium et 4,7 grammes de liqueur ferrique de 1,3 (connue dans les officines sous le nom de *Liq. ferri mur. oxidati officinalis*), dans 100 grammes d'eau, on obtient une liqueur rouge de sang qui renferme exactement 2,75 grammes de sulfocyanure ferrique anhydre, et dont 10 grammes correspondent exactement à un gramme de chlore.

Veut-on mettre à l'épreuve un chlorure de chaux, on en pulvérise environ 1 centigramme, qu'on dissout dans 20 centigrammes d'eau ; on laisse reposer la solution ; on pèse 10 centigrammes de cette solution quand elle est éclaircie, et on y ajoute de la liqueur d'épreuve en remuant constamment avec une baguette de verre tant qu'il y a décoloration ou tant que la teinte du mélange a une nuance rouge : 2 centigrammes de la teinture correspondent à 4 p. 100 de chlore dans le chlorure.

On peut essayer de la même manière la quantité de chlore dont une eau a été saturée.

Appareil et procédé pour le blanchiment des toiles de lin, chanvre et coton.

Par M. S. W. Wright.

Les perfectionnements introduits par M. Wright pour blanchir les tissus consistent dans six opérations ; d'abord la construction de vaisseaux impénétrables à l'air extérieur, et dans lesquels on dispose les uns sur les autres la masse des tissus qu'on se propose de soumettre au blanchiment. Ensuite la manière de faire passer les solutions alcalines à travers ces tissus ; opération qui s'exécute au moyen de la vapeur à haute pression qui a l'avantage, selon l'inventeur, d'ouvrir les fibres des matériaux soumis ainsi à la lessive. Puis le mode pour enlever par le rinçage et le lavage ces lessives alcalines ou autres agents employés dans le blanchiment, par le secours de la vapeur à un degré élevé de tension. Celui pour faire pénétrer la solution de chlorure de chaux et l'acide sulfurique à travers les tissus contenus dans les vases à blanchiment par la pression hydraulique et la pression pneumatique. Celui pour nettoyer, laver et rincer les tissus, et leur enlever toutes traces de matières chimiques employées dans l'opération quand celle-ci est terminée ; et enfin le mode de sécher les étoffes en faisant passer à travers leur masse compacte de la vapeur à haute pression avant de les retirer des vaisseaux où elles ont été blanchies.

Ce procédé, inventé en Amérique, mais pour lequel on vient de prendre une patente en Angleterre, nous paraît ingénieux. Nous nous empresserons de faire connaître les appareils et de donner des détails, aussitôt que la spécification de la patente nous sera parvenue.

Perfectionnement dans la fabrication du bleu de Prusse.

Par M. Thompson.

Dans le mode ordinaire de la fabrication du bleu de Prusse, le charbon et l'azote nécessaires sont empruntés à la décomposition des matières animales en contact avec de la potasse. Dans ce procédé, la potasse, qui se réduit à l'état métallique, détermine la formation du cyanogène, pour lequel elle a beaucoup d'affinité. La quantité d'azote fournie par un poids donné de matière animale, n'est pas considérable, et avec les matériaux employés par les manufacturiers, elle excède rarement 8 p. 0/0. Encore, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette faible quantité, y en a-t-il au moins la moitié qui se dissipe pendant la marche de l'opération, occasionne ainsi une perte énorme de matière, et augmente sans nécessité les dimensions des appareils et le combustible.

En réfléchissant à ces circonstances, dit M. Thompson, j'ai eu l'idée que l'atmosphère pourrait bien être appelée à fournir d'une manière économique, la quantité requise d'azote, si on lui permettait d'agir sur un mélange de charbon et de potasse dans des circonstances favorables. L'expérience a confirmé cette prévision, et a même dépassé mon attente, car j'ai trouvé que la matière charbonneuse peut servir un grand nombre de fois et s'améliorer même à chaque opération. J'ai remarqué aussi qu'il était indispensable de faire usage du fer ainsi qu'on s'en apercevra dans l'explication du procédé. Lorsqu'on ne se sert pas de fer il faut avoir recours à une température bien plus élevée.

Pour produire du bleu de Prusse il faut suivre la méthode que voici, mais avec cette condition toutefois que c'est l'expérience qui apprend à déterminer les meilleures proportions des ingrédients. On prend :

Potasse ou perlasse.	2 parties.
Coke, escarbilles ou bien houille.	2 parties.
Tournures de fer.	1 partie.

On réduit le tout en poudre grossière et on place celle-ci dans un creuset ou dans tout autre vase ouvert et convenable, et on l'expose pendant environ une demi-heure dans un feu ordinaire de forge à la chaleur rouge en ayant soin de remuer la masse de temps à autre. Pendant cette opération, on voit de petits jets de flamme pourpre s'élancer de la surface des matières. Lorsque ces jets de flamme sont sur le point de disparaître, ce qui arrive à peu près à l'époque indiquée, on enlève le creuset du feu et on laisse refroidir. On ajoute alors de l'eau pour dissoudre les matières solubles dans la masse obtenue, et on met à part les matières charbonneuses qui forment le résidu, et qu'on réserve pour des opérations subséquentes.

La solution ayant été filtrée, est mélangée avec une partie de sulfate de fer, et on y ajoute de l'acide muriatique ou nitrique, comme à l'ordinaire pour aviver la couleur du précipité.

La quantité de bleu de Prusse produite avec un poids donné de perlasse ou de potasse est généralement d'environ un quart du poids de la potasse pure contenue dans le sel ; mais plus on opère sur de grandes quantités à la fois, plus aussi le produit relatif est considérable. Ainsi 170 grammes de perlasse, contenant 43 p. 0/0 d'alcali, n'ont donné que 6,25 grammes de bleu de Prusse, tandis que 453,4 grammes de cette même perlasse ont fourni 67,75 grammes de bleu.

Le bleu de Prusse dont il est ici question est du cyanure ferroso-ferrique pur.

Dans ce procédé, le potasse est décomposée par le fer ; il se produit du potassium, qui étant volatile, s'élève et se combine avec le charbon du coke et avec l'azote de l'atmosphère dont l'oxigène est absorbée en passant à travers le feu du foyer, ou en se tamisant à travers le coke ou les escarbilles. Dans le mélange le cyanure de potassium ainsi formé est ensuite dissous dans l'eau et fournit du cyano-ferrure de fer par l'addition du sulfate de fer et de l'acide muriatique.

Par la déflagration d'un mélange de nitrate de potasse, de coke ou de houille menue et de tournures de fer, on obtient en abondance du bleu de Prusse, mais dans ce cas c'est l'acide nitrique du nitrate de potasse qui fournit l'azote, puisque l'expérience réussit également bien en vases clos.

Dans les expériences ci-dessus, on peut employer la soude au lieu de la potasse, et les résultats sont sensiblement les mêmes, seulement on ne pourrait faire usage du charbon de la plupart des végétaux au lieu de celui de la houille, attendu qu'il est très-poreux et brûle beaucoup trop rapidement.

Extraction des matières colorantes par pression et par ascension.

Depuis quelque temps, on trouve dans le commerce des extraits liquides rapprochés des principales matières colorantes employées dans la teinture. Ces extraits ne se préparent pas uniquement en faisant des décoctions de ces matières réduites en poudre, et en les rapprochant par l'évaporation, mais on y emploie la plupart du temps des moyens mécaniques variés qui permettent d'épuiser plus complétement celles-ci des principes colorants qu'elles peuvent contenir. Voici un de ces moyens qu'on dit être le plus en usage :

On prend une bassine cylindrique en métal très-épais et portant un large rebord. Sur cette bassine on place un crible métallique percé de trous fins et formant faux fond; puis sur la bassine un cylindre, à rebord, et semblable à une chaudière renversée et sans fond, qu'on fixe so-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lidement sur la bassine au moyen de vis qui traversent leurs bords en pinçant tout autour ceux du crible. On a donc ainsi une cuve cylindrique divisée par le faux fonds en deux chambres, l'une supérieure A qui est la plus grande, et l'autre inférieure B plus petite. Sur l'un des côtés de B et près de son fond, débouche un tuyau d'alimentation d'eau ou d'un autre fluide, qui est lancé dans cette partie du vase par une pompe foulante ordinaire. Vis-à-vis ce tuyau d'alimentation est boulonné un autre bout de tuyau horizontal qui se relève verticalement et communique avec un vase cylindrique formant réservoir d'air et portant une soupape de sûreté. Ce réservoir est destiné à maintenir un écoulement égal et continu de l'eau envoyée par la pompe et la soupape à régler la pression sous laquelle cet écoulement doit s'opérer.

A la partie supérieure de la chambre A, sur ses deux bords opposés, sont rivés fortement deux montants à fourchette ou jumelles sur lesquels est fixée avec de forts boulons une barre formant chapeau de presse ; c'est à-dire que cette barre porte un renflement, au milieu duquel est taraudé un écrou qui reçoit une longue et forte vis à tête qu'on manœuvre avec un levier. Des croisillons dirigés dans diverses directions empêchent les parois de la chambre de se déverser d'un côté ou d'un autre, et bien entendu que ces parois sont assez épaisses et solides pour résister à la pression de cette vis.

La vis, façonnée en pivot à son extrémité, porte sur une crapaudine fixée sur un plateau coulant qui entre à frottement juste dans l'intérieur de la chambre et est perforé de trous comme le faux fond. On conçoit que quand on fait tourner la vis, ce plateau crible monte ou descend à volonté.

Cet appareil étant bien compris, voici comment il fonctionne.

Supposons par exemple que le fernambouc soit le bois sur lequel on se propose d'agir, et que ce soit la matière colorante qu'il renferme dont on veuille avoir un extrait. Les chambres A et B étant vides et parfaitement propres, on ôte les boulons des jumelles et on enlève en même temps le chapeau, la vis et le plateau-crible. On prend du fernambouc réduit en poudre et on le dépose dans la chambre A sur le faux-fond en le pressant fortement avec la main ou avec une batte, jusqu'à ce que cette chambre en contienne à une hauteur un peu supérieure à celle où la vis peut faire descendre le plateau. Alors on replace ce plateau, puis la vis et le chapeau qui l'accompagnent ; on enfile les boulons qui doivent assujettir ce dernier sur les jumelles, de manière que le tout soit solidement maintenu à sa place ; on donne quelques tours à la vis au moyen de son levier, pour opérer une pression modérée sur le bois en poudre, et le maintenir sous cette pression.

Cela fait, on commence à introduire de l'eau portée à la température d'environ 70 degrés centigrades dans la chambre B, au moyen de la pompe foulante. Cette eau refoulée ainsi s'élève à travers la couche de bois en poudre, la traverse en l'épuisant de matière colorante, et finit par monter au-dessus du plateau-crible dans la partie supérieure de la chambre A, où on peut la recueillir sous forme d'extrait de bois de fernambouc.

On peut faire avec cet appareil des extraits de toute autre matière végétale quelconque, après l'avoir finement subdivisée, et en forçant à la traverser, par ascension, les liquides portés à des températures que l'expérience a indiquées comme les plus convenables. Ces liquides peuvent être de l'eau pure ou tout autre propre à l'objet qu'on se propose.

De même on peut encore obtenir par cette méthode, en faisant usage de l'eau, des liqueurs rapprochées pour le tannage des cuirs et des peaux, ou bien extraire quelques acides des matières végétales qui les contiennent.

Préparation artificielle du cachou brun.

Par M. H. Reinsch.

Depuis quelque temps on a commencé à faire usage du cachou dans la teinture pour la préparation d'une couleur très-belle, fine et durable, qu'on obtenait autrefois au moyen de la garance, et plus tard par le sulfo-arseniure de plomb.

La teinture au cachou s'exécute ainsi qu'il suit : on dissout cette substance dans de l'eau bouillante, avec une certaine dose de sulfate de manganèse ; les fils de coton mordancés, d'abord avec de l'acétate de plomb, sont passés a travers une eau de chaux, puis plongés dans une solution de bichromate de potasse, et enfin, passés dans la dissolution de cachou. Le succès des étoffes teintes de cette façon, paraît avoir promptement épuisé les cachous qui existaient dans les magasins, de sorte que le prix du beau cachou brun à presque doublé. Dans le commerce on trouve il est vrai, à côté de ce beau cachou brun,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un autre cachou jaune, qui consiste ordinairement en morceaux de la grosseur du pouce, de forme cubique, et dont le prix ne paraît guère être aujourd'hui que le tiers de celui du premier.

Malgré cette différence dans les prix, les teinturiers paraissent repousser la sorte jaune parce que la brune donne, selon eux, une couleur infiniment plus riche, et que la matière colorante y est au moins en quantité double. Mais s'il était vrai que le cachou brun fût préparé au moyen du jaune, on conçoit qu'il ne pourrait plus y avoir de motif pour repousser ainsi ce dernier, pour établir entre eux une différence de prix aussi sensible que celle qui existe. Dans tous les cas, il était nécessaire de rechercher ce qui pouvait donner au cachou brun une supériorité, sous le rapport tinctorial, sur le jaune; et à cet égard, quelques indications de la science semblaient établir que la couleur brune pouvait bien être due à une préparation particulière donnée au cachou jaune, puisque l'acide qu'on a appelé *catéchouique*, se transforme par l'action de l'air et de la chaleur en acide *japonique*.

Quoi qu'il en soit, la préparation du cachou brun au moyen du jaune ne paraît présenter aucune difficulté. On fait fondre le cachou jaune à une chaleur très-modérée, et on ajoute par chaque poids de 100 kilogr. de matière 1 kilog. de bichromate de potasse réduit en poudre fine, sel qui abondonne très-probablement une partie de son oxigène au cachou. Le cachou fondu est versé dans des formes de bois où il constitue après le refroidissement une masse brun-noirâtre, à cassure conchoïde, qui dans une atmosphère humide devient un peu pâteuse, possède une saveur astringente, mais qui n'a pas l'arrière-goût douceâtre du cachou jaune.

Lorsqu'on a fondu seul du cachou jaune, on a obtenu une masse brune qui ne se distinguait pas de celle préparée au bichromate de potasse, ce qui porterait à croire que l'addition de ce sel pourrait bien être inutile pour préparer une bonne matière colorante.

Le cachou brun qu'on tire de l'Orient, ne se distingue donc probablement du jaune, que par une opération particulière qu'on lui a fait subir.

La meilleure épreuve à faire subir au cachou sera toujours son degré de solubilité dans l'alcool, dans laquelle il ne doit pas laisser un résidu insoluble qui surpasse un 12e de son poids. Le mélange avec le bichromate de potasse sera toujours facile à reconnaître par l'incinération et le traitement des cendres par l'acide nitrique.

Quant aux usages pharmaceutiques, il faudra constamment donner la préférence au cachou jaune, parce que ce n'est pas la quantité de matière colorante qu'on recherche dans ce cas, mais l'action du tannin qu'il renferme.

Perfectionnement apporté dans la fabrication du gaz d'éclairage,

Par M. J. Dickson et J. Ikin, ingénieurs.

Cette invention embrasse trois parties :

1° Un mode nouveau pour distiller la houille;

2° Une méthode perfectionnée pour purifier le gaz:

3° Un mode nouveau pour conduire le gaz des purificateurs au gazomètre.

Le nouveau mode de distillation de la houille, consiste à placer les cornues en contact avec le combustible enflammé, de manière à ce qu'elles en soient complétement environnées. Les avantages de ce mode, suivant les inventeurs sur l'ancien procédé, c'est que dans celui-ci les cornues sont sujettes à recevoir des coups de feu par la flamme qui vient les frapper, ce qui les détruit ou leur fait éprouver en peu de temps de graves altérations. Dans le mode proposé, ces cornues ne sont plus exposées qu'à une température comparativement moins élevée; elles reçoivent la chaleur sur toute leur surface convexe et sont moins sujettes à éprouver des coups de feu partiels, et à des dilatations inégales; enfin la distillation des matières s'obtient aussi d'une manière plus régulière et avec moins de combustible.

Pour pouvoir régler ainsi la combustion de la masse de combustible qui enveloppe les cornues, les inventeurs ont percé dans la plaque de fonte qui forme le devant du fourneau, des trous sur lesquels ils ont ajusté des bouts de tuyaux fermés par des tampons. Le chauffeur regarde de temps à autre par ces tuyaux et les tient ouverts ou fermés, suivant qu'il veut activer ou ralentir la combustion dans quelque point de son fourneau.

Enfin, pour utiliser la flamme et la chaleur qui s'échappent du foyer, les auteurs ont surmonté leur fourneau d'une chaudière à vapeur qui leur sert à l'usage ci-après indiqué.

La méthode perfectionnée de MM. Dickson et Ikin, pour purifier le gaz, con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siste dans la construction d'un purificateur-condenseur. C'est une chambre carrée, trois à quatre fois plus haute que large, solidement établie en fer et divisée en deux parties, par une cloison placée au milieu, mais qui ne s'élève pas jusqu'au sommet. Cette cloison, ainsi que les parois de la chambre qui lui sont opposées, sont pourvues de tablettes inclinées alternant entre elles; c'est-à-dire, qu'à une tablette fixée sur la cloison succède une tablette rivée sur la paroi opposée, et ainsi de suite dans toute la hauteur. Ces tablettes sont perforées de trous et s'avancent jusqu'à une certaine distance de la paroi qui leur est opposée, de telle façon qu'un corps qu'on poserait sur une tablette de cloison roulerait jusqu'à son extrémité, puis tomberait sur une tablette de paroi, roulerait sur celle-ci et tomberait sur une tablette de cloison, et ainsi de suite en cascade jusqu'au fond de la chambre.

Cette chambre est surmontée de deux citernes, l'une contenant de l'eau pure et l'autre de l'eau de chaux. Ces citernes communiquent avec les deux compartiments de la chambre, par des tubes en forme de D, placés à l'intérieur et munis chacun d'un robinet.

Maintenant il faut savoir que le gaz à purifier est amené par un tuyau à la partie inférieure du compartiment au-dessus duquel est la citerne à eau pure. Là, il s'élève en suivant la marche tortueuse que les tablettes le forcent de prendre; mais pendant cette marche, on a ouvert la citerne à l'eau pure, et celle-ci pénètre aussitôt dans le compartiment correspondant et tombe sur la première tablette de paroi; une partie coule sur le plan incliné qu'elle présente et descend sur la tablette de cloison inclinée en sens contraire, tandis que l'autre partie traversant les trous dont la première tablette est percée, coule sous forme de pluie sur la tablette immédiatement inférieure.

Ainsi, dans son passage ascendant à travers ce compartiment, le gaz est constamment en contact avec une eau froide qui tombe sous forme de pluie et de cascade, qui le refroidit et lui enlève par précipitation une grande portion des matières solides qu'il entraînait en vapeur.

Parvenu au point le plus élevé de ce compartiment, et après avoir traversé l'eau en pluie et cascade, le gaz passe dans le second compartiment où il éprouve les mêmes alternatives, pendant qu'il y descend, mais avec cette différence que le liquide est de l'eau de chaux tirée de la seconde citerne, qui lui enlève tout l'hydrogène sulfuré et l'ammoniaque qu'il peut conteuir. Arrivé au bas, un tuyau sert à le conduire au gazomètre, mais par un mode particulier.

Pour conduire le gaz du purificateur au gazomètre, les inventeurs ont deux chambres carrées de même dimension, en fer, l'une placée au dessus de l'autre et communiquant par un tube recourbé qui y débouche sur chacun de leur fond. La première chambre basse est presque remplie d'eau. Un tuyau avec clapet ouvrant en dedans, amène le gaz à la partie inférieure de la deuxième chambre, ou chambre haute.

Cela fait, on met en communication par un tuyau et un robinet, la partie supérieure de la chambre basse avec la chaudière à vapeur placée sur le fourneau, et dont il a été question plus haut; cette vapeur exerçant sa force expensive sur l'eau que renferme cette chambre, la déprime et la fait monter dans la chambre haute, par le tube recourbé de communication. Là, cette eau comprime le gaz contenu dans cette chambre et le chasse dans un autre tuyau qu'elle porte à sa partie supérieure et qui est muni d'un clapet fermant en dehors; c'est par ce tuyau que le gaz passe par pression dans le gazomètre. Ce coup de la machine obtenu, le dernier clapet et le robinet à vapeur se ferment, le premier clapet s'ouvre, le gaz arrive dans la chambre haute, l'eau redescend dans la chambre basse où la vapeur s'est condensée, et l'appareil est disposé pour donner un second coup, et ainsi de suite par coups intermittents.

Épurateurs à chaux sèche pour le gaz.

On vient d'adopter à l'usine à gaz de la compagnie dite *London gaz Company*, pour purifier à la chaux sèche le gaz d'éclairage, un nouvel appareil qu'on doit à M. Hutchison.

Cet appareil consiste en quatre cuves rectangulaires distinctes appelées épurateurs, contenant chacune quatre rangées de tablettes percées de trous et chargées d'une couche de chaux vive. Le gaz est d'abord amené des condenseurs dans une citerne hydraulique circulaire placée au milieu d'un carré formé par les quatre cuves. Cette citerne est munie de quatre tuyaux adducteurs qui conduisent le gaz aux épurateurs à la chaux, et quatre abducteurs qui le ramènent en le faisant passer successivement par les numéros 1, 2, 3, 4, de ces épurateurs. Chacun de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux-ci, pour ne pas laisser échapper le gaz, est coiffé avec un couvercle hydraulique. Quatre colonnes verticales, réunies par des arcs-boutants, servent à soutenir un plancher, ainsi que le point d'appui d'un levier tournant au moyen duquel on soulève les couvercles des purificateurs, quand on a besoin d'enlever la chaux saturée et de la renouveler.

On a trouvé que ce nouvel appareil était commode en ce qu'il occupait fort peu de place et qu'il pouvait être constamment soumis à l'inspection de l'ouvrier chargé de l'épuration. En outre, on n'a pas par son emploi à évacuer et à transporter quelquefois des masses énormes d'un liquide chargé de principes insalubres.

Contre-poids hydrauliques pour les gazomètres.

Dans une brochure publiée récemment par M. Macrae, au sujet de l'éclairage au gaz, l'auteur fait observer que les propriétaires de ces usines ne savent pas généralement qu'une partie notable du gaz qu'ils produisent s'échappe en pure perte pour eux, par suite de la mauvaise construction de leurs gazomètres. Des expériences qui paraissent exactes ont démontré que dans une usine à gaz un peu considérable, il se perdait ainsi en vingt-quatre heures plusieurs milliers de pieds cubes de gaz par des gazomètres mal équilibrés, et malheureusement le témoignage des hommes de pratique a confirmé ce résultat. Indépendamment de cela, il est certain que les gazomètres d'un poids considérable agissent de la manière la plus destructive sur les appareils de génération et de purification du gaz, et quoique, en définitive, un gazomètre doive avoir nécessairement un grand poids pour pousser avec une force suffisante le gaz dans les tuyaux de distribution, on ne peut s'empêcher de regretter que cette condition indispensable soit une cause de perte de gaz, d'altération des appareils et de pertes de temps considérables, toutes les fois qu'il s'agit de remplacer un de ces gazomètres pesants, et enfin occasionne une consommation inutile de combustible dans les fourneaux.

Dès qu'on commence à charger un gazomètre d'un grand poids, une quantité énorme de gaz s'échappe à travers les jointures et les luts des cornues. Même perte a lieu dans les parties tant soit peu altérées des tuyaux hydrauliques et d'ascension. De plus, le liquide dans le gros tuyau hydraulique s'élève par la même cause dans les tubes plongeurs à une élévation de 60 à 70 centimètres. Enfin, dans les purificateurs, l'eau de chaux est comprimée au-dessous de son niveau, et il passe en abondance du gaz qui n'a pas été exposé à l'action de cette substance.

Ainsi donc un gazomètre pesant s'oppose pendant son ascension à ce que le gaz se dégage avec la rapidité nécessaire des appareils générateurs, et ce gaz, refoulé dans ces appareils où il est soumis à une chaleur intense, abandonne une grande quantité de son carbone, base de son pouvoir éclairant.

La même cause produit souvent aussi des réactions dangereuses, et tous ceux qui ont fréquenté les usines à gaz connaissent les altérations des appareils, les fuites de gaz, les accidents graves pour les personnes, qui résultent de ces réactions dans ces établissements.

Ces inconvénients disparaissent en partie, si on fait usage d'un gazomètre qui présente un poids moins considérable, qui permette au gaz de se dégager en courant continu des cornues, mais en même temps qui presse assez fortement pour chasser le gaz dans les tuyaux de distribution.

Ce double effet est obtenu au moyen du contre-poids hydraulique de M. Macrae, dont on comprendra aisément le mécanisme sans le secours d'une figure.

Ce contre-poids consiste tout simplement en une caisse en bois ou en fer, suspendue comme le poids ordinairement en usage à la chaîne du gazomètre, et qui peut monter et descendre dans un puits. Cette caisse est munie à son fond d'une soupape à clapet qui s'ouvre d'elle-même et par des moyens connus quand elle arrive au fond du puits, ou mieux qu'on peut ouvrir et fermer à volonté sans descendre dans le puits. Voici maintenant quelles sont les fonctions que remplit cette caisse.

Avant de dégager du gaz dans les cornues, ou de charger le gazomètre, la caisse, qui est alors à son point le plus élevé de suspension, est remplie d'eau, de liqueur ammoniacale ou de tout autre liquide. Ainsi remplie, le gazomètre, dont elle balance en grande partie le poids, s'élève librement lorsque le gaz arrive, sans produire de pression bien sensible dans les appareils. Lorsque le gazomètre a reçu sa charge de gaz, la caisse est arrivée à son point le plus bas dans le puits, et lorsqu'on veut lancer le gaz dans les tuyaux de distribution, on ferme le robinet de communication avec les cornues, on ouvre la soupape de décharge de la caisse, le liquide s'en écoule et le gazomètre presse de tout son poids ou à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peu de chose près sur le gaz qu'il s'agit de distribuer dans les tuyaux. Si on désire, pendant la nuit, modérer la vitesse de distribution de ce gaz ou bien l'augmenter, rien n'est plus facile : il n'y a pour cela qu'à ajouter du liquide dans la caisse ou bien en faire écouler selon le besoin. Un robinet placé près du bord du puits sert à amener dans cette caisse le liquide dont on a besoin pour la faire manœuvrer.

On sait qu'il se perd un volume assez considérable de gaz pendant le temps que les ouvriers emploient pour évacuer le coke des cornues et les charger de nouveau avec de la houille. Pendant cette opération, tout le gaz qui existait dans les cornues et dans les tuyaux montants s'échappe dans l'air. Dans un établissement où plusieurs centaines de cornues sont en activité, on conçoit que les chargements qui se renouvellent quatre fois dans les vingt-quatre heures doivent occasionner une perte énorme dans le courant de l'année. Pour prévenir en grande partie cette perte, M. Macrae propose, avant de faire cette opération, de rendre le gazomètre le plus léger possible au moyen de son contre-poids hydraulique. Si cette opération est faite avec intelligence, une très-grande portion du gaz des tubes et des cornues, attirée par une très-légère pression, passera dans le gazomètre et ne se dissipera plus dans l'air, ainsi que cela arrive ordinairement.

Il n'est pas absolument nécessaire d'établir un puits pour la descente et l'ascension de la caisse, on peut fort bien la mettre au-dessus du sol; mais, dans le premier cas, elle est moins exposée aux vents et aux mauvais temps, et il est bien plus facile et moins dispendieux de la charger, puisqu'on n'a qu'à amener le liquide chargeur au niveau du sol, tandis que dans le cas contraire il faudrait l'élever à une certaine hauteur.

Nouvelle méthode très-rapide pour procéder au débourrage ou dépilage des peaux destinées à la préparation des cuirs, du parchemin, etc.

Par le Dr Bœtger.

Lors de la réunion, en 1838, des naturalistes et des médecins allemands à Fribourg, M. Bœtger a donné lecture d'un mémoire sur la combinaison du gaz sulfhydrique avec la chaux, ainsi que sur la propriété dont jouissait cette combinaison, comme le mélange d'orpiment et de chaux caustique connu sous le nom de Rhusma, d'enlever en très-peu de temps et complétement les poils sur la peau, sans exercer une action nuisible sur celle-ci et sans l'attaquer en rien. La préparation de ce sel soluble n'exige pas de connaissances chimiques; rien n'est plus aisé à fabriquer pour tout le monde, en prenant les précautions qui seront indiquées après quelques considérations préliminaires où on va entrer.

Jusqu'à ce jour, on ignorait à peu près complétement en quoi consistait le mode d'action de la substance appelée Rhusma, dont plusieurs sectes religieuses se servent pour faire disparaître la barbe et les autres poils de la surface du corps. Des expériences directes ont démontré qu'il n'y a que la combinaison du sulfure d'arsenic avec le sulfure de chaux qui possède seule la propriété de détruire le poil en peu de temps, et que toutes les substances qu'on ajoute à cette combinaison sont absolument sans effet. M. Bœtger, en faisant dans ce but des essais sur une combinaison de gaz sulfhydrique et de sulfhydrate de calcium, a trouvé que le corps qui en résulte est, sous tous les rapports, beaucoup plus propre encore que le Rhusma pour détruire les substances pileuses, et que quand ce corps n'était que peu de temps en contact avec la peau, celle-ci ne pouvait en recevoir aucune altération. Seulement, lorsqu'il y a encore de la chaux vive libre dans la combinaison, le résultat n'est pas tout à fait le même; en outre, cette substance a une odeur excessivement désagréable, ce qui toutefois, dans l'art du tannage des peaux, ne peut pas être un obstacle bien sérieux; comme cosmétique, ce corps a besoin d'être mélangé à des substances odoriférantes.

Le but de la communication actuelle est de faire connaître l'application du composé en question au débourrage des peaux, opération pour laquelle il deviendra sans doute très-précieux. L'auteur a déjà fait diverses expériences sur les peaux de différents animaux, et les résultats qui ont été obtenus sont satisfaisants. Les tanneurs de Francfort n'ont pas reculé non plus devant quelques expériences de pratique entreprises sur une échelle un peu grande, et si on en peut juger par l'apparence des peaux qui ont été ainsi traitées et qui se trouvent encore dans les fosses, le procédé ne laissera rien à désirer (1).

(1) M. Dingler, dans son journal polytechnique, auquel nous empruntons cet article, déclare qu'il a fait répéter le procédé par des tanneurs d'Augsbourg, et que les résultats ont été entièrement favorables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maintenant, quant à la préparation et à l'emploi de ce moyen, quoiqu'il ne présente aucune difficulté particulière, on croit toutefois devoir présenter à ce sujet quelques détails un peu étendus.

D'abord, on se procure une cuve en bois dans laquelle on prépare avec de bonne chaux vive ordinaire, par l'arrosage et le mouillage, comme on le pratique communément, une bouillie claire de chaux. On laisse cette bouillie ou ce lait de chaux refroidir complétement, et on conduit dans la masse liquide et en agitant continuellement pour hâter l'opération et l'absorption, le gaz sulfhydrique qui se développe dans trois à quatre appareils, et d'une manière telle que les tubes qui amènent le gaz de chaque appareil plongent environ de 30 à 35 centimètres au-dessous du niveau du lait de chaux, afin de procurer un plus grand nombre de points de contact entre le lait et le gaz avant que celui-ci se dégage dans l'atmosphère.

On soutient le dégagement du gaz dans les appareils jusqu'à ce que le lait de chaux ait pris dans toute sa masse une couleur gris bleuâtre foncé. A proprement parler, il n'est pas indispensable d'arriver à cette nuance, puisqu'elle est uniquement due à des changements qu'éprouvent les matières métalliques contenues dans la chaux ordinaire; néanmoins, comme ces changements ne peuvent s'opérer tant qu'il y a encore de la chaux libre dans la masse, on voit qu'ils peuvent servir à l'ouvrier des fabriques d'indication pour faire cesser le développement du gaz.

Il est important de veiller à ce qu'il ne reste pas de trace de chaux caustique libre dans la liqueur, et il faut saturer complétement celle-ci avec le gaz qui se dégage, circonstance qui se manifeste, ainsi que nous venons de le dire, par une nuance gris bleuâtre foncé qu'elle prend, mais en outre qu'on peut reconnaître en enlevant, avec un morceau de bois, un peu de la masse (l'épaisseur environ du dos d'une lame de couteau), en la portant sur une partie du bras encore couverte de poils, et l'y laissant séjourner environ un peu moins d'un quart d'heure. Le bras le plus velu, si la liqueur est bien préparée, est dépouillé du poil qui le couvrait.

La partie du bras qui a été recouverte avec la bouillie ne doit pas faire éprouver la plus légère douleur, ni porter la moindre atteinte à la peau. Dans le cas contraire, il y aurait encore dans la masse de la chaux caustique qui n'aurait pas été combinée à du gaz et saturée, et alors il faudrait continuer le dégagement du gaz. Mais si la masse est convenablement saturée de ce gaz, elle jouit en cinq minutes, quand elle a été appliquée de l'épaisseur ci-dessus, de la propriété de faire disparaître les poils sur la partie du corps où on l'applique, et qui en serait la mieux pourvue, sans que cette partie éprouve la plus légère rougeur ou quelque autre altération apparente (1).

Le dégagement du gaz, qui doit se faire à l'air libre, exige trois choses : 1° Un ou plusieurs appareils à dégager des gaz ; 2° Du sulfure de fer préparé artificiellement ; 3° De l'acide chlorhydrique ordinaire.

L'appareil à dégager le gaz est facile à monter et à établir partout. Quant au sulfure de fer, le plus humble serrurier peut aisément le préparer, ou bien on peut se le procurer dans toutes les fabriques de produits chimiques. C'est aussi dans ces dernières qu'on trouve l'acide chlorhydrique.

Quand on veut fabriquer soi-même le sulfure de fer, voici comment il convient de s'y prendre. On fait chauffer à la forge d'un serrurier, munie d'un bon soufflet, un creuset de Hesse ou tout autre creuset en terre, jusqu'à la chaleur rouge, puis on y projette peu à peu une portion d'un mélange consistant en 3 parties de soufre et 4 parties de limaille de fer. Le soufre entre en fusion et se combine en peu d'instants avec le fer, en dégageant beaucoup de lumière. On puise alors avec une cuiller en fer la masse encore rouge, on la couvre aussitôt de poussier de charbon et on la laisse refroidir. Quand elle est froide, on la recueille et on la conserve dans des flacons ou des bouteilles à large ouverture, qu'on ferme avec un bon bouchon de liége.

L'acide chlorhydrique du commerce doit être étendu de 3 à 4 parties d'eau avant d'en faire usage pour dégager du gaz.

Pour appareil à dégager le gaz, on peut se servir d'une bouteille de verre fort, à large ouverture, et d'une capacité de un ou plusieurs litres. On adapte sur l'ouverture de cette bouteille un bouchon qui entre bien juste, puis avec une queue de rat on pratique deux trous dans celui-ci ; sur ces trous, on lute avec de la cire à cacheter un tube de verre un peu fort, de 13 millimètres de dia-

(1) Peut être serait-il plus simple, pour constater la saturation complète de la bouillie de chaux, de faire usage de papier de curcuma, qui indiquerait, par la teinte brune qu'il prendrait, la présence de la chaux caustique dans la liqueur. D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre, et d'une manière telle que lorsque le bouchon est placé sur le goulot de la bouteille, le tube s'élève de 54 à 81 millimètres au-dessus du liége, tandis que la portion la plus longue atteint presque le fond de la bouteille. La longueur de ce tube se détermine du reste d'après la hauteur de la bouteille ; il doit plonger dans cette bouteille de telle façon que son ouverture inférieure soit environ à 40 millimètres du fond de ce vase quand le bouchon est en place (1).

Dans l'autre trou du bouchon, on lute également avec de la cire à cacheter un deuxième tube en forme de siphon, aussi de 13 millimètres de diamètre ; une des branches de ce siphon, celle qui traverse le bouchon, entre dans l'intérieur de la bouteille d'environ 13 à 14 millimètres au-dessous de ce bouchon. L'autre branche, de 16 à 20 centimètres de longueur, peut, selon les circonstances, être plus courte ou plus longue. A cette branche, on fixe au moyen d'un tube de caoutchouc ou bien le goulot d'une bouteille de cette substance, un tube de verre de 50 à 65 centimètres de longueur et de même diamètre que les précédents. Ce tube pourrait aussi bien être en bois ; il plonge de 32 centimètres dans la bouillie de chaux. On pourrait n'avoir qu'un seul tube courbé au point de jonction au lieu des deux précédents, mais le mouvement qu'on imprime à la bouillie pourrait le briser, ce qui arrive difficilement quand les deux tubes sont réunis l'un à l'autre ainsi qu'il a été dit (2).

Toutes les parties de l'appareil au développement du gaz étant ainsi prêtes, on place dans la bouteille environ 250 grammes de sulfure de fer grossièrement concassé, on ferme avec le plus grand soin l'ouverture avec le bouchon, puis on place un petit entonnoir de verre sur le tube droit qui fait saillie au-dessus du bouchon, et on verse une quantité d'acide chlorhydrique suffisante pour que le sulfure de fer en soit recouvert et que l'ouverture inférieure de la portion du tube qui plonge dans la bouteille se trouve fermée par l'acide.

Le dégagement du gaz commence aussitôt et ce gaz passe dans la bouillie de chaux qu'on agite constamment. Peu à peu le dégagement s'affaiblit à mesure que l'acide se sature ; alors on en verse de nouveau par l'entonnoir, ce qui peut avoir lieu environ tous les quarts d'heure.

Si l'on a traité environ ainsi 10 litres de bouillie de chaux, et qu'on ait quatre appareils à gaz en activité, toute la chaux doit, en moins de deux à trois heures, être convertie en sulfhydrate de calcium.

Comme ce composé mis en contact avec l'air atmosphérique se décompose promptement, il est indispensable de le conserver dans des vaisseaux de verre ou de terre bien bouchés ou, ce qui est très-convenable, dans des tourilles. De cette manière, on peut le garder une année entière sans qu'il perde de son activité.

Il faut avoir l'attention d'éloigner du lieu où l'on opère, les vases de métal, les chaînes, les anneaux, les montres d'or, etc., parce que tous ces objets, sous l'influence du gaz qui se dégage, ne tardent pas à noircir.

Voici maintenant comment on fait usage de ce mélange pour débourrer les peaux.

Les peaux fraîches et en vert, ou celles qui sont déjà sèches, sont plongées dans une eau courante, puis retournées la fleur par-dessus et étendues sur une table de pierre ou de bois ; alors on en imprègne légèrement le poil avec cette bouillie au moyen d'une cuiller ou d'une truelle de bois qui sert à faire pénétrer la substance jusqu'à la racine des poils, et à bien enduire ceux-ci. On traite de la même manière une seconde peau, qu'on place ensuite poil contre poil sur la première. Ces deux peaux sont enfin recouvertes de quelques planches qu'on charge avec des pierres. On voit que de cette manière, soit en montant les peaux les unes sur les autres, ou en pile, soit en plaçant ces couples les uns près des autres, on peut, en très-peu de temps, débourrer une grande quantité de peaux.

Quand l'opération est terminée, on peut fort bien faire usage de la matière qui a servi à débourrer de grandes peaux, pour traiter des peaux plus petites et à bourre moins épaisse. Le poil d'une peau de veau est, par le moyen de ce procédé, transformé en moins de deux heures en une matière savonneuse dont on peut aisément et complétement débarrasser la peau avec l'ongle. Toute trace de poil, même sa racine, a disparu, et cela sans

(1) La longueur de ce tube se détermine, du reste, par la hauteur de la colonne liquide qu'il faut soutenir dans le deuxième tube qui plonge dans l'eau de chaux. Lorsque ce deuxième tube plonge de 32 centimètres, il faut avoir soin de donner au premier tube, par lequel on verse l'acide chlorhydrique, une longueur de 65 centimètres, parce qu'il se pourrait que par suite d'un violent dégagement de gaz, l'acide fût refoulé et projeté au dehors. D.

(2) Afin que le tube qui plonge dans la bouillie de chaux ne puisse être endommagé par l'agitation de cette masse, on peut l'enfermer dans une cage en bois, ou faite avec des lattes fixées sur les parois de la caisse. Cette disposition prévient les accidents sans nuire au dégagement du gaz. D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la peau en ait été le moins du monde endommagée ou altérée. Bien plus, quand on laisserait la masse trois à quatre heures de suite réagir sur cette peau, celle-ci n'en éprouverait pas non plus le moindre dommage, attendu que l'expérience a démontré que cette substance n'attaque que le poil et est sans action, au moins dans un temps aussi peu prolongé, sur les matières qui entrent dans la formation de la peau.

Peut-être cette rapidité dans le débourrage des peaux et la destruction complète du poil, empêcheront-elles au premier abord quelques personnes de faire usage de ce moyen; mais quand on songe aux avantages considérables que procure le nouveau procédé, on sera probablement disposé à renoncer à la vente de ce poil et aux légers bénéfices qu'il procure. Dans les procédés en usage, il faut plus de semaines pour débourrer les peaux, qu'on ne met de quarts d'heure pour obtenir le même résultat par le nouveau moyen. Indépendamment de cela, on n'a point à craindre que la peau soit jamais attaquée et détériorée par cette opération. On évite en outre l'action si nuisible de la chaux sur le cuir, parce qu'ici ce n'est pas avec de la chaux, mais avec un sel neutre de chaux qui ne communique au cuir aucune qualité cassante, qu'on traite les peaux; le sulfhydrate de calcium ne pénètre pas en outre, ainsi que le fait la chaux, dans la substance de la peau; il n'a au contraire pour elle, pas plus que pour la matière grasse ou la matière fibreuse, aucune affinité sensible ou apparente.

Ce procédé doit s'appliquer avec beaucoup d'avantage pour débourrer les peaux des cuirs mous, dits *de molleterie*, qui servent à confectionner le dessus des chaussures, et il ne sera pas moins utile pour celles dont on fait le cuir de semelle, puisqu'il écarte parfaitement tous les dangers qui pouvaient résulter pour celle-ci de l'*échauffe* ou d'une fermentation mal dirigée. Dans ces peaux à l'échauffe, non-seulement on remarque des taches, mais souvent les peaux entières sont perdues et brûlées.

Quand ce procédé n'aurait d'autre avantage que de rendre inutile le travail par la chaux ou le *plamage*, il serait encore assez intéressant pour se recommander à tous ceux qui s'occupent du débourrage des peaux. Au reste, c'est un fait curieux que la substance employée agisse avec une incroyable énergie sur les substances pileuses qui, abandonnées aux circonstances ordinaires, résistent pendant des siècles à la décomposition.

Il n'y a pas de doute que lorsque le nouveau mode de débourrage des peaux sera devenu général, on verra s'évanouir complétement les plaintes qu'on entend se renouveler si fréquemment sur les cuirs des empeignes de nos chaussures qui se cassent ou s'entr'ouvrent souvent au bout de peu de temps; au moins, si le procédé ne parvient pas à remédier entièrement à ce défaut, il fait espérer qu'il le rendra moins fréquent. En effet, l'échauffe des peaux, ainsi que le plamage, qui, dans la préparation des cuirs, sont des opérations qu'on considère comme nécessaires pour mieux faire prendre la couleur, sont généralement on ne peut pas plus nuisibles à la qualité de ces cuirs; c'est, au reste, une chose dont tout tanneur, exempt de préjugé, pourra aisément se convaincre en comparant des cuirs préparés de cette manière avec ceux qui ne l'ont pas subie, et si le nouveau procédé rend inutile l'échauffe et le plamage sans que le cuir marche moins bien dans les fosses, on doit convenir que ses avantages sont bien réels et décisifs.

Beaucoup de tanneurs ont déjà mis ce moyen en pratique et en ont rendu un bon témoignage. Deux habiles ouvriers ont aussi fait connaître leur opinion à ce sujet, en déclarant qu'une peau préparée ainsi était parfaite et sans défauts; qu'après que le sulfhydrate de calcium eut été porté sur le poil et répandu, on pouvait, au bout d'environ une heure de contact, enlever avec une facilité extraordinaire et complétement, même la racine du poil; que le côté de la fleur ainsi dépouillé avait un aspect irréprochable, et sans qu'on eût à redouter les accidents ou les défauts si fréquents dans l'emploi de la chaux. La peau débourrée prend bien la couleur, et elle ne donne pas lieu à des phénomènes particuliers propres à accroître le travail ou la surveillance. Ces peaux, ainsi préparées, sont soumises aux mêmes procédés de tannage que les autres, sans la moindre différence dans le travail.

Nous engageons les tanneurs à faire l'essai de ce procédé, car l'avantage seul de dispenser de l'échauffe et du plamage payera amplement les frais qu'on pourrait faire à cet égard.

Révivification du charbon animal.

La consommation du charbon animal étant devenue considérable depuis que l'industrie sucrière a pris en France un si grand développement, le prix de ce produit s'est élevé, et cette élévation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix a augmenté les frais de fabrication du sucre. Pour diminuer ces frais, on a cherché à faire servir le charbon plusieurs fois de suite au raffinage après lui avoir fait éprouver une révivification en le soumettant à une chaleur considérable ; ce qui s'opère en le plaçant dans des cylindres ou cornues qu'on chauffe jusqu'au rouge.

Dans ce procédé on a remarqué qu'une grande partie du charbon s'agrégeait en masse dans la cornue, et comme pour opérer la révivification complète de ce charbon contenu dans cette cornue, et pour atteindre ainsi la portion située au centre, il faut donner un très-violent coup de feu, il s'ensuit que les parties extérieures du charbon, ou celles qui sont les plus voisines des parois, se vitrifient presque complétement, ce qui lui fait perdre en grande partie, si ce n'est même complétement, ses propriétés décolorantes, souvent même avant que la masse au centre ait été suffisamment chauffée pour être convenablement révivifiée.

Il paraît qu'on commence à faire usage, pour cette révivification, d'un appareil plus convenable, où le charbon n'est plus soumis qu'à un degré de chaleur lent et graduel, afin que toutes les parties se trouvent à leur tour révivifiées, et sans qu'aucune portion soit soumise à une chaleur capable de détériorer le produit.

Cette opération s'exécute ainsi qu'il suit : On a un four à réverbère, disposé pour recevoir des tablettes de fonte reposant sur des appuis. C'est sur ces tablettes qu'on dispose le charbon animal en couches minces. Par exemple, une de ces tablettes sur laquelle on vient d'étaler du charbon est placée dans la partie du four où la température est le moins élevée, et lorsqu'elle y est restée un certain temps que l'expérience apprend à connaître, on la fait avancer dans un point plus chaud, ou bien on pousse le charbon qui la recouvre sur une autre tablette plus voisine de la source de chaleur, et ainsi de suite successivement jusqu'à ce qu'on atteigne la température la plus élevée à laquelle il faut soumettre le noir pour le révivifier complétement.

Il faut avoir l'attention de remuer continuellement le noir sur les tablettes, afin qu'il éprouve partout un même degré de chaleur.

On conçoit qu'on peut ainsi retirer le noir au moment où on le juge convenable, la chaleur augmentant progressivement d'un point à un autre du four ; mais ce qu'il est nécessaire d'observer, c'est que les tablettes ne soient jamais exposées à une chaleur qui dépasse le rouge.

Par cette méthode, la totalité du charbon se trouve révivifiée, et l'on n'éprouve pas de perte, comme dans les anciens procédés, par la vitrification des matières.

Appareil à saccharifier la fécule.

Dans la distillerie de l'institut agronomique de Hohenheim, on vient de faire l'essai d'un appareil de saccharification des fécules dû à M. Siemens, et qui repose principalement sur la réduction en bouillie des pommes de terre en vase clos.

Cet appareil consiste en un tonneau horizontal, traversé par un arbre auquel sont fixés des ailettes ou bras, qui réduisent aussitôt en une sorte de bouillie les pommes de terre à mesure qu'elles tombent de l'appareil à vapeur qui a servi à les faire cuire. Le tonneau de M. Siemens présente sur les autres appareils ces avantages, qu'il est simple, d'une manœuvre facile et fait beaucoup de travail. Ce qui constitue surtout son principal mérite, c'est que le malt ou grain germé qu'on y introduit s'y trouve directement en contact avec les grains de fécule de la pomme de terre, rendus libres par la division parfaite des tubercules, de façon que la diastase de ce malt agit aussitôt sur eux pour les transformer immédiatement en dextrine.

Cette circonstance n'est pas indifférente, car on a dû remarquer que dans les appareils ordinaires, où les pommes de terre cuites à la vapeur sont imparfaitement écrasées et divisées au moulin, l'albumine qui enveloppe les grains de fécule se durcissait lorsque ceux-ci se refroidissaient, circonstance qui s'opposait à ce que la matière qu'ils renferment se réduisît promptement et complétement en dextrine sous l'influence du malt.

Afin de se convaincre des avantages de l'appareil de M. Siemens, les administrateurs de l'institut agronomique de Hohenheim ont fait faire sous leur direction des expériences comparatives avec cet appareil et avec un moulin ordinaire à écraser les tubercules cuits pour la cuve à saccharifier; les expériences ont eu lieu sur des poids égaux de matières, telles que pommes de terre, grain germé et levure, et on s'est servi des mêmes appareils de distillation conduits de la même manière le plus exactement possible. Voici les résultats :

L'appareil Siemens a donné avec 47 kilogrammes de pommes de terre qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contenaient 21 p. °/₀ de fécule et 3 kilog. de malt, 7 litres 95 centilitres d'eau-de-vie de 12° Beck (19° Cartier ou 50° alcoomètre centésimal), à la température de 12° Réaumur, ou bien des pommes de terre seules, 6 litres 75 centilitres (1).

Avec le moulin à pommes de terre ordinaire, on n'a retiré du même poids de matières que 7 litres 22 centilitres d'eau-de-vie, ou seulement 6 litres, déduction faite de celle produite par le grain, et par conséquent 75 centilitres de moins par quintal métrique de pommes de terre.

Nouveau composé d'acide sulfurique et d'oxide d'azote.

Par M. H. Rose, de Berlin.

La théorie de la fabrication de l'acide sulfurique n'est pas encore suffisamment arrêtée pour qu'on puisse négliger les faits nouveaux qui s'y rattachent et qui peuvent avoir pour conséquence de perfectionner l'art de produire cette utile substance; c'est ce motif qui nous détermine à donner un extrait succinct d'un mémoire que M. H. Rose vient de lire récemment à l'Académie de Berlin, sur un composé nouveau d'acide sulfurique et d'oxide d'azote qu'il a découvert, et qui pourrait bien jouer un rôle dans les chambres en plomb où se fabrique l'acide sulfurique.

Si on fait arriver du gaz oxide d'azote sec dans de l'acide sulfurique anhydre, on obtient un corps blanc, dur, non fumant, qui attire promptement l'humidité de l'air et se résout peu à peu en un liquide incolore qui n'est pas non plus fumant. Jeté dans de l'eau, ce corps se dissout aussitôt en répandant en abondance des vapeurs rouges. La dissolution contient de l'acide nitrique et de l'acide sulfurique. Si on le jette dans l'eau dans un ballon où on a fait le vide, il dégage aussitôt un gaz incolore qui forme des vapeurs rougeâtres dès qu'on introduit l'air atmosphérique dans le ballon.

L'acide sulfurique concentré dissout en grande quantité ce composé d'acide sulfurique anhydre et d'oxide d'azote, et on ne peut parvenir par l'application de la chaleur à chasser l'oxide d'azote de la solution. Si on étend cette solution avec de l'eau, il se dégage immédiatement avec le contact de l'air d'abondantes vapeurs nitreuses. Quand on jette une petite quantité de ce composé dans une dissolution de vitriol vert, celle-ci se colore aussitôt fortement en noir. Dans beaucoup d'autres solutions salines, on ne remarque au contraire dans ce cas aucun changement.

L'alcool transforme ce corps en éther nitrique. Avec l'ammoniaque, il produit du sulfate de cette base.

A une haute température et avec le contact de l'air, il est complétement volatil.

Dans ce composé comme dans les sulfates neutres, l'acide contient 3 fois plus d'oxigène que l'oxide d'azote.

Essai des savons d'huile de coco.

On sait que depuis quelque temps on prépare avec l'huile de coco un savon qui aujourd'hui commence à se répandre dans le commerce, où on le livre à un prix très-modéré; mais ce qu'on ignore, c'est que pour être de bonne qualité, ce savon ne doit renfermer que l'eau qui est chimiquement nécessaire pour sa constitution. Malheureusement l'huile de coco saponifiée jouit de la propriété, sous certaines conditions que les fabricants connaissent et savent mettre à profit, d'absorber plus de 40 pour 100 d'eau, et cela, sans que le savon qu'elle donne perde ses principaux caractères et qu'il soit possible de s'en apercevoir par son aspect extérieur, ou un état plus grand de mollesse, comme c'est le cas avec le savon ordinaire.

On cite même des savons d'huile de coco qui contenaient jusqu'à 53 pour 100 d'eau en excès, sans qu'on pût le soupçonner à la simple vue et au toucher; car ils étaient complétement secs tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, quand on les coupait, blancs et homogènes.

Comme en définitive la seule matière utile dans un savon est le composé d'huile et d'alcali avec l'eau nécessaire pour que la combinaison chimique de ces deux substances ait lieu, on conçoit que c'est seulement la quantité de ce composé qu'on vous livre, qu'il s'agit de payer, et qu'à quelque bas prix qu'on vous vende un savon saturé d'eau, il est présumable que vous êtes encore dupe et le payez au-dessus de sa valeur réelle. En conséquence, il était intéressant de pouvoir s'assurer si le savon d'huile de coco ne renfermait pas d'autre eau que celle de combinaison, et M. Runge, savant chimiste de Berlin, a proposé à cet effet le moyen suivant :

On place dans une cuiller en fer, sur un feu de charbon ou sur la flamme d'une

(1) On calcule en Allemagne qu'on retire de 100 kilog. d'orge germé 40 litres d'eau-de-vie à 50° à l'alcoomètre centésimal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lampe à esprit-de-vin, un morceau de savon qu'on veut essayer. Si ce savon ne fond pas, ou ne se fond qu'avec difficulté et brûle presque aussitôt, c'est un savon dur et de bonne qualité. Mais si, au contraire, le savon, quoique dur en apparence, fond presque aussitôt et se transforme en une masse savonneuse limpide qui commence immédiatement à bouillir en dégageant beaucoup de vapeur aqueuse, on est certain alors que c'est un savon sursaturé d'eau et de basse qualité.

Tabac de feuilles de betteraves.

Depuis que l'habitude malpropre de fumer du tabac s'est généralement répandue, on a tenté à diverses reprises de remplacer les feuilles de cette plante par celles d'autres végétaux qui ne présentent aucun principe narcotique, et dont il serait moins dangereux d'introduire la fumée dans les voies respiratoires. En Allemagne, où la pipe est partout en honneur, on a eu l'idée, à Baden principalement, de mélanger en quantité considérable des feuilles desséchées de betteraves avec le tabac ordinaire, ou même de les débiter seules et à bas prix aux fumeurs. Comme en définitive la plupart de ceux-ci ne caressent la pipe ou le cigarre que par dé-œuvrement, et par habitude, peu importe à peu près la substance qu'ils convertissent en fumée ; seulement si ce mélange ou ce nouveau tabac était admis en France, il aurait l'avantage de donner une valeur aux feuilles de betteraves qui n'en ont presque aucune, et d'alléger encore les frais de culture de cette précieuse racine.

Mélange s'enflammant spontanément.

A Treptow, en Poméranie, l'atelier d'un artificier a sauté en l'air, par suite, ainsi que cela paraît s'être déjà présenté, de l'inflammation spontanée d'un mélange de strontiane et de potasse destiné à entrer dans la composition des étoiles d'artifice, et qu'on avait exposé au soleil. Il faut d'autant mieux se mettre en garde contre ces combinaisons qu'on avait déjà observé qu'un mélange de chlorate de potasse, de nitrate, de strontiane et de soufre, s'enflammait spontanément sans qu'on eût besoin de l'exposer aux rayons directs du soleil, et qu'il en était de même d'un mélange de chlorate de potasse, de nitrate de strontiane, de soufre, d'antimoine et de zinc.

Collage des feuilles de papier.

On a indiqué depuis peu un moyen simple pour unir des feuilles de papier sans produire ces rides qu'on observe constamment quand on se sert de colle ordinaire ou d'autres solutions aqueuses. Ce moyen consiste dans l'emploi d'une solution très-épaisse de caoutchouc appliquée sur les bords qui doivent être réunis. On laisse sécher un instant, et l'enduit doit devenir gluant ou pâteux avant de poser les feuilles l'une sur l'autre. Les architectes, les dessinateurs, etc., trouveront sans doute cette méthode très-commode. On n'indique pas la manière de faire la solution de caoutchouc, mais toute huile essentielle qui ne tachera pas le papier sera propre à cet usage.

Progrès de l'Industrie vinicole dans le Wurtemberg.

On écrit de Stuttgard, et on nous communique une note sur la fabrication des vins qui mérite la plus sérieuse attention de la part de nos propriétaires de vignobles, et c'est pour cette raison que nous nous empressons de leur communiquer.

Parmi les diverses branches d'industrie qui prospèrent aujourd'hui le plus dans le Wurtemberg, celle qui paraît procurer les bénéfices les plus considérables, sans occasionner de bien grands frais, est assurément la fabrication des vins, façon Champagne. Une seule maison d'Esslingen en expédie annuellement plus de trente mille bouteilles qui la plupart se dirigent vers la Russie ; elle donne à elle seule de l'ouvrage à une verrerie du Schawarzwalde Wurtembergeois. Indépendamment de cette fabrique, il en existe d'autres plus considérables encore à Heilbronn et à Weinsberg, qui consomment un nombre plus grand encore de bouteilles. Enfin on en rencontre aussi en assez grande quantité de plus petites dans les villes. Ces fabriques ont eu une influence avantageuse et très-étendue sur l'amélioration de nos vins, car comme on ne peut faire usage ici que des premières qualités de vins pour imiter le champagne, il s'en est suivi que les vignerons et les propriétaires ont fait des efforts à l'envi les uns des autres pour améliorer leurs cépages et perfectionner leurs produits afin d'en élever le prix ou d'en accroître le débit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Machine à tailler les pans des écrous et des têtes des boulons,

Par M. HALEY, mécanicien à Manchester.

Cette machine est destinée à tailler à quatre pans, en heptagone, en octogone ou de toute autre forme polygonale, les écrous et les têtes des boulons; à leur donner des arêtes vives, une forme rigoureusement exacte et un fini soigné. La machine fait seule tout le travail et n'a besoin que d'un enfant pour fournir les écrous ou les boulons tels qu'ils sortent de la forge, et pour les enlever quand les pans en sont taillés.

Les figures 1 à 7 représentent cette machine :

PLANCHE I. *Fig.* 1re. Vue en élévation et par le devant de la machine;
fig. 2. Élévation latérale gauche;
fig. 3. Coupe verticale;
fig. 4. Plan;
fig. 5. La machine vue par dessous;
fig. 6. Détails de l'arbre à écrou et de son canon;
fig. 7. Vue en élévation et en plan d'une came hélicoïde.

Légende.

aa Bâti en fonte de la machine;
bb Table portée par le bâti;
cc Chariot à poupées;
dd Coulisseaux portés par la table *bb*;
ee Plateau glissant sur les coulisseaux *dd*;
ff Autres coulisseaux sur lesquels glisse le chariot sur le plateau;
gg Arbre monté sur les poupées *cc*;
h Poulie qui communique le mouvement à la machine;
i Pignon;
j Roue dentée engrenant avec le pignon;
kk Second arbre portant la roue *j*;
l Outil à tailler les pièces;
m Poulie montée sur l'arbre *k*;
n Autre arbre vertical et porte-écrou;
o Canon de cet arbre;
p Support de l'arbre et de son canon;
q Écrou vissé sur l'arbre et qu'il s'agit de tailler;
r Roue d'ajustement à manivelle;
s Arbre de cette roue fileté à l'extrémité;
t Écrou lié au chariot *c*;
u Pignon extérieur sur l'arbre *k*;
v Roue dentée montée sur l'axe *w*;
x Pignon sur le même axe;
y Roue dentée fixée sur l'arbre *z*;
z Arbre à cames;
1 Came à surface hélicoïde et conique, montée sur cet arbre;
2 Boulon passant dans un coulisseau du chariot;
3 Queue de ce boulon en contact avec la came;
4 Ressort destiné à ramener le chariot;
5 Goupille sur laquelle agit ce ressort;
6 Tige à vis qui fait marcher le boulon 2 dans une coulisse;
7 Autre came cylindrique et à base en plan hélicoïde, montée aussi sur l'arbre *z*;
8 Barre mobile dans des guides et appuyée par une de ses extrémités sur le plan hélicoïde de la came;
9 Petite crémaillère montée librement sur la barre;
10 Quart de cercle denté tournant librement autour du canon *o*;
11 Cliquet porté par le quart de cercle;
12 Ressort qui repousse la barre à sa première position;
13 Goupille sur laquelle presse le ressort;
14 Roue à crochet adhérente au canon *o*, et poussée par le cliquet 11;
15 Plaque ou plate-forme divisée du canon *o*;
16 Levier d'arrêt de cette plaque;
17 Crochet mobile sur la barre 8;
18 Petit levier que fait basculer le crochet;
19 Manche ou fourchette pour fixer sur la table l'arbre *n* et son canon.

Description et jeu de la machine.

Sur le bâti en fonte *aa* est placé un établi ou table *bb* également en fonte qui porte, au moyen d'une table intermédiaire *ee*, le chariot à poupées *cc*. La table intermédiaire peut glisser sur la table *bb* dans des coulisseaux en queue d'aronde *dd* en entraînant de droite à gauche ou de gauche à droite le chariot *cc*. De son côté, ce chariot glisse lui-même sur la table intermédiaire et d'avant en arrière, ou réciproquement, dans des coulisseaux de même forme *ff*; de ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nière que ce chariot peut marcher à volonté dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre.

Un arbre *gg* auquel l'appareil moteur communique le mouvement par la poulie *h* est monté sur les poupées *cc* du chariot et porte le pignon *i* qui, en engrenant dans la roue dentée *j*, transmet son mouvement de rotation à un second arbre *kk* qui porte à son extrémité l'outil *l* qui sert à tailler les écrous et les têtes de boulons. Vers le milieu de ce dernier arbre *k* il y a une poulie *m* qui peut recevoir directement le mouvement du moteur de la machine quand l'on n'a pas besoin que l'outil ait une marche aussi ferme et aussi stable. Dans ce dernier cas, il faut commencer par désengrener le pignon *i*.

Un arbre vertical porte-écrou *n* embrassé par un canon *oo* (fig. 6) est monté sur le support *p*, fixé dans une position convenable sur la table *b* de la machine. La fig. 6 qui représente en élévation et en coupe verticale les pièces qui composent cette portion de la machine, permettra mieux d'en comprendre le mécanisme. Seulement il faut savoir que l'écrou qu'il s'agit de tailler est vissé sur l'extrémité supérieure filetée de cet arbre *n*, comme on le voit en *q*, et que les boulons sont vissés sur un arbre creux taraudé comme un écrou, ainsi qu'on le voit en *n'n'*.

Pour mettre la machine en action, l'ouvrier commence par faire tourner la roue d'ajustement *r* que porte l'arbre horizontal *s*. Cet arbre, taillé en vis à son extrémité, passe, ainsi qu'on le voit fig. 3, sous la table *bb* de la machine, et en tournant fait mouvoir l'écrou *t* qui est lié fortement au plateau du chariot *cc*, lequel, comme on l'a vu, porte les arbres, les engrenages et l'outil; par conséquent ce plateau glisse dans le coulisseau *dd* de la table et amène l'outil tournant sur l'écrou ou la tête du boulon, lorsque ceux-ci ont été ajustés de façon à présenter dans une position convenable le pan qui doit être taillé (fig. 2 et 4).

Lorsque le plateau a marché convenablement et dans le sens longitudinal de la table, jusqu'à la hauteur de l'écrou ou du boulon qu'il s'agit d'équarrir, un autre mouvement en avant ou en arrière est imprimé au chariot sur les coulisseaux *ff*, afin de faire avancer graduellement l'outil sur la facette de l'écrou ou la tête du boulon. Ce mouvement s'opère par le secours d'un pignon *u* monté sur l'extrémité de l'arbre *k* prolongé au delà de la poupée. Ce pignon engrène dans la roue *v* enfilée sur un axe *w*, lequel porte en outre un autre pignon *x* qui engrène à son tour avec la roue dentée *y* fixée à l'extrémité de l'arbre horizontal *z*. Sur cet arbre *z* qui passe sous la table *bb* (fig. 3) dans des colliers, est montée solidement une came formant une surface hélicoïde et conique (fig. 7) qui tourne avec lui, et un boulon à écrou 2 passant à travers une mortaise pratiquée dans les tables *bb* et *ee*. Ce boulon est terminé par une pièce plate ou queue en métal 3, sur laquelle agit la came conique.

On conçoit que le boulon 2 ayant été fixé fortement sur le chariot, en serrant son écrou, la came pousse, à mesure qu'elle tourne, la queue du boulon devant elle, lequel entraîne nécessairement ce chariot de droite à gauche, et par conséquent amène l'outil sur l'écrou ou la tête qu'on veut tailler.

Lorsque cette came a complété sa révolution, tout est disposé pour que l'outil ait complétement achevé le pan qu'il s'agissait de tailler; le boulon 2 ainsi que sa queue échappent alors à cette came, dans le creux ou origine de la surface hélicoïde, et par conséquent ramènent le chariot à sa première position. Alors le chariot est en état de recommencer une autre opération et de tailler les autres dans des écrous qui sont successivement présentés à l'outil.

Quand on juge qu'il est nécessaire d'augmenter l'étendue de la marche du chariot et de l'outil dans le cas où l'on a de plus grands écrous ou boulons à tailler, on y parvient en desserrant l'écrou du boulon 2, et en le faisant glisser dans une coulisse qui existe sur la plaque du chariot. Ce dernier mouvement s'opère en tournant une petite tige à vis 6 (fig. 1er), qui traverse le boulon 2 et vient butter à l'extrémité de la coulisse. On comprend qu'on peut ainsi accroître l'étendue du chemin que la came conique fait parcourir à la queue du boulon, en repoussant cette queue vers la base de la surface hélicoïde conique, et qu'on la diminue en la poussant vers son sommet.

Au moment où la queue 3 du boulon 2 échappe à la came conique 1, ou que l'outil recule avec le chariot dans le sens longitudinal de la machine, il faut faire changer la position de l'écrou ou du boulon soumis à l'opération de la taille, et présenter à cet outil une nouvelle surface brute de ces pièces. Cette partie de l'opération s'exécute ainsi :

Sur l'arbre horizontal *z* il existe une autre came 7. Cette came est cylindrique sur sa surface convexe; mais une de ses bases forme un pas de vis ou un plan incliné hélicoïde (fig. 3 et 5). Sur ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plan, s'appuie l'extrémité d'une barre mobile 8 qui glisse dans des guides pratiqués dans la table *b*. Cette barre a une petite crémaillère 9 qui engrène dans un quart de cercle denté 10, lequel tourne librement autour du canon *oo*. Enfin le quart de cercle est muni d'un oreillon sur lequel se trouve le cliquet 11.

Maintenant, lorsque la came 7 a terminé une révolution entière, la barre 8 a glissé en avant en s'appuyant par son extrémité sur le plan hélicoïde. La crémaillère, ainsi que le quart de cercle et le cliquet, ont alors marché et sont arrivés à la position marquée au pointillé dans la fig. 3. A cet instant, le ressort 12, agissant sur la goupille 13 fixée sur la barre, ramène celle-ci au sommet du plan hélicoïde, où elle reprend sa première position (fig. 3). Ce retour de la barre qui a lieu à l'instant où l'outil *l* a terminé un des pans de l'écrou, force le cliquet 11 à pousser devant lui et à faire tourner la roue à crochet 14, et avec elle le canon *o*, auquel elle est intimement liée. L'arbre *n* qui porte l'écrou ou le boulon à tailler, participe donc au mouvement de rotation communiqué ainsi à son canon *o*, et vient présenter un autre pan à l'action de l'outil.

On voit aussi dans les fig. 1 et 4 une plaque ou plate-forme 15 attachée à l'arbre *n* et à son canon *o*. Cette plaque est divisée en autant de parties qu'il faut tailler de pans sur les écrous ou les têtes des boulons, et à chacune des divisions elle porte une encoche ; celle représentée est destinée à tailler en hexagone. Un levier à bascule et d'arrêt 16 retient la roue en place pendant la taille de l'un des pans. Pour dégager ce levier quand le pan est taillé, il existe un petit crochet 17 (fig. 3) mobile sur une broche implantée sur le plat de la barre glissante 8 ; lorsque cette barre est poussée en avant par la rotation de la came 7, alors ce crochet se lève et saisit le bras d'un petit levier 18; au retour de la barre ce crochet fait basculer ce levier, lequel étant fixé sur un axe commun avec le levier 16, le fait également basculer de l'encoche, le dégage, rend libre la plaque 15 et lui permet de tourner jusqu'à ce que le dernier levier retombe dans l'encoche ou division suivante ; alors la plaque se trouve de nouveau fixée, et avec elle l'écrou ou le boulon qui ont été amenés dans une nouvelle position pour tailler un autre pan.

La petite crémaillère 9 peut glisser librement dans une faible étendue au moyen de ses vis d'ajustement qui jouent dans des coulisses poussées dans la barre 8 (fig. 3), afin que le levier d'arrêt 16 puisse être dégagé des encoches de la plaque, un peu avant la révolution de celle-ci, c'est-à-dire que ce mouvement de dégagement doit légèrement précéder la rotation de la plaque, quoique ces deux mouvements soient empruntés aux mêmes organes, savoir la came 7 et la barre glissante 8.

Lorsqu'on veut placer sur la machine des écrous ou des têtes de boulons qui diffèrent par leurs dimensions des pièces sur lesquelles on a opéré jusque-là, il faut faire usage d'un autre arbre vertical *n*, ainsi que d'un autre canon *o* correspondant au diamètre des nouvelles pièces qu'on veut travailler. L'arbre *n* peut être enlevé en tournant le manche ou fourchette 19 (fig. 6) qui dévisse l'écrou qui le retenait sur la table. On enlève alors cet arbre et son canon, et on les remplace par d'autres.

De légères modifications dans cette machine pourraient, suivant l'inventeur, la rendre propre à tailler des dents sur la périphérie des roues qui doivent être dentées. On peut introduire aussi un petit mandrin sur le nez de l'arbre *n*, au lieu de l'outil, et façonner ainsi les faces inférieures et supérieures des écrous, ou la tête et l'embase des boulons comme sur un tour ordinaire.

Machines à fabriquer les vis à bois.

Par M. T. M. Woodyatt, fabricant de vis à Cookeley, dans le Worcester, et S. Harrison, ouvrier à Birmingham.

Cette machine a pour but de fabriquer le filet des vis à bois, de planer et façonner leur tête.

D'après le mode employé jusqu'ici, le filet des vis à bois qui s'exécute sur le tour se travaille au moyen d'un burin. Cet outil exige qu'on l'affile avec le plus grand soin, et l'on sait que souvent tout le succès d'une fabrique de vis à bois dépend de la bonne conduite de l'affûteur. Avec les machines qui ont été employées jusqu'à présent, on est donc obligé de chômer lorsque les burins ne sont plus affûtés, et c'est ce qui a déterminé plusieurs fabricants de ces sortes devis à faire usage de machines où l'on a substitué aux burins des coussinets filetés. Ces machines, dont plusieurs sont brevetées, présentent cependant un inconvénient ; c'est que les coussinets s'usent assez promptement et qu'il est à peu près impossible de les réparer. Dans la machine de MM. Woodyatt et Harrison, au contraire, les coussinets peuvent être détrempés, filetés de nouveau et retrempés un grand nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fois, afin qu'ils mordent constamment avec énergie. De plus, on peut les affûter à la pierre. Voici d'abord la description des machines à fileter les vis.

PLANCHE I, *fig.* 8. Élévation latérale de la machine.

fig. 9. Coupe verticale au-devant des leviers *bb*.

fig. 10. Plan de la machine.

fig. 11. Pas de vis des coussinets fileteurs.

fig. 12. Coussinets fileteurs.

fig. 13. Appareil qui communique un mouvement alternatif aux arbres des machines.

fig. 14. Coussinets porte-vis.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

Légende.

aa	Établi semblable à l'établi d'un tour, mais d'une plus grande longueur, afin de recevoir plusieurs machines à tailler les vis à la suite les unes des autres.
a^1a^1	Coussinets filetés qui servent à tailler les vis.
a^2a^2	Vis de pression des coussinets dans leurs boîtes à coulisse.
bb	Leviers portant les boîtes des coussinets.
b^1b^1	Axe des leviers à boîtes.
c	Levier de pression qu'on peut faire basculer au moyen d'une verge et d'un étrier.
c^1	Axe du levier de pression.
d	Poids qui entraîne le levier de pression.
e	Arrêt des leviers à boîtes.
$f^1f^2f^3$	Liens à articulations qui assemblent les branches inférieures des leviers *bb* au levier de pression *c*.
g	Arbre de la machine. C'est lui qui porte les vis en blanc pendant qu'elles sont filetées.
g^1g^1	Supports à coussinets et à vis de l'arbre principal.
g^2	Vis régulatrice, c'est-à-dire servant à ajuster l'arbre suivant la longueur des vis à fileter.
h	Poulie à gorge qui communique le mouvement de rotation du moteur à cet arbre.
i	Manchon enfilé sur l'arbre et pouvant glisser sur lui. Il porte deux collets.
j	Levier ayant son point de rotation à l'extrémité sur un support, et reposant entre les collets du manchon.
j^1	Galet placé sous ce levier pour qu'il ne s'oppose pas à la rotation du manchon.
k	Goupille implantée sur l'arbre et entrant dans une entaille faite dans un prolongement du manchon, afin que l'arbre entraîne celui-ci dans son mouvement de rotation.
l	Tenailles mobiles à leur centre sur des goupilles et unies, à articulations par l'extrémité de leurs branches, au prolongement du manchon.
mm	Coussinets porte-vis (*fig.* 14) dont la queue passe par des mortaises percées dans les mâchoires des tenailles et y est fixée par un écrou.
n	Goujon à vis fixé sur le nez du tour contre lequel butte la tête de la vis en blanc.
o	Chariot qui fournit les vis en blanc à la machine.
p	Guides du chariot.
q	Tenon soudé près de l'extrémité antérieure du chariot.
r	Ressort qui maintient la pointe de la vis en blanc dans une cavité creusée sur le tenon.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *fig.* 14. Appareil pour donner un mouvement alternatif de rotation à l'arbre porte-vis de la machine.

Description et jeu de la machine.

Les coussinets filetés a^1a^1 qu'on voit séparément sur une plus grande échelle, par leur face filetée *fig.* 10, et latéralement *fig.* 11, sont des barreaux plats d'acier dressés avec le plus grand soin, surtout sur leurs faces latérales, afin que quand on les enlève de leurs boîtes à coulisses ou fûts, et qu'on les y replace, ils s'y ajustent avec précision et fonctionnent avec régularité. Les talons de ces coussinets ont été abattus et les filets taillés exactement au centre. Pour tailler ces coussinets, on les rapproche l'un de l'autre jusqu'à une certaine distance en les faisant glisser dans leurs boîtes, puis on y pratique l'échancrure nécessaire et on y fait passer le taraud ou la mère comme pour les coussinets ordinaires. Ces coussinets étant filetés, on enlève au burin les filets alternatifs pour avoir une moindre quantité de métal à couper et refouler à la fois, et en outre, pour opérer le dégorgement des copeaux. Alors on les trempe et on les fixe et ajuste dans leurs boîtes au moyen des vis de pression a^2a^2.

Les leviers *bb* qui portent les boîtes, sont disposés de manière à se rappro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cher continuellement l'un de l'autre, ainsi que les coussinets qu'ils portent à mesure que le filet de la vis qu'on fabrique s'approfondit. Pour cela, le levier de pression *e*, qui a son centre de rotation en c^1, porte à l'extrémité d'un de ses bras le poids *d*; sur l'autre bras, il est attaché comme on le voit aux extrémités des leviers *bb* par un assemblage de tiges $f^1 f^2 f^2$, toutes mobiles sur des boulons : quand on abandonne le poids *d*, les coussinets sont constamment poussés l'un vers l'autre ; mais aussitôt que l'ouvrier qui surveille la machine met le pied sur un étrier lié par une verge au second bras du levier *c*, il le fait basculer, éloigne ainsi les coussinets et enlève la vis qui a été filetée.

Pour que les coussinets, pendant le travail, ne se rapprochent pas jusqu'au contact, ce qui détériorerait le filet ou nuirait à la marche de la machine, il y a sur le support monté sur établi un arrêt *e* qui s'oppose à ce rapprochement, dans le cas où le conducteur des machines viendrait à oublier d'enlever la vis qui vient d'être terminée et d'en placer une autre en blanc à sa place.

On voit, par cette disposition, qu'une seule personne peut surveiller plusieurs machines ; car une fois qu'elle a fourni une vis en blanc à l'une de ces machines, celle-ci travaille seule jusqu'à ce que le filet soit entièrement taillé.

C'est l'arbre *g*, monté dans des coussinets sur deux supports $g^1 g^1$, qui reçoit le mouvement de rotation du moteur par la poulie *h ;* mais comme il faut, après que la longueur de cet arbre a été ajustée par la vis g^2 à celle des vis à fabriquer, qu'il prenne un mouvement, d'abord dans une direction, puis ensuite dans un sens contraire, c'est-à-dire que la vis en blanc entre d'abord entre les coussinets jusqu'à la hauteur où elle doit être filetée, puis ensuite en ressorte, un mécanisme, représenté dans la figure 13, est destiné à donner le mouvement alternatif aux arbres de deux machines à la fois.

Dans cette figure, 1 est une manivelle tournant autour d'un axe quelconque et mise en mouvement par la machine à vapeur ou toute autre machine, 2 une bielle de communication qui transmet le mouvement au levier coudé 3 tournant sur un axe 4. Ce levier porte des coulisses afin de varier les distances des points auxquels lui sont attachés d'une part la bielle 2, et de l'autre le levier d'embrayage 3. Ce levier porte un cran qu'on pose à cheval sur une tige de manivelle 7, fixée sur un des rayons de la roue 6. En ajustant convenablement les distances respectives des points où la bielle 2 et le levier 3 sont réunis au coude 3, on peut donner à la roue 6, quand la manivelle 1 est en prise, un mouvement alternatif de rotation de telle étendue qu'on voudra, mouvement alternatif qu'on transmet par les cordes sans fin 8,8 aux poulies *hh*, et par suite aux arbres de deux machines placées l'une à côté de l'autre. A l'extrémité du levier 5 est attachée une corde 9 passant sur les poulies de renvoie 10,10. Cette corde, aussi à la portée de la personne qui dirige les machines, lui permet, en la tirant, de suspendre leur mouvement, ainsi qu'il est facile de le voir dans la figure.

Sur l'arbre *g* est enfilé un manchon *i*, qui porte deux collets, entre lesquels repose constamment le levier *j*, sur un galet j^1 horizontal qui a son axe sur ce levier. Le manchon est entraîné pendant le mouvement de rotation de l'arbre, et le galet empêche que le levier n'oppose trop de résistance à ce mouvement. Pour entraîner ce manchon, lorsqu'on veut tailler une vis, l'arbre porte une goupille *h*, qui entre dans une échancrure pratiquée dans une saillie de ce manchon, prolongée en avant de son collet antérieur. De plus, il tourne aussi avec les tenailles *ll*, qui sont formées par deux leviers coudés mobiles, sur des boulons qui traversent des rainures pratiquées dans des oreillons terminant l'extrémité de l'arbre, et qui y sont unis par des articulations sur leurs autres branches ; ces tenailles reçoivent les coussinets porte-vis *mm* (qu'on voit sur une plus grande échelle dans la figure 14, et en place dans les autres figures) qui sont solidement fixés par des écrous, se vissant sur leurs queues filetées, et passant à travers des trous carrés, percés dans les branches.

D'un autre côté, le nez de l'arbre *g* porte un goujon à vis *n*, contre lequel vient butter la tête de la vis en blanc, pendant qu'elle est filetée, et empêche celle-ci d'entrer trop avant dans les coussinets porte-vis.

Lorsque l'ouvrier préposé à la conduite de la machine veut enlever la vis qui a été filetée, il pousse le levier *j*, et avec lui le manchon *i*, qui, en reculant, entraîne et rapproche les branches des tenailles, tandis que les mâchoires s'ouvrant, abandonnent la vis formée.

Les vis en blanc sont fournies à la machine de la manière que voici; *o* est un chariot qui se meut entre deux guides *pp*, et qui porte un tenon en saillie *q*, dans lequel est creusée une cavité, pour recevoir l'extrémité de la vis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en blanc, opposée à la tête, qu'on y place, en même temps qu'un ressort *pp* la maintient fermement sur le chariot et dans cette cavité. Lorsque l'ouvrier, en mettant le pied dans l'étrier, a fait basculer le levier *c*, et ouvert les leviers à boîtes, qui portent les coussinets, et par conséquent écarté ceux-ci, puis les branches des tenailles qui font mâchoires, alors le chariot qui porte la vis en blanc s'avance, et les mâchoires des tenailles, en se refermant, s'emparent de cette vis, et la machine fonctionne.

Passons maintenant à la machine à façonner, et à planer les têtes des vis.

Fig. 15. Plan de cette machine.
Fig. 16. Ciseaux à façonner l'embase, vus en élévation.
Fig. 17. Les mêmes, vus en plan.
Fig. 18. Coussinets porte-vis.

Cette machine présente, à fort peu près, la même structure que celle que nous venons de décrire, et les mêmes lettres y désignent les mêmes pièces. La seule différence est que l'arbre *g* tourne toujours dans le même sens, et qu'il n'y a pas, par conséquent, d'appareil pour lui imprimer un mouvement alternatif, et que les leviers à boîtes *bb* portent trois ciseaux *s*, *s* et *t*, au lieu des coussinets filetés, ainsi, qu'on le voit sur une échelle plus grande, *fig.* 16 et 17. On voit également, sur une échelle plus grande, *fig.* 18, les coussinets porte-vis *mm*, placés aux extrémités des tenailles, et qui saisissent, non plus la vis en tête, mais en queue.

Le chariot qui fournit les vis en blanc à la machine a aussi deux ressorts *nn*, disposés convenablement, pour maintenir avec fermeté la tête de ces vis.

Les ciseaux *ss* façonnent l'embase, ou la partie conique de la tête de la vis, et le ciseau *t* en plane la partie supérieure et le plat.

On aurait pu aussi, au moyen d'un mécanisme simple, faisant partie de la machine, refendre cette partie plane de la tête, pour y pratiquer la fente; mais les inventeurs ne paraissent pas s'être occupés de cette dernière opération, qui complète la fabrication des vis.

Étau sans vis.

Par M. K. Karmarsch.

Cet étau sort des ateliers de taillanderie et de serrurie de M. de Brevillier, à Neukirck près Vienne en Autriche, où il a été inventé. Les figures de la planche première, le représentent au huitième de la grandeur de celui qui a servi de modèle.

L'étau est entièrement en fonte à l'exception des lames d'acier qui garnissent les mâchoires. Il consiste en quatre pièces indépendantes les unes des autres, ou qu'on peut enlever séparément, savoir : la pièce principale AB, qui sert à fixer l'étau sur l'établi, la mâchoire mobile C, le disque à spirale D et la clef E.

Planche I, *fig.* 19. L'étau vu en élévation, en perspective par-devant.
fig. 20. Le même, vu à vol d'oiseau ou en-dessus.
fig. 21. Coupe verticale de la *fig.* 19, suivant la ligne *ab*.
fig. 22. Vue en plan et séparément de la pièce AB.
fig. 23. Vue latérale de la même pièce du côté de l'ouvrier.
fig. 24. Vue de face de la mâchoire interne C.
fig. 25. Plan de la même pièce.
fig. 26. Le disque à spirale D, vu par-dessus.
fig. 27. Le même vu dessous.
fig. 28. Le même vu latéralement.
fig. 29. Le même en coupe verticale.
fig. 30 *et* 30 *bis*. La clef E, vue en dessus et latéralement.

La pièce principale AB consiste en deux parties A et B; la première porte une mortaise rectangulaire dans laquelle on fait entrer l'extrémité de la seconde qu'on y fixe à demeure avec un coin *cd*. Ce mode d'ajustement n'est pas indispensable, et on fait aussi des étaux du même genre où les deux parties A et B sont d'une seule pièce. B porte trois oreilles *e*, *f*, *g*, dans lesquelles sont percées des ouvertures qui donnent passage à trois vis, au moyen desquelles on fixe l'instrument sur l'établi. Quand on fixe ainsi l'étau, on a soin que la queue de la mâchoire A vienne butter au point *c*, *fig.* 19, contre cet établi, pour plus de solidité.

A, constitue la mâchoire immobile de l'étau. La garniture d'acier *h*, de son *mors*, est insérée des deux côtés à queue d'aronde dans la fonte entaillée à cet effet, et arrêtée encore plus fortement par une petite vis de pression horizontale.

La partie supérieure de B est en partie taillée en dents en arcs de cercle *ii*, qui remplacent les pas de la vis, puisque c'est sur ces dents que glisse le limaçon ou spirale du disque D, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvoir la mâchoire mobile C, et la faire ouvrir ou fermer.

La pièce C est, comme celle A, armée à son mors d'une plaque d'acier *k*; elle porte à sa partie inférieure, et suivant sa longueur, une entaille G (*fig.* 24), pour l'insérer et la faire glisser sur la pièce B; à la partie supérieure une cheville *l* y est implantée obliquement (*fig.* 25). Dans la *fig.* 19, cette cheville est seulement représentée par des points, parce que dans cet endroit elle est recouverte par le disque à spirale D.

Ce disque D porte lui-même, au milieu de sa surface, une tête hexagone *n*, creusée à l'intérieur d'un trou circulaire *m* (*fig.* 27 et 29), qui s'ajuste à frottement doux sur la cheville *l*, et qui constitue l'axe autour duquel tourne le disque D. La face inférieure de ce disque est en partie évidée, et de telle manière qu'un bord saillant *o,p,q*, forme un filet spiral d'un peu plus d'un tour, et dont la section ou l'épaisseur correspond à l'intervalle qui sépare les dents circulaires *ii*.

Lorsque le disque, ainsi que le représentent les *fig.* 19 et 20, est placé sur la cheville *l* de la pièce C, et est manœuvré circulairement avec la clef E, qu'on fait entrer sur la tête de l'hexagone *n*, il fait à chacune de ses révolutions complètes avancer ou reculer, selon qu'on le tourne à droite ou à gauche, la mâchoire C, le long de la pièce B, de toute la distance qui sépare deux dents consécutives *ii*. Les mors H et K des mâchoires restent donc ainsi parallèles l'un à l'autre, ainsi que cela a lieu dans les étaux dits parallèles. On peut au moyen de la clef exercer un effort considérable, et par conséquent retenir fortement les pièces qu'il s'agit de travailler. On n'a point à craindre que l'étau lâche prise, attendu que le limaçon ou la spirale du disque D engrène très-solidement dans les dents *i*, et qu'une extrémité de la spirale est déjà en prise avant que l'autre ait encore abandonné les dents.

La plus grande ouverture des mâchoires, dans l'étau qui à servi a faire le dessin, est d'environ 18 à 20 centimètres; on peut donc, comme on voit, étreindre avec ce petit instrument d'assez gros objets; mais on se trouve toujours borné relativement à la hauteur de ces objets, et il y a encore plusieurs cas où l'étau ordinaire ne peut être remplacé par celui en question.

Lorsqu'on veut donner avec économie de temps une grande ouverture aux mâchoires, on enlève, suivant l'inventeur, la clef E; on saisit à la main la petite tige *r* implantée sur le disque, et on s'en sert comme d'une manivelle pour tourner rapidement celui-ci. Mais le moyen n'est pas commode, parce que la tige est trop petite; il vaut beaucoup mieux enlever le disque D et donner à la mâchoire C l'écartement voulu en un instant; puis replacer le disque avec sa clef en ayant soin que la spirale engrène dans deux dents consécutives, et ajuster enfin avec la clef pour presser l'objet.

Les avantages de cet étau sont : la simplicité de sa construction, son faible poids, et par suite son prix peu élevé; sa longue durée, la facilité qu'il a de donner un grand écartement de mâchoires, et enfin la marche parallèle des mors de ces mâchoires.

Perfectionnements dans les métiers à tisser les rubans et autres tissus étroits.

Par M. P. Fairbairn, mécanicien à Leeds.

Le but que s'est proposé l'inventeur a été de perfectionner les métiers qui servent à fabriquer les rubans de soie ou de fils et autres tissus étroits, et de faire marcher ces métiers par l'action de la vapeur appliquée à un arbre de couche commun. Les principaux caractères de ces perfectionnements se résument ainsi :

1° Disposition particulière des harnais ou équipages et du battant, ainsi que du mécanisme qui les met en œuvre.

2° Méthode pour passer la navette au moyen de leviers à pointes, mis en action par des râteaux en segment de cercle.

3° Mode pour l'enroulement du tissu et pour régler cet enroulement d'après l'accroissement de diamètre de l'ensouple.

4° Mécanisme pour arrêter les évolutions du métier dans le cas où la navette n'atteindrait pas sa destination convenable.

5° Combinaison, dans un seul bâti, d'une série de semblables métiers, qui tous sont indépendants les uns des autres, quoique mus par un arbre de couche commun qui s'étend à toute la série.

La planche 1re, *fig.* 31, représente une vue géométrale en élévation du métier; une partie du bâti a été enlevée pour faire voir le mécanisme intérieur.

La *fig.* 32 est le même métier vu en élévation par devant.

La *fig.* 33 est une vue par devant du battant du métier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Légende

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les figures.

A. Ensouple ou rouleau de derrière sur lequel est enroulée la chaîne.
B. Bras d'ajustement à la partie postérieure du bâti qui sert à porter cet ensouple.
C. Broches ou aiguilles stationnaires qui servent à guider la chaîne.
D. Envergure.
EE. Lisses.
F. Battant.
G. Ensouple de devant.
H. Déchargeoir ou deuxième ensouple.
III. Courroie de frottement ou de tension des ensouples A et H.
J. Poulie montée sur l'ensouple H, et sur laquelle s'enroule la courroie de frottement.
KK. Poulie de renvoie de la courroie.
L. Levier à poids auquel sont attachées les chappes des poulies pour maintenir la chaîne dans une tension convenable.
M. Arbre de couche principal s'étendant sur toute la largeur du métier et même à toute une série de métiers. Cet arbre est porté sur des coussinets disposés convenablement à la partie inférieure du bâti.
N. Poulie fixe sur l'arbre M et lui communiquant le mouvement qu'elle reçoit par une courroie de la machine à vapeur ou de tout autre moteur.
O. Autre poulie fixe montée aussi sur l'arbre M.
P. Courroie sans fin embrassant la poulie O.
Q. Poulie fixe correspondante sur laquelle passe la courroie sans fin.
R. Arbre à manivelle tournant dans des coussinets établis sur les traverses du bâti.
S. Poulie folle sur laquelle on rejette la courroie quand on veut arrêter le mouvement du métier.
T. Volant monté sur l'arbre et propre à régulariser le mouvement.
U. Battant portant le peigne et la navette ainsi que l'appareil pour manœuvrer celle-ci.
V. Lames du battant, roulant sur des pivots portés sur les traverses inférieures du bâti.
W. Bielle de communication entre l'arbre à manivelle R et le battant, auquel elle est unie par un boulon. C'est cette tige qui communique au battant son mouvement alternatif ou de vibration.
X. Roue dentée montée sur l'arbre à manivelle R.
Y. Autre roue dentée engrenant avec la précédente, et d'un diamètre double.
Z. Arbre de la roue dentée Y portant des excentriques et tournant dans des coussinets montés sur des consoles.

Description et jeu de la machine.

Telle est la construction générale du métier ; voici actuellement la manière dont il opère le tissage, ainsi que la description des parties secondaires du mécanisme au moyen desquelles s'exécutent les évolutions.

Les fils de la chaîne ayant été tendus, ainsi qu'il a été expliqué, et le mouvement étant appliqué à l'arbre tournant M, au moyen de la poulie fixe N, la première chose qu'il convient de faire pour mettre le métier en activité est de soulever la verge verticale *a* en tirant en haut sa poignée placée à la partie antérieure et supérieure du métier, et la mettant dans la position où on la voit dans la figure 31. Un ressort qu'on observe un peu au-dessous de cette poignée sert à pousser cette verge en avant, et à maintenir un cran qu'elle porte à cette hauteur en prise sur une barre d'arrêt *b* qui tient la verge soulevée, et par conséquent le métier en action tant qu'il n'est pas nécessaire de l'arrêter.

La partie inférieure de cette verge verticale est attachée à charnière à un levier *c* (fig. 32) fixé à l'extrémité d'une barre horizontale *d*, qui tourne à frottement dans un trou percé dans une traverse du bâti. L'autre portion de cette barre, celle qui dépasse la traverse, porte un bras *e* réuni à charnière à un guide-courroie à pivot.

Ainsi, lorsqu'on soulève la verge verticale *a*, on fait basculer le levier *c*, lequel fait tourner légèrement le levier *d* qui, par son bras, oblige le guide-courroie à tourner sur son pivot et à rejeter la courroie P de la poulie folle S sur la poulie fixe Q ; par conséquent, l'arbre à manivelle R prend un mouvement qu'il communique par les roues dentées X et Y à l'arbre à excentriques Z.

Ces deux arbres R et Z étant ainsi mis en mouvement, la manivelle du premier poussera et ramènera la bielle W, et par suite donnera le mouvement de vibration nécessaire au battant U ; et les excentriques du second, en soulevant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alternativement les marches *gg*, feront lever une des lisses E tandis que l'autre descendra, et ouvriront ainsi la chaîne pour livrer passage à la navette.

Les moyens employés pour manœuvrer les lisses, ouvrir le pas et mettre le battant en action étant bien compris, voici le mécanisme au moyen duquel on chasse la navette de part et d'autre du battant. Afin de mieux comprendre ce mécanisme, on a représenté dans la figure 33 ce battant séparé du métier et vu par devant.

UU le battant, VV ses lames, FF le peigne.

La navette *h* se meut d'un côté à l'autre du métier dans une rainure ou voie *ii* du battant, au moyen des extrémités pointues de deux leviers *kk* dont les pointes entrent alternativement dans des cavités percées dans le corps de la navette même, et comme ces leviers ont eux-mêmes un mouvement alternatif, ils transportent cette navette de part et d'autre à travers l'ouverture du pas de la chaîne.

Ces leviers à pointe empruntent leur mouvement à des cames montées sur l'arbre Z, lesquelles cames agissent sur des leviers *ll*, articulés avec les verges coudées *mm*. Les extrémités de ces verges coudées *mm* sont attachées aux bras d'un segment en crémaillère ou rateau *nn* (fig. 33), lequel segment tourne sur un boulon placé au centre d'une barre fixée à la partie supérieure des lames du battant. En conséquence, lorsque les leviers *ll* sont soulevés ou abaissés par les cames, les verges coudées *m* montent et descendent et donnent un mouvement alternatif au segment à crémaillère.

Ce segment engrène dans un autre segment semblable *o* attaché à la partie supérieure d'un levier à fourchette *p*, monté à pivot sur une traverse attachée par le bas au battant. Par conséquent, lorsque le rateau *nn* vient à vibrer, le rateau *o* et le levier *p* en font autant.

Ce levier à fourchette *p* porte sur un axe un levier à bascule *qq* sur les extrémités duquel sont montés également sur ces axes les leviers à pointes *kk*; à la partie inférieure de chacune des branches de la fourchette, il y a des entailles *r* qui, à chaque vibration du levier, entrent respectivement en prise avec un carré *s* monté sur chacun des leviers *kk*. C'est par ce moyen que le levier *p* fait passer les pointes des leviers *k* d'un mouvement alternatif devant la voie où la navette traverse le pas, et afin de faire entrer ou sortir les pointes des leviers *k* en temps opportun dans les trous de la navette, des guides *tt* sont établis en avant du battant pour recevoir les galets *uu* attachés aux leviers à pointes *k*.

On voit que les leviers *k* étant mus par un mouvement alternatif, les galets conduits par les guides *tt* élèveront la pointe de chaque levier à l'approche de la navette, afin de faire entrer cette pointe dans le trou qu'elle doit occuper, et que chaque levier s'emparera de cette navette pour ne la quitter que lorsqu'elle aura accompli son travail de ce côté.

Il est nécessaire de prévenir qu'on fera bien de placer devant la partie du battant où les guides *tt* sont creusés, une plaque de métal pour maintenir les leviers *k* en contact exact avec cette face du battant. Cette plaque est enlevée dans la fig. 33, mais elle est en place en VV dans la fig. 32.

Tout ce qui précède complète ce qu'il est nécessaire de connaître pour le mécanisme du tissage; il reste à décrire l'appareil au moyen duquel on procède à l'enroulement de l'étoffe sur l'ensouple, et comment on parvient à régulariser cet enroulement à mesure que celle-ci s'accumule sur le déchargeoir.

A la lame V du battant est liée une verge *u*, au moyen d'une broche glissant dans une coulisse pratiquée sur cette verge (*fig.* 31), ce qui permet à celle-ci de glisser plus ou moins pendant les vibrations du battant. L'autre extrémité de cette verge est attachée à un bras *x* d'un levier à trois branches, *x*, *y*, *z*, monté sur un axe (*a*) fixé sur le côté droit du bâti de la machine. Sur cet axe est enfilé et tourne librement une roue à rochet (*b*) à dents très-fines; un cliquet (*c*) attaché au bras *y* du levier à trois branches, maintient cette roue à rochet.

Lorsque le battant vibre, la verge *w* communique un mouvement de rotation de peu d'étendue au levier à trois branches, et à chaque coup du battant, le cliquet fait passer quelques dents de la roue à rochet *b* et la pousse devant lui. Un pignon placé concentriquement à cette roue et très-près d'elle, engrène dans la roue dentée *d* qui tourne librement sur un autre axe, et un autre pignon *e*, monté sur cette roue, commande à son tour à la roue dentée *f* fixée sur l'ensouple déchargeoir H.

Ainsi le mouvement que la roue à rochet *b* reçoit des vibrations alternatives du battant est communiqué par une suite d'engrenages au déchargeoir H qui tourne ainsi lentement et enroule l'étoffe terminée qu'il reçoit de l'ensouple de devant G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, comme la vitesse du mouvement d'enroulement de l'étoffe sur le déchargeoir H doit diminuer en proportion de l'accroissement de diamètre que prend celui-ci, on parvient à régler cet effet au moyen d'un galet *g* porté par l'extrémité d'un levier *h* articulé en *i* sur un boulon. Ce galet roule sur la périphérie du déchargeoir avec lequel il est toujours maintenu en contact par un poids suspendu à l'autre bras du levier. A ce second bras du levier *h* est aussi unie une verge montante *k* passant dans un guide et pourvue d'un petit mentonet *l* sur lequel porte le bras *y* du levier à trois branches *xyz*. Par conséquent, à mesure que le diamètre du déchargeoir H augmente, le galet est abaissé ; l'autre bras de son levier se relève et entraîne dans son mouvement d'ascension la verge *k* et son mentonet *l* qui vient limiter l'étendue des excursions du levier à trois branches ; le cliquet (*c*) ne fait donc plus alors passer qu'un moindre nombre de dents de la roue à rochet à chaque coup du battant.

Voici maintenant le mécanisme qui permet d'arrêter les évolutions du métier :

On a dit plus haut que pour mettre et maintenir le métier en activité, il fallait que la tige verticale *a* fût maintenue soulevée par la barre d'arrêt *b*. Cette barre d'arrêt est montée sur deux leviers à bascule perpendiculaires *mm* dont les axes sont fixés sur des traverses du bâti. A mesure que le levier à trois branches vibre par le mouvement du battant, ainsi qu'il a été décrit, une dent que porte le bras *z* se porte contre une saillie placée sur la face inférieure d'un levier d'abutement *n*, et pousse ce levier qui entraîne la barre d'arrêt *b* et les leviers à bascules *mm* qui s'y trouvent unis.

Mais ce mouvement n'est pas suffisant pour dégager complétement la barre d'arrêt de la verge *a*, il l'y prépare seulement afin que cette verge puisse être promptement dégagée dans le cas où la navette s'arrêterait par accident entre les fils de la chaîne.

Sur une plaque qu'on voit au-devant du métier immédiatement au-dessus de l'ensouple de devant G, il y a un levier à fourchette *o* monté sur un axe *p*. L'extrémité des enfourchements de ce levier sont recourbées en bas, ainsi qu'on le voit dans la fig. 34, et la queue du levier a un bec *q* qui est en contact avec un doigt *n* porté sur un petit arbre *s* s'étendant par devant sur toute la largeur du métier. Ce doigt *r* est maintenu contre le bec du levier par une corde à poids attachée à une poulie montée sur l'arbre *s*. Un autre doigt *u* fixé sur le même arbre agit contre l'abutement du levier *n*.

Maintenant, dans le cas où la navette *h* s'arrête dans la voie *ii*, le bout de cette navette poussé par le battant du peigne, frappe contre un des enfourchements du levier à fourchette *o*, ce levier bascule et par conséquent abaisse le bec *q*, lequel fait reculer le doigt *r* monté sur le petit arbre *s*. Le mouvement de rotation communiqué ainsi à cet arbre, fait alors que le doigt *u* repousse à son tour le levier *n* qui tire en arrière la barre d'arrêt *b* laquelle soutenait encore la tige *a* ; celle-ci n'ayant plus d'appui descend aussitôt et fait basculer le levier *c*, tourner la barre *d*, mouvoir le guide-courroie *f* qui rejette la courroie *f* de la poulie fixe sur la poulie folle ; les évolutions du métier se trouvent donc ainsi arrêtées et suspendues.

Le dernier caractère de cette machine est de pouvoir associer une série de ces métiers étroits dans un bâti général, de placer ceux-ci les uns à côté des autres, de façon que les pièces latérales du bâti d'un de ces métiers servent également au même usage pour celui qui lui est adjacent ; le tout étant mis en action par un arbre de couche commun H, s'étendant à toute la série, quoique chaque métier soit indépendant de son voisin, et puisse être manœuvré par son mécanisme particulier et la courroie qui lui est propre.

Machine ou appareil, pour étendre, sécher les tissus de coton, et en terminer l'apprêt.

Par MM. T. R. Bridson, apprêteur, et W. Lathan, mécanicien à Bolton, comté de Lancastre.

Les perfectionnements apportés dans la machine ou appareil propre à étendre, sécher, et terminer l'apprêt des tissus de coton, consistent en une nouvelle disposition du mécanisme, qui a pour but d'effectuer, par moyens mécaniques, ces opérations d'une manière plus complète et plus parfaite, qu'on n'y était parvenu jusqu'à présent, et avec cet avantage particulier, que les tissus acquièrent ainsi un apprêt ou fini d'une grande souplesse.

La machine s'applique également bien aux mousselines unies, rayées, brodées, brochées, ou façonnées, au tulle, au linon, et autres tissus légers. En voici la description :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 34. La machine vue en plan ; on y a représenté une pièce de mousseline, tendue par les pointes ou aiguilles de tension.
Fig. 35. Élévation latérale.
Fig. 36. Élévation antérieure.

Légende.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets.

aa Deux rails longitudinaux, ayant la longueur d'une pièce de tissu ;
bb Quatre poulies, placées aux quatre extrémités des rails, et dont les axes sont portés par des arcs-boutants ;
cc Broches ou pointes implantées à des distances égales, sur la périphérie de ces poulies ;
dd Courroies sans fin, percées de trous équidistants, dans lesquels entrent les pointes des poulies ;
ee Petites aiguilles, ou pointes de tension, fixées sur la surface extérieure des courroies, et près leurs bords internes ; elles sont destinées à maintenir tendues les lisières du tissu, à mesure que celui-ci traverse l'appareil ;
ff Traverses attachées aux rails *aa* (*fig.* 36) ;
gg Barres à crémaillères, et à poulies portées, ainsi que les chaînes *hh* qui passent sur ces poulies, par les traverses *ff*. Ces crémaillères, avec les chaînes, ont pour objet d'étendre le tissu sur sa largeur, lorsqu'il est encore humide, et aussitôt qu'il est placé sur l'appareil ;
ii Crapaudines, dans lesquelles les traverses *ff* tournent librement sur des pivots *jj* (*fig.* 35) ;
kk Pignons libres sur l'arbre *l*, et munis d'un levier d'embrayage ;
l Arbre de couche tournant, qui reçoit le mouvement du moteur principal de la fabrique, et le communique à l'appareil ;
m Roue dentée, montée sur l'arbre des poulies *bb*, et qui les entraîne, dans le mouvement qu'il reçoit à volonté du pignon *k* ;
n Roue à rochet, et à manivelle *o* ;
p Pignon monté sur l'arbre de la roue à rochet ;
q Roue qui engrène dans le pignon ;
rr Axe central de la machine, sur lequel est montée la roue *q*, et, portant des pignons, qui font mouvoir les barres à crémaillères *gg* ;
s Cliquet de la roue à rochet ;
tt Levier d'embrayage du mouvement de vibration ;
u et *v* Deux encoches pratiquées sur ce levier ;
w Pièce d'arrêt, sur laquelle entrent les encoches *u* et *v*, du levier *t* ;
x Broche portée à l'extrémité supérieure du levier de vibration ;
y Levier de vibration ;
z Arbre vertical, en communication avec le premier moteur ;
1 Excentrique portée par cet arbre,
2 Levier à clef, vibrant par le mouvement de l'excentrique ;
3 Axe commun des leviers 2 et *y* ;
æ Étendeurs ou barres, servant à fixer les extrémités des étoffes ;
*e** Rouleaux de pressions, garnis de feutres, ou de flanelles.

Description et jeu de la machine.

Les rails *aa* pouvant être placés à telle distance entre eux qu'on désire et suivant la largeur du tissu, des enfants prennent l'extrémité de la pièce d'étoffe, de la mousseline, par exemple, et se placent de chaque côté à la partie antérieure de la machine ; ils jettent l'extrémité de cette pièce sur l'étendeur *æ*, où ils la fixent, afin de l'y maintenir fortement et carrément, puis ils guident les lisières dans la direction des aiguilles fines *ee* des courroies sans fin *dd* ; le rouleau de pression *e**, qui est couvert de feutre ou de flanelle, fait entrer ces lisières sur les aiguilles, de manière que la mousseline se trouve tendue sur la largeur.

Cela fait, un ouvrier met, au moyen du levier d'embrayage, le pignon *k* en prise avec la roue dentée *m* ; celle-ci entraîne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

es poulies à broches *bb* qui font marcher les courroies sans fin *dd*, de façon que la pièce de mousseline se développe successivement sur toute la longueur de la machine.

Quand la pièce est ainsi développée on débraye les pignons *kk*; le mouvement cesse et la mousseline humide se trouve ainsi étendue sur la machine, mais avec une faible degré de tension. C'est alors qu'on tourne la manivelle *o* de la roue à rochet *n*; cette manivelle fait, par le pignon *p* et la roue *q*, tourner l'axe central *rr*, lequel, par les pignons qu'il porte, agit sur les barres à crémaillère, et par suite sur les chaînes *hh*. Les rails s'écartent et la mousseline se trouve tendue sur la largeur fortement et autant qu'on le désire. Ces rails sont maintenus à cet écartement par l'enclique-tage de la roue à rochet *n*, pendant tout le temps que la mousseline sèche et reçoit son dernier apprêt.

On peut disposer une série de ces machines les unes à côté des autres, et les chauffer avec de l'air chaud ou par tout autre mode convenable.

Le dernier apprêt ou le fini, celui qui doit donner à la mousseline un certaine souplesse et un toucher moelleux, s'exécute en mettant en action les autres pièces du mécanisme, tandis que les premières sont au repos. Cet apprêt s'effectue par un appareil de vibration qui permet d'étirer les étoffes diagonalement et à plusieurs reprises pendant que la dessication s'opère.

Le levier *tt* porte, comme nous l'avons vu, deux encoches *u* et *v*, et lorsque l'ouvrier soulève de dessus la pièce d'arrêt *w*, l'encoche *u* et place l'encoche *v* sur la broche *x* qu'on voit à l'extrémité supérieure du levier de vibration *y*; cette partie du mécanisme entre aussitôt en action, par le secours de l'arbre vertical tournant *z*, de l'excentrique 1 et du levier 2. Dans ce mouvement, le levier *tt* pousse en avant, et ramène en arrière, par un mouvement alternatif et de l'étendue d'environ le diamètre de l'excentrique, les traverses *ff* qui vibrent ainsi sur leurs pivots *jj*, comme on le voit indiqué par des lignes ponctuées dans la figure 54. Ces vibrations entraînent nécessairement celles longitudinales des rails *aa*, qui tirent ainsi alternativement dans des directions obliques les fils de la trame à chaque révolution de l'arbe *z*. Ce tiraillement en directions diagonales brise la roideur des apprêts à l'amidon qui remplissaient les interstices des mailles et des filaments, et donne au tissu une souplesse provenant de l'indépendance qu'acquiert chaque fil, en même temps qu'il en augmente l'éclat à un degré remarquable.

La distension diagonale est répétée jusqu'à ce que le tissu soit entièrement sec, alors l'ouvrier soulève le levier d'embrayage *t*, dégage ainsi l'encoche *u* de dessus la broche *x*, ainsi que le levier *y*, et l'appareil de vibration cesse de fonctionner.

En même temps mettant en prise les pignons *kk* avec les roues *mm*, et tournant en sens contraire, il ramène vers lui, par ce mouvement, les courroies à pointes *dd*, qui délivrent successivement la mousseline complétement apprêtée, entre les mains des enfants, à l'extrémité de la machine.

Prix des machines anglaises à filer le lin.

On nous communique une note indiquant le prix des machines dont on se sert en Angleterre pour travailler et filer le lin; quoique les dénominations ne soient peut-être toutes parfaitement exactes et que nous n'ayons pu les vérifier attendu qu'on n'a pas mis en regard de la traduction les noms anglais correspondants, et en outre, que les prix indiqués soient nécessairement variables, nous la publions néanmoins comme un renseignement utile qui pourra servir de point de comparaison à nos mécaniciens, et d'éléments à ceux qui se proposent de propager le filage de lin à la mécanique, ou de l'introduire dans leurs établissements. Les prix sont donnés en livres sterling de 25 fr. environ, et les mesures en pieds anglais (— 5 décimètres 0479) et pouces anglais (— 2 centimètres 540).

	Livres sterling.
1. Machine à broyer le lin. . . .	36
2. Machine à peignes alternatifs.	35
3. Machine à peigner (y compris les peignes.	30
4. La même machine, avec cylindres travailleurs (*tow doffers*).	35
5. Peignes circulaires excentriques	40
6. Machine d'étirage n° 1, avec 2 rouleaux ou conduite pour les fils (*slivers*).	70
7. Même machine pour les fils courts.	60
8. Machine d'étirage n° 2, à deux conduites ou *slivers* par tête.	60
9. Même machine pour les fils courts.	45
10. Machine d'étirage n° 3, à quatre *slivers* par tête.	70
11. Même machine pour les fils courts.	60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		Livres sterling.
12.	Machine à filer, à 2 broches. .	60
13.	*Id.* à 4 broches. .	60
14.	*Id.* à 4 broches pour fils courts.	48
15.	Machine à filer, avec régulateur perfectionné (broches et cylindres mis en action par des roues dentées), par broche.	10
16.	*Id.* pour fils courts. . .	9 1/2
17.	Etirage des étoupes à 2 *slivers* ou conduites par tête. . . .	30
18.	*Id.* à 4 *id.* .	36
19.	Machine à filer les étoupes, à deux broches par tête. . .	40
20.	*Id.* à 4 *id.* .	44
21.	*Id.* *id.* à régulateur conique perfectionné (broches et cylindres mis en jeu directement par l'appareil des rouages), par broche. .	9
22.	Machines à carder les étoupes (toutes en fer) :	
	Pouces de largeur. Pieds de diamètre.	
	50 3.	84
	60 3.	96
	70 3.	110
	80 3.	120
	90 3.	140
	96 3.	160
	50 4.	100
	60 4.	116
	70 4.	132
	80 4.	148
	90 4.	164
	96 4.	180
23.	Machines à filer les étoupes, toutes en fer et munies de deux paires de cylindres travailleurs (*doffers*) qui séparent les étoupes longues des courtes :	
	Pouces de largeur. Pieds de diamètre.	
	50 3.	150
	60 3.	150
	70 3.	150
	80 3.	150
	90 3.	150
	96 3.	150
	50 4.	170
	60 4.	170
	70 4.	170
	80 4.	170
	90 4.	170
	96 4.	170
24.	Bobinoirs depuis 15 sch. jusqu'à	1 1/2
25.	Dévidoirs, la pièce.	10

Pendule à échappement libre, à repos, et à force constante.

Par M. VÉRITÉ, horloger à Beauvais.

« Depuis longtemps, dit M. le baron Séguier, qui a donné connaissance de l'invention de M. Vérité, de nombreuses tentatives ont été faites pour soustraire les appareils à mesurer le temps aux variations d'intensité de la force motrice. L'invention, si remarquable de la fusée, fut un résultat de ces recherches. Les appareils, dits à force constante imaginés, et construits par tant d'artistes distingués, parmi lesquels on peut citer Lebon, Lepaute, et Bréguet, eurent le même but.

» Tendre un ressort, ou soulever un poids pendant un temps qui peut varier sans inconvénient, pour obtenir ensuite une impulsion pendant un temps invariable, voilà le problème que tous s'étaient proposé, que tous ont différemment résolu.

» Le mécanisme à force constante de M. Vérité, sans avoir le mérite d'une invention entièrement nouvelle, a cependant celui d'une grande simplicité. La possibilité d'appliquer à peu de frais cette disposition aux mouvements déjà construits, et répandus dans le commerce, les rendent dignes de fixer l'attention.

» Dans une horloge ordinaire, le balancier reste, pendant toute son oscillation, en relation avec le moteur, par l'intermédiaire de la fourchette, du levier d'échappement, et de la roue, sur les dents de laquelle l'ancre incessamment repose. Il suit de là que les arcs du pendule sont modifiés suivant les variations mêmes qui surviennent dans la force motrice, l'impulsion que le balancier reçoit à chaque vibration, dépendant de l'énergie avec laquelle les rouages, et les pièces intermédiaires transmettent l'action du moteur.

» Pour parer à cet inconvénient, M. Vérité a supprimé, pendant les neuf dixièmes de l'arc que parcourt le balancier, sa relation avec le moteur ; il n'entretient les vibrations que par les chutes successives d'un très-petit poids, sur un levier faisant partie du balancier même. L'impulsion, résultant de cette chute, toujours semblable, suivant les lois de la gravitation, reste rigoureusement uniforme. Les variations qui peuvent subvenir dans la seule durée du remontage du poids, soit par les inégalités dans la force du ressort, soit par la diminution de transmission de ses effets par l'épaississement des huiles, soit par le roidissement des cordes, si c'est à un poids que la force est empruntée, demeurent sans influence sur les oscillations du pendule régulateur. Si le balancier n'était pas obligé d'opérer, pendant une partie il est vrai bien courte de son arc, le déclenchetage du poids, dont la chute entretient les oscillations, nous dirions que cet échappement réalise un véritable échappement libre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Néanmoins, comme après la fonction du décliquetage, le balancier rectiligne de M. Vérité peut continuer sa marche sans obstacle, et qu'il se trouve ainsi constamment dans le cas des balanciers circulaires, des échappements réputés libres des chronomètres, nous ne contesterons pas plus longtemps le nom qu'on est convenu de donner à ces sortes de dispositions. »

Les figures 37 et 38 de la planche Ire, représentent le pendule de M. Vérité.

Fig. 37. Élévation, vue de face d'une partie du pendule;

Fig. 38. Plan des mêmes pièces.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les deux figures.

Légende.

A, roue à cheville ordinaire, arrêtée dans ses mouvements à chaque vibration du pendule, par un des leviers B, C, montés sur l'axe *a;* l'autre bras D est monté sur le même axe, mais à son autre extrémité. La pièce E est un bras de levier, monté sur l'axe *b*, et qui s'engage dans les chevilles de la roue A; un second bras F, un peu plus lourd que l'autre, porte à son extrémité une soie, au bout de laquelle est suspendue une boule B, dont la seule pesanteur donne l'impulsion au pendule, toutes les deux vibrations. Le pendule H est suspendu à une lame d'acier, et à son centre de mouvement en I, au dessous de cette lame, est une traverse J, portant à son extrémité K, une pièce L, de hauteur convenable pour répondre au centre de mouvement du pendule. Cette pièce L est percée d'une mortaise M, dans laquelle le bout du bras D est engagé. A l'extrémité M de la traverse J, est fixée une pièce O, terminée par une cavité qui reçoit la boule G; cette pièce est de niveau avec le centre de mouvement du pendule.

Effets du mécanisme.

En faisant vibrer le pendule de gauche à droite, la boule B appuiera par son poids sur l'extrémité N, de la traverse J, et la fera basculer jusqu'au moment où la boule restera suspendue à la soie; en même temps la pièce L, fixée à l'extrémité de la traverse J, s'élèvera assez pour que le bord inférieur de la mortaise M, dans laquelle se trouve engagé le bras D, fasse monter ce bras qui dégagera une des chevilles de la roue A, d'un des leviers B, C. Aussitôt que cette cheville est dégagée, celle qui lui succède, s'arrêtera sur l'autre levier. Pendant ce mouvement, la cheville, sur laquelle s'appuiera le levier E, sera descendue, mais pas assez pour le laisser échapper, et elle aura fait remonter la boule G, pour que le pendule puisse faire sa seconde vibration de droite à gauche, sans rencontrer d'obstacle. Cette vibration étant accomplie, la pièce fixée à l'extrémitée N de la traverse J se trouvera assez élevée pour que la boule pose sur la cavité creusée dans la pièce O; alors, le bord supérieur de la mortaise M appuiera sur le bras D, et dégagera la cheville de l'autre levier; dans le même moment, le levier E s'échappera de la cheville qui le retenait, et le bras F, étant plus lourd que le levier E, retombera de suite; en sorte, qu'il n'y a que le poids de la boule qui maintienne la vibration du pendule, en lui donnant régulièrement, à chaque oscillation, une impulsion toujours égale.

Apprêt à chaud de la bonneterie d'estame.

Par M. W. Bates.

On sait que la bonneterie de laine, connue sous le nom de *bonneterie d'estame*, reçoit, après la fabrication et la teinture, une dernière opération ou apprêt qui consiste à soumettre les produits à la presse afin de les rendre moins épais et de leur donner un œil plus fin : autrefois cette pression se donnait à froid avec une presse ordinaire, mais plus tard on a reconnu que ce cati, comme dans la fabrication du drap, avait un aspect beaucoup plus brillant et plus flatteur lorsqu'il était donné à chaud, et par conséquent on a employé pour cet objet des plaques en fer chauffées dans des fours entre lesquelles on soumet les marchandises à la presse.

M. W. Bates, foulon et apprêteur à Leicester, propose d'exécuter, pour les objets faits au métier à bas, une méthode qui a été déjà employée avec quelque succès dans l'apprêt des draps et autres produits tissés et foulés, c'est-a-dire d'exécuter cette opération au moyen d'une presse chauffée par l'eau chaude ou la vapeur, qui procure une surface plus unie, plus brillante et un apprêt supérieur à celui qu'on obtient par les autres procédés.

La machine pour cet objet est simple; elle consiste en une presse hydraulique où le chapeau ainsi que le plateau qui reçoit les marchandises sont creux et constituent des boites en fonte dans lesquelles se rendent des tuyaux qui communi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quent avec une chaudière à vapeur. Le tuyau qui se rend au plateau passe à travers une boîte à étoupe, afin de pouvoir monter et descendre avec cette pièce quand on manœuvre la pompe. On fait usage de vapeur d'une tension légèrement au-dessus de celle atmosphérique.

Pour donner ainsi l'apprêt aux produits, des bas de laine par exemple, il faut avoir autant de formes en bois poli qu'on a de numéros ou grandeurs divers. Les formes ont environ six à sept millimètres d'épaisseur et on les introduit dans les bas, qui doivent être très-secs et avec l'envers en dehors. Alors on place ces formes, ainsi couvertes de bas, les unes à côté des autres sur le plateau de la presse que la vapeur a déjà porté à la température convenable, et on fait jouer la pompe. Ordinairement une pression opérée pendant trois minutes suffit pour compléter cet apprêt à chaud.

Il y a d'autres produits, ceux à longue laine, par exemple et dits *angoras* qui ont besoin d'être humides quand on les place sur les formes, si on veut leur donner un apprêt plus uni et plus brillant.

Gravure sur bois.

Les anciens graveurs en bois ont fréquemment fait usage d'une méthode expéditive pour mettre ce qu'on appelle la lettre dans leurs dessins. Ainsi, quand ils avaient à écrire sur leurs planches les noms des personnages, des légendes, des lettres, des monogrames, des mots géographiques, au lieu de les graver, ce qui eût employé beaucoup de temps, ils perçaient des trous aux endroits où devaient être placés les mots ou les lettres, et y inséraient des caractères typographiques. Il paraît qu'on a fait revivre cette méthode expéditive pour les gravures en bois qu'on remarque en si grand nombre dans les recueils hebdomadaires à bon marché. C'est de cette manière qu'on ajoute les noms géographiques à ces petites cartes peu chargées de détails, et où les limites, les rivières, les villes, les routes, les canaux, les îles, etc., ont été préalablement gravées en relief sur le bois. Ces cavités destinées à recevoir les caractères typographiques s'exécutent avec célérité au moyen de gouges et de mèches mises en mouvement par une petite machine, et lorsque ces caractères ont été introduits dans ces cavités et mis de hauteur, on les y fixe en les serrant avec de légers coins de bois.

Un autre procédé aussi qu'on a fait revivre, et dont nous croyons qu'on doit l'invention aux anciens graveurs sur bois, a pour but d'obtenir des dégradations de teintes auxquelles la gravure sur bois ne parvient pas aussi aisément que celle sur cuivre. Ce procédé consiste à abaisser légèrement la surface gravée du bois dans les endroits où l'on veut produire des demi-teintes et des effets moins colorés; le moyen réussit très-bien, mais il faut beaucoup d'adresse pour parvenir sûrement au ton exigé par la nature du dessin.

Polissoirs en gomme laque des ouvriers indiens.

Les inconvénients qui résultent souvent de la rupture des meules en pierre qui servent à polir ou adoucir les métaux, et qui tournent avec une grande vitesse, a suggéré à quelques personnes l'idée de les remplacer par des meules établies d'après le système de celles dont se servent les ouvriers dans l'Inde et avec lesquelles il n'y a presque aucun danger de rupture. Les masses discoïdes dont se servent les Indiens pour polir les métaux, consistent en blocs de gomme-laque sur la périphérie desquels, lorsqu'ils ne sont pas encore refroidis, on incorpore de l'émeri en poudre de différents degrés de finesse. On comprend aisément qu'on peut, au lieu de cet émeri, y incorporer du tripoli, de la ponce ou du verre, du grès et même de la pierre à l'huile broyée et en poudre, et enfin toute autre substance propre à polir les métaux et les bois. On prépare aisément des meules tournantes de cette espèce sur un tambour en bois ou en fonte qu'on recouvre d'une couche épaisse de gomme-laque; mais ce qui est assez commode, c'est qu'on peut établir ainsi avec une grande promptitude, sans beaucoup de frais, des polissoirs plats, courbes, et de toutes les formes. Quand ces polissoirs ne mordent plus suffisamment, on approche de leur surface un fer chaud qui ramollit la gomme-laque et permet de les charger de nouveau de la poudre destinée à leur donner le mordant. On peut aussi, par ce même moyen, rétablir leur forme quand elle s'est altérée, ou la modifier à volonté. Ces meules et polissoirs, comme on s'en doute bien, n'ont rien à redouter de l'eau.

En réfléchissant à ce mode de construction des meules et polissoirs dans l'Indoustan, il est facile de voir qu'on pourrait en faire une application plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étendue dans les arts, et en particulier pour faire en très-peu de temps les brosses qui servent à polir et nettoyer les métaux dans l'art du bijoutier, du joaillier, de l'horloger, etc., il suffirait pour cela d'avoir de petits cadres en bois ou en métal ou toute autre matière dans lesquels on coulerait de la gomme-laque fondue, puis, pendant qu'elle serait encore chaude, on y percerait des trous dans lesquels on insérerait des bouquets de poils ou de soies quelconques, de la même manière à peu près dont on se sert pour fabriquer les balais de crin ou certaines brosses. En refroidissant, la gomme-laque unirait solidement ces poils. Si la gomme-laque était refroidie, il suffirait d'y percer un trou avec une tige de fer portée au rouge. Ces brosses et polissoirs ainsi fabriqués, auraient cet avantage, c'est qu'on pourrait les réparer aisément s'ils s'altéraient, et en outre, si on les établissait en gomme-laque seulement, de pouvoir se prêter avec la plus grande facilité à toutes les formes que pourrait exiger le travail.

Machine pour reproduire les tableaux peints à l'huile.

On parle beaucoup en Allemagne, depuis quelque temps, d'une découverte due à un jeune peintre nommé Jacob Liepmann, qui aurait pour but de reproduire par impression des tableaux peints à l'huile. Cet artiste, dit-on, a copié ainsi en quelques jours 110 exemplaires d'une fidélité remarquable, d'un beau portrait de Rembrandt qui fait l'ornement du Musée de Berlin. Comme dans cet établissement il est seulement permis de copier les tableaux, et non pas de les déplacer ou de les soumettre à des opérations quelconques, Liepmann n'a pu lui-même qu'en faire une copie qu'il s'est attaché à rendre aussi semblable que possible à l'original, surtout du côté de la couleur, ce qui lui a présenté de grandes difficultés. Cette copie une fois obtenue, l'artiste l'a soumise à une machine de son invention, sur le mécanisme de laquelle on garde encore le secret. D'après ce qu'assure l'auteur, cette machine, quand elle est établie avec les soins nécessaires et conduite convenablement, livre des exemplaires qui sont d'autant plus beaux qu'on en a tiré davantage, et il prétend même qu'elle a acquis un tel degré de perfection qu'il ne serait pas impossible d'en obtenir des épreuves plus belles que les tableaux à la main, parce qu'elle reproduit en peu d'instants le tableau entier dans tout l'éclat et la fraîcheur de ses couleurs. Cette machine, qui doit avoir présenté des difficultés considérables d'exécution, a coûté, dit-on, onze années de travail et de sacrifices pénibles à l'artiste, et on assure qu'on est embarrassé, en la voyant, de décider qui l'emporte chez lui, du talent du peintre, du génie du mécanicien, ou de la persévérance de l'inventeur.

Économie qu'on trouve à faire marcher les machines à vapeur par expansion.

Le fils du célèbre Watt, M. John Watt, a publié dernièrement une note sur l'économie qu'on obtient en faisant marcher les machines à vapeur par expansion, et fait connaître les résultats qu'il a obtenus ainsi avec une machine à vapeur à haute pression, qui faisait marcher une soufflerie.

Le cylindre de la machine à vapeur avait 965 millimètres de diamètre, celui de la machine soufflante 3 mètres 098 ; la longueur de la course du piston, 2 mètres 74; la pression sur ce piston, suivant l'indicateur, 2 kil. 882 par centimètre carré; dans la chaudière à vapeur, 3 kil. 165. Le nombre des pulsations était de douze par minute.

On adapta un grand volant à la machine, et un appareil d'expansion qu'on régla de manière à arrêter la vapeur à la moitié de la course du piston; le travail de la machine devint alors plus considérable qu'auparavant avec une économie de 25 pour cent sur le combustible.

L'auteur attribue cet effet à la circonstance que toutes les parties mobiles de la machine, à l'exception du volant, doivent être amenées à un état de repos quand arrive le terme de chaque pulsation, et avant d'en recommencer une en sens contraire ; or, lorsqu'on permet à la vapeur de remplir toute la capacité du cylindre, le piston est obligé d'emprunter au volant toute la force nécessaire pour vaincre la force vive qui anime les pièces du mécanisme, ainsi que pour surmonter l'inertie que ces pièces opposent avant de prendre une direction contraire ; tandis que, si la vapeur est arrivée à la demi-course du piston, de façon que celui-ci épuise toute sa force d'impulsion, la course en retour commencera sans qu'il y ait cette destruction inutile de force vive qu'occasionne l'impulsion donnée aux parties mobiles du méca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nisme lorsque la vapeur est admise pendant toute l'étendue de la pulsation.

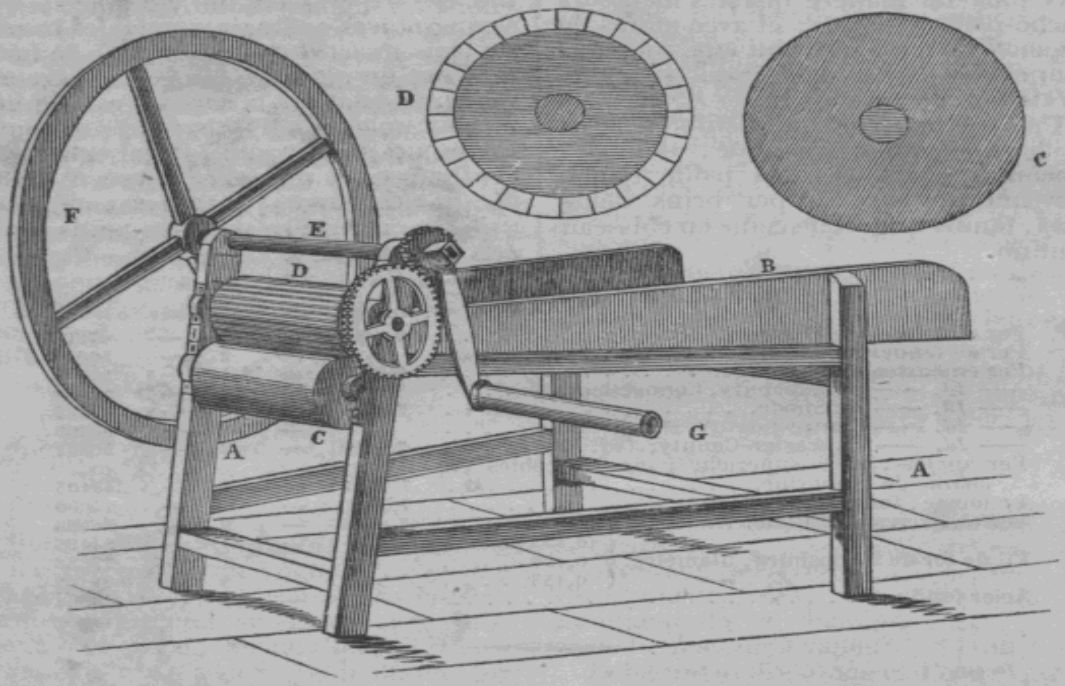
C'est aussi par cette raison qu'on observe que les machines, marchant par expansion, passent plus aisément par les points morts des manivelles que celles qui travaillent avec vapeur à plein cylindre.

La force vive qui est détruite dans ce dernier cas, a été créée aux dépens d'une charge de vapeur égale au moins à la demi-capacité du cylindre, et la destruction de cette force est toujours accompagnée d'une dépense encore plus grande de vapeur.

M. Watt a aussi appliqué ce principe à une machine à vapeur qui faisait marcher les cylindres forgeurs d'une usine à fer, et l'action seule d'arrêter l'accès de la vapeur à mi-course du piston a encore procuré, comme dans le cas précédent, une économie de 25 pour cent sur le combustible.

Hache-paille canadien.

Ce hache-paille a été introduit tout récemment en Ecosse par les soins de M. Fergusson de Woodhill, ex-directeur de la société d'agriculture de la Haute-Ecosse. Voici d'abord la description de cette machine bien simple.



AA. Bâti en bois.

B. Auge également en bois dans laquelle on place la paille ou le foin qu'on veut hacher.

C. Rouleau uni en bois dur d'environ 16 centimètres de diamètre et 21 à 22 de longueur.

D. Cylindre en métal d'environ 10 à 11 centimètres de diamètre, muni sur toute sa surface convexe de lames droites d'acier de 27 millimètres, de façon que le diamètre entier du cylindre est aussi de 16 centimètres. Ces lames sont fixées sur toute la périphérie du cylindre et parallèlement à son axe. Une roue dentée est montée sur cet axe, et est commandée par un petit pignon enfilé sur l'arbre E, qui porte en même temps un volant F et la manivelle G.

Nous avons fait représenter en coupe au-dessus de la figure, le rouleau de bois C et le cylindre D.

Lorsque la machine travaille, le rouleau de bois doit être maintenu en contact avec le tranchant des lames; ce seul contact suffit pour que la paille placée dans l'auge se trouve attirée par les lames qui viennent en prise sur la surface du rouleau, lequel ne prend de mouvement que celui qu'il reçoit du contact des lames. A mesure que la paille avance, elle s'approche de la ligne verticale qui unit les centres des deux cylindres, et là elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est coupée en morceaux dont la longueur est en proportion du nombre des lames ou du diamètre des rouleaux.

Dans la machine importée et dans celle qui a été construite sur son modèle, le nombre des lames est de 24 et la longueur de la paille hachée ou du foin de 21 millimètres environ.

Cette machine, suivant M. Fergusson, est très-facile à faire manœuvrer, et travaille avec une régularité parfaite; les membres de la société d'agriculture écossaise, qui ont vu fonctionner devant eux le modèle destiné au muséum de cet établissement, assurent qu'elle mérite tous les éloges que l'importateur lui a donnés, et que, d'après les essais qu'ils ont fait entreprendre devant eux, elle hache trois fois plus de matière que les meilleurs hache-pailles connus, et avec moins de dépense de force. Suivant eux, une personne peut hacher 250 kilog. de paille ou de foin en une heure.

Une particularité qui distingue aussi ce hache-paille, c'est que, dans les machines ordinaires, la paille tombe par intermittence et par brins détachés, tandis qu'ici elle coule en ruisseau continu.

Résistance du fer forgé à la rupture.

Le ministère des finances des États-Unis ayant ordonné qu'il fût fait des expériences sur la résistance du fer forgé à la rupture, une commission prise dans le sein de l'institut de Franklin, a été choisie pour suivre ces expériences et en faire connaître les résultats; et quoiqu'on connaisse déjà ceux obtenus sur le même sujet par Ramus, Gauthey, Duleau et autres, cependant, comme des recherches de cette nature ont toujours un très-grand intérêt, surtout quand elles sont faites par des expérimentateurs habiles, et qui ont à leur disposition tous les moyens qui peuvent en assurer le succès, nous croyons utile d'en présenter ici le résumé. Les expériences ont été faites à des températures ordinaires avec des barres de trois-quart de pouce anglais de hauteur sur un quart de pouce de largeur; mais la résistance à la rupture est donnée ici pour une section de barre de un pouce carré (un pouce anglais égal 2,359954 centimètres et un pouce carré 6,45154 centimètres carrés) et en livres anglaises (une livre anglaise avoir-du-poids égale 453,4 grammes).

	Poids spécifique.	Nombre des expériences.	Résistance à la rupture.
Fer en barres du Missouri.	7,7708	22	47909
Fer de fenderie de *id.*	»	2	50000
Fer en barres du Tenessée.	7,8046	21	52099
—— *Id.* —— de Salisbury, Connecticut.	»	40	58009
—— *Id.* —— de Suède.	7,4785	2	58184
—— *Id.* —— Centre-County, Pensylvanie.	»	15	58400
—— *Id.* —— Lancaster-County, *id.*	7,7400	2	58661
Fer anglais, E V supérieur pour les câbles en chaîne de la marine.	7,6897	5	59105
Le même, forgé au marteau.	7,6897 (?)	8	71000
Fer en barres de Russie.	7,8014	5	76069
Fil de fer de Pillipsburg, diamètre. 0,333 poid ang.	»	13	84186
Fil de fer de Pillipsburg, diamètre. 0,190	»	5	73888
Fil de fer de Pillipsburg, diamètre. 0,156	»	5	89162
Acier fondu.	»	1	130681

Comparaison entre les anciennes et les nouvelles machines à vapeur.

Au temps de M. Watt, les machines à vapeur qui épuisaient l'eau dans les mines du Corwall, n'élevaient que 15,000,000 de livres à un pied de hauteur avec un bushel de houille (6,142,343 kilog. à 1 mètre de hauteur avec un hectolitre de houille). Aujourd'hui, d'après l'état du mois dernier, et en moyenne pour 61 machines, on a obtenu 54,000,000 de livres (22,104,230 kil. à 1 mètre avec un hectolitre de houille). Ces 61 machines ont consommé, pendant le mois, 4,283 tonneaux de houille, et ont élevé 41,000,000 de tonneaux d'eau à une hauteur de 183 mètres. Le même nombre de machines de Watt n'aurait opéré ce travail qu'avec 15,418 tonneaux, ce qui, à 15 schellings (18 fr. 75 c.) le tonneau, formerait un total de 289,087 fr. 90 c., d'où, déduisant le prix des 4,283 tonneaux consommés par les machines actuelles, ou 86,306 fr. 25 c., donnerait pour reste une économie mensuelle de 208,781 fr. 65 c., ou procure aux propriétaires actuels une économie annuelle de 2,505,379 fr. 80 c. La plus grande masse soulevée par une machine dans le Cornwall, est celle des *consolidated mines*, qui soulève 4,081 kilogrammes à chaque double pulsation, et répète cette opération neuf fois en une minute, ce qui donne 367,022 tonneaux, élevés à 2 mètres 30 en vingt-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre heures ; et cette machine, d'une force si prodigieuse, peut être mise en activité, arrêtée ou réglée par un enfant !

Diamètre et distance des tubes des chaudières des machines locomotives.

Dans un travail que vient de publier M. E. Buck, cet ingénieur s'est proposé de déterminer le diamètre des tubes des chaudières des locomotives, de maniere à produire la plus grande quantité de vapeur avec un poids donné de combustible, en admettant toutefois cette condition que l'effet vaporisateur de l'air chaud passant à travers ces tubes, est proportionnel simultanément à l'étendue de la surface en contact avec cet air, et à la durée du contact. Les résultats de cette recherche sont que la distance entre les diamètres de deux tubes adjacents doit être égale à quatre fois l'intervalle entre leurs surfaces internes ou diamètres intérieurs. En comparant la surface totale d'un tube de chaudière locomotive établi suivant ce rapport avec celle d'un autre construit d'après le principe généralement adopté, on a trouvé que le premier était supérieur au second de 23 à 26 pour 100 de l'effet utile.

Appareil indicateur de la saturation de l'eau dans les chaudières à vapeur.

Dans quelques bâtiments à vapeur de la marine royale en Angleterre, on fait usage actuellement d'une disposition propre à indiquer au chauffeur le moment où l'eau de la chaudière doit être évacuée, c'est-à-dire celui où elle est suffisamment saturée de sel pour qu'on ne juge pas à propos de continuer à faire marcher la machine avec cette eau qui détériorerait promptement les chaudières. Cette disposition est une application bien simple d'un procédé connu dans les arts, et basé sur la différence de pesanteur spécifique des corps. Un tube semblable aux jauges de niveau et de hauteur d'eau est fixé sur la chaudière; dans ce tube sont deux boules d'un poids tel que tant que l'eau de cette chaudière est suffisamment pure pour être employée sans danger pour la chaudiere, l'une d'elles nage à la surface de l'eau dans le tube, tandis que l'autre est au fond. Aussitôt que l'eau acquiert un degré de saturation qu'il convient de ne pas dépasser, la seconde boule monte à la surface et annonce au chauffeur que le moment de l'évacuation est arrivé. Ces boules peuvent être graduées avec beaucoup de précision et indiquer avec la plus grande exactitude le degré de saturation de l'eau. Cet appareil est dû à M. Samuel Seaward.

Nous donnerons dans un de nos prochains numéros la figure et la description de cet appareil.

Bâtiments à vapeur à vis d'Archimède.

M. G. Rennie vient de communiquer à l'institution des ingénieurs civils de Londres, des détails sur les dimensions et la marche du bâtiment à vapeur l'*Archimède*, qui est mis en mouvement d'après le plan de M. Smith, au moyen d'une spirale placée horizontalement et semblable à celle qui entre dans la machine connue sous le nom de vis d'Archimède. Les détails sont intéressants en ce qu'on avait déjà essayé bien des fois, et sans succès, d'appliquer ce moyen pour donner l'impulsion aux navires, et que beaucoup d'ingénieurs, de mécaniciens et de marins ont déclaré que, dans leur opinion, ce mécanisme ne pouvait être utilement appliqué. Malheureusement les expériences de l'Archimède ne nous paraissent pas encore propres à décider la question.

Voici d'abord les dimensions de l'Archimède :

Longueur du bâtiment. . .	32 mèt.	
Largeur.	6 —	16
Profondeur ou creux . .	3 —	80
Chargement.	230 tonn.	
Longueur de la chambre de la machine à vapeur.	11 m.	38

Le bâtiment tire 3 mètres d'eau et porte 3 mâts avec leurs voiles, comme un Schooner.

Puissance de ces deux machines prises ensemble, 90 chevaux.

L'arbre des manivelles est mis directement en mouvement par les bielles de communication attachées à la tige du piston de chaque cylindre.

Longueur de la course du piston 1 m. 50 pulsations par minute.

On obtient la vitesse nécessaire à l'organe moteur du bâtiment au moyen d'engrenages; cette vitesse est transmise par un arbre tournant qui passe sous la cabine et se rend à l'arrière du bâtiment. Le diamètre de la vis est de 1 mètre 83 centim.; sa longueur 2 mèt. 44 centim. Elle consiste en un tour de vis construit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en plaques de tôle disposées en spirales sous un angle de 40 degrés et attachées par des bras à l'arbre dont il a été question. Le poids de la machine, de la chaudière et du mécanisme est d'environ 64 tonneaux.

Lors de la première épreuve de l'Archimède, le loch indiquait 8.5 milles à l'heure ; le bâtiment obéissait très-bien au gouvernail et exécutait tous les mouvements ordonnés.

A la seconde épreuve, le bâtiment est parti du Dock de Brunswick à marée montante, et a atteint Gravesend (distance 33 kil. 785 mèt.) en 1 heure 45 secondes, ou en marchant à raison de 21 milles à l'heure.

Le jour suivant il s'est rendu à Nore (distance 35 kil. 288 mèt.) avec la marée, en 1 heure 40 minutes, 22 milles à l'heure. Et plus tard il a remorqué un yacht de 30 tonneaux en remontant la Medway, avec une vitesse presque égale à la précédente.

Pour aller de Sheerness à Ramsgate (distance 72 kil. 405 mèt.), l'Archimède a mis 4 heures 30 minutes. Là, le diamètre de sa vis a été réduit, et en quittant le port par une forte marée montante du N. E., il a filé encore 5 nœuds (9 kil. 258 mèt.) à l'heure et marché d'une manière très-satisfaisante.

On a déployé les voiles lorsqu'on a doublé le cap Foreland, et la vitesse est devenue successivement à l'heure de 22 kilom. 526 mèt. avec la marée.

Lors de son second voyage à Portsmouth, le bâtiment a parcouru 1,609 mètres en 4 minutes avec le flot. Le temps était défavorable et le vent très-fort. La distance entre Londres et Portsmouth, qui est de 512 kil. 146 mèt., a été franchie en 21 heures. Et la vitesse moyenne, lors du retour de ce port à Londres, a été à raison de 9 milles par heure.

Malheureusement, ce bâtiment, qui portait une chaudière et un foyer présentant des dispositions nouvelles, a fait explosion le 30 juin dernier; ce qui a mis fin aux expériences dont il vient d'être question : explosion due sans doute à ce qu'on a trop poussé le feu pour augmenter la vitesse du bateau.

Quoi qu'il en soit, la plupart de ceux qui avaient jusqu'ici appliqué les vis pour donner l'impulsion aux bâtiments et aux navires, soit en France, soit en Angleterre, et qui les ont placées de diverses manières, n'ont fait usage que de vis construites suivant le principe de celles d'Archimède.

Dans cette machine, on sait que le pas ou le plan hélicoïde est, d'après la nature même de la méthode indiquée pour engendrer cette surface, constamment perpendiculaire sur le noyau. Or, on a remarqué que les surfaces hélicoïdes placées ainsi parallèlement les unes aux autres, étaient, lorsqu'on les faisait servir à remplacer les roues à aubes, pour mettre les navires en mouvement sur les eaux, sujettes à des inconvénients aussi graves que celles-ci, parce qu'il faudrait, pour obtenir une pression égale et continue sur l'eau, que la surface hélicoïde eût une obliquité croissante et proportionnelle à la marche du bâtiment en mouvement.

Pour obvier à cet inconvénient, on propose de substituer au plan hélicoïde de la vis d'Archimède, une surface courbe parabolique et dans laquelle l'inclinaison serait telle que l'extrémité de la courbe entrerait dans l'eau sans ce choc qui détruit une partie de la force de la machine à vapeur, et où l'inclinaison progressive de la surface courbe, à mesure que la vis tourne, serait telle que toute la surface, depuis le commencement de l'action jusqu'à la fin, pressât également contre l'eau, et par conséquent éprouvât, de la part de ce liquide, cette continuité de résistance nécessaire pour faire avancer le bâtiment avec une marche et une dépense de force uniforme.

Dans la vis d'Archimède la surface hélicoïde est unie à l'axe ou noyau dans toute l'étendue de celui-ci; avec cette forme, la vis s'engorge souvent, mais on a remarqué qu'elle pouvait fonctionner avec beaucoup plus de facilité si on laissait un espace libre entre le noyau et la surface hélicoïde, et si on ne les unissait que par des bras de bois ou de fer placés de distance en distance. De cette manière, l'eau qui s'élève sur cette surface se déverse par l'espace libre entre elle et le noyau, après avoir exercé la résistance nécessaire pour donner l'impulsion au bâtiment.

Enfin, au lieu d'employer un grand nombre de tours ou pas de vis, comme on l'a fait jusqu'ici, on n'emploie qu'un ou deux tours au plus. Un plus grand nombre serait nuisible par le frottement qu'occasionne le mouvement rapide de rotation de cette machine contre l'eau.

La distance entre les deux extrémités de la spirale doit être à peu près égale au diamètre extérieur de la vis, et ce diamètre dépend de la dimension du bâtiment. Un navire de quarante mètres de longueur et quatre à cinq de largeur a besoin d'une vis de chaque côté d'un mètre soixante centimètres de diamètre.

Il a été pris depuis peu en Angleterre une patente pour faire mouvoir les bâtiments à vapeur d'après ces principes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. F. E. Fraissinet; mais ce perfectionnement paraît être d'origine française.

Vitesses sur les chemins de fer.

Par M. DE PAMBOUR.

L'intensité de la résistance de l'air contre les corps qui traversent l'atmosphère avec un mouvement très-rapide ayant donné lieu de penser que les machines locomotives ne pourraient jamais atteindre de très-grandes vitesses sur les chemins de fer, M. de Pambour, qui s'occupe avec succès de toutes les questions relatives aux rails-roads, a fait à Londres des expériences fort curieuses, dont voici les principaux résultats :

La machine *Evening's Star*, sortie des ateliers de M. Stephenson de Newcastle, ayant des roues de 7 pieds de diamètre ne tirant après elle que le convoi d'approvisionnement et chargée de huit personnes, a maintenu facilement sur le Great-Western rail-way, chemin de fer qui va de Londres à Maidenhead, la vitesse de 18 lieues à l'heure; pendant 3 ou 4 milles, elle a pu même soutenir une vitesse de 19 lieues 1/3, et enfin les 2 derniers milles ont été parcourus chacun en une minute 5 secondes, ce qui fait exactement 22½ lieues 1/3 par heure.

Quoique ce mouvement soit très-rapide et qu'on se trouve en quelque sorte livré au hasard par la difficulté qu'il y aurait d'arrêter à temps la machine et par l'instantanéité presque complète avec laquelle apparaissent les obstacles qui peuvent se présenter sur la route, il n'y aurait aucune difficulté à maintenir cette vitesse sans danger. Il suffirait pour cela d'augmenter la surveillance de l'état du rail-way et d'employer des méthodes rapides de transmettre au loin les signes qui avertissent de l'état de la route.

Des vitesses semblables à celles que nous rapportons aujourd'hui ont déjà été mentionnées dans certaines occasions, mais comme ces relations sont souvent faites par ouï dire, il était important d'en être informé par l'expérimentateur lui-même. Celui-ci observe encore qu'avec la locomotive qu'il a employée, on n'a pu dépasser la vitesse indiquée plus haut, parce que la pompe à eau n'était pas suffisante pour alimenter la chaudière et qu'on était obligé de suspendre la vaporisation et, par conséquent, de laisser tomber la vitesse jusqu'à ce que la chaudière se fût remplie de nouveau; mais il n'y a aucun doute qu'en changeant le diamètre de la pompe, ou celui de ses tuyaux d'alimentation, on aurait pu maintenir la plus grande vitesse, c'est-à-dire celle de 22 lieues 1/3 par heure sur la presque totalité du parcours.

Nous ajouterons enfin, comme dernier renseignement, que le Great-Western rail-way est sensiblement de niveau.

Distribution des pentes sur les chemins de fer.

Par M. SEGUIN.

On sait que dans l'état actuel des rails-ways, lorsqu'on a une pente à établir, on la distribue sur une étendue de terrain plus ou moins considérable afin d'en diminuer l'inclinaison. M. Seguin trouve à cet arrangement des inconvénients assez nombreux, et préférerait qu'on établît des lignes tout à fait horizontales et qu'on réservât toute la pente pour l'établir brusquement à quelque distance des points d'arrivée.

De cette disposition, il résulterait, selon M. Seguin, qu'au moment du départ il y aurait une descente plus ou moins rapide, et que les machines locomotives acquerraient, en raison directe de cette inclinaison, toute la vitesse qu'elles sont destinées à conserver pendant la marche, et cela dans le laps de temps le plus court possible; et réciproquement, au moment de leur arrivée, elles perdraient dans le plus bref délai la vitesse dont elles sont pourvues, puisqu'elles auraient alors à franchir une pente ascendante qui retarderait rapidement leur vitesse.

Avec cette combinaison, le chauffeur laisserait agir la vapeur jusqu'au point d'arrivée et ne serait point exposé à venir se briser sur les arrêts, s'il oubliait d'intercepter la vapeur, accident auquel on est exposé dans les pentes régulières.

Il est certain que le moyen employé aujourd'hui est, dans certains cas, assez défectueux; il consiste comme on sait à arrêter le fonctionnement de la machine à vapeur de la locomotive bien avant le point d'arrivée, et à laisser marcher tout le convoi par la seule force d'impulsion qu'il possède; de cette manière il y a un retard assez considérable, et l'accident signalé par M. Seguin dans le cas d'inadvertance du mécanicien peut survenir. Cependant le moyen proposé par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet ingénieur offrirait peut-être de grandes difficultés d'exécution si on voulait l'appliquer exactement comme il l'indique ; mais on pourrait sans doute, en alliant les deux systèmes, réunir les avantages, et écarter les inconvénients de l'un et de l'autre.

État de la vapeur en 1838 aux États-Unis.

Le nombre total des bâtiments à vapeur aux États-Unis était de 800.

Le nombre des machines locomotives dans le même pays, de 330.

Celui des machines à vapeur au moins de 1,860.

Le tonnage des bateaux à vapeur excédait 133,473 tonneaux, et était probablement égal à 160,000 tonnes. Le tonnage moyen de ces bâtiments était donc de 200 tonneaux.

La puissance de toutes les machines à vapeur était évaluée à 100,518 chevaux. Sur cette puissance 37,019 chevaux servaient à mettre en mouvement les bateaux à vapeur, 6,980 chevaux les convois sur les routes en fer, et le reste, ou 56,519 chevaux, à divers emplois.

Ce calcul donne 70 chevaux pour terme moyen de la force des machines des bateaux à vapeur, ou un cheval pour 2 à 3 tonneaux et moins de 20 chevaux pour chacune des autres machines.

Le plus grand bateau à vapeur des États-Unis était le *Natchez* de 860 tonneaux et de 300 chevaux de puissance qui navigue entre New-York et Mississipi ; venaient ensuite l'*Illinois* et le *Madisson* sur le lac Erié, le premier de 756 et le second de 700 tonneaux.

D'abord on n'employait sur les bâtiments à vapeur des États-Unis que le bois comme combustible ; mais depuis peu on y a substitué la houille et même l'anthracite. Cette dernière, par le peu d'espace qu'elle occupe et le feu vif qu'elle procure, paraît mériter la préférence dans la navigation maritime et pour les locomotives.

On a fait quelques bâtiments en fer dans l'état de Géorgie, et on pense que leur prix y est moindre que pour le bois ; qu'ils tirent moins d'eau avec le même frêt, et résistent mieux aux chocs et aux accidents sur les fleuves ensablés ou encombrés de débris.

(Ces documents sont extraits du rapport fait par M. Levi Woodbury, au congrès des États-Unis, sur les machines et la navigation à vapeur, en décembre 1838.)

Voyage transatlantique d'un bâtiment en fer.

Le 1er mai dernier, on a vu entrer dans la Mersey le premier bâtiment en fer qui ait fait un voyage transatlantique. Ce bâtiment, qui s'appelle l'*Ironsides*, et qui a mis 40 jours pour accomplir la traversée du Brésil à Liverpool, a démontré la possibilité de naviguer sur l'Océan et en toute sécurité, avec des bâtiments construits en fer. La Boussole, dont on avait prédit que la marche s'altérerait inévitablement, a fonctionné régulièrement pendant tout le voyage, et la supériorité des matériaux de construction est suffisamment prouvée par cette circonstance, que depuis le moment où le navire a quitté l'Europe pour se rendre à Fernambuco, tout le temps qu'il est resté au Brésil et pendant toute la traversée au retour, sa cale a été complétement étanche, et il n'a pas été nécessaire de faire jouer une seule fois les pompes. Cette circonstance mérite toute l'attention des constructeurs et des armateurs, surtout dans un temps où le bois est si cher ; mais une autre observation, c'est que ce bâtiment en fer a si peu souffert par le vent, le temps et les autres accidents de mer, que sa coque est encore dans un état parfait, et qu'on pourrait croire qu'il vient de quitter les chantiers. L'*Ironsides* a un tonnage de 264 tonneaux ; il tire à l'arrière 2 mètres 60, et 2 mètres 44 à l'avant. La charge consistait en 1,800 balles de coton.

Nouvel appareil à plongeur.

Le docteur Guillaumet a imaginé un appareil à plongeur qui possède des avantages que nous devons faire connaître. L'inventeur s'est proposé de faire respirer au plongeur un air qui soit toujours à une pression égale à celle qu'éprouve sa poitrine à toutes les profondeurs, et qui en même temps n'ait jamais servi à la respiration. Cet appareil lui laisse en outre une grande liberté de mouvement en ne l'assujettissant qu'à tenir un tuyau dans la bouche et à porter seulement sur le dos un petit réservoir.

Les moyens déjà imaginés pour faire rester des ouvriers longtemps sous l'eau ont rempli plus ou moins bien ces conditions, mais séparément. Ainsi, dans la cloche à plongeur ordinaire, on respire un air qui est en rapport à la pression qu'éprouve extérieurement la poitrine, mais on n'aspire pas un air entièrement nouveau, et l'on n'a pas de facilité pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travailler à tous les points de la carène d'un navire.

Dans les appareils analogues à celui de M. Paulin, où l'on ne voit qu'au moyen d'un verre et où la tête est enveloppée dans une petite capacité, il se dépose sur le verre de la vapeur qui empêche de voir distinctement les objets extérieurs, et en outre l'air qu'on respire n'est pas parfaitement pur.

L'idée principale de M. Guillaumet consiste à envoyer au plongeur un air qui, avant d'arriver à sa bouche, passe dans un petit réservoir, où, par le moyen d'une soupape régulatrice, la pression se maintient parfaitement égale à celle que ce réservoir reçoit extérieurement du liquide.

Une pompe foulante, manœuvrée assez facilement par un homme placé au bord de l'eau ou sur un bateau, comprime de l'air dans un réservoir, à une pression supérieure à celle qui répond à la profondeur où doit descendre le plongeur. L'air de ce premier réservoir passe dans un tuyau formé de toile imperméable et va se rendre dans un petit réservoir régulateur que le plongeur porte sur le dos. De là cet air se rend à la bouche du plongeur en traversant une soupape à clapet qui s'ouvre par l'aspiration. Pendant l'expiration, la soupape dont on vient de parler reste fermée et il s'en ouvre une autre qui est à l'entrée d'un autre tuyau destiné à l'expulsion de l'air expiré.

On ne doit pas attacher une grande importance au mode de régulariser la pression de l'air; ce problème est déjà parfaitement résolu dans d'autres appareils; et, sans avoir besoin d'examiner s'il l'est aussi exactement dans l'appareil de M. Guillaumet, il nous suffit de dire qu'il l'est suffisamment.

Un avantage qu'a l'appareil de M. Guillaumet sur ceux où l'on envoie plus d'air que le plongeur n'en consomme, c'est que, dans le cas où sa respiration viendrait à être suspendue, on s'en apercevrait en ne voyant plus les bulles d'air expirées venir à la surface de l'eau, et qu'on pourrait alors lui porter immédiatement secours.

Enfin une autre condition de sécurité se trouve encore remplie; c'est la possibilité qu'a le plongeur de se remonter lui-même et de revenir à la surface de l'eau à l'aide d'un flotteur, qui se trouve attaché à son corps; ce flotteur est formé d'un sac de toile imperméable dans lequel il fait arriver, en ouvrant le robinet placé sous sa main, de l'air provenant du réservoir extérieur. La dilatation de ce sac donne à son corps une légèreté extrême qui le ramène à l'instant à la surface de l'eau.

Plusieurs expériences ont déjà été faites, quelques-unes à Cherbourg, dans lesquelles un plongeur est resté plusieurs fois 25 minutes à une profondeur de 16 mètres; à Paris, un homme est resté dans la Seine pendant un quart d'heure, à 4 mètres de profondeur.

Il est à croire que le froid sera toujours le plus grand obstacle à un séjour plus prolongé dans l'eau; mais quand même cette durée ne pourrait être dépassée, un ouvrier peut déjà, pendant ce temps, se rendre très-utile.

Une question qui ne peut être résolue que par l'usage continu de l'appareil est celle de l'imperméabilité un peu durable des tuyaux et des flotteurs. Il serait donc nécessaire que des expériences suivies fussent faites pour apprécier et la solidité de l'appareil et la facilité de son jeu dans toutes les circonstances. Néanmoins on peut déjà en attendre de bons résultats, surtout pour faire des réparations sous les navires.

Balance arithmétique pour les terrassements.

Par M. Léon Lalanne, ingénieur des ponts et chaussées.

Dans la rédaction des projets de route, de canal, ou de chemin de fer, un des éléments importants pour l'appréciation de la dépense, c'est le calcul de la distance moyenne, à laquelle doivent être transportés le déblai et le remblai. Pour obtenir la valeur de cette distance, on multiplie les cubes partiels de déblais, par les distances respectives, auxquelles ils doivent être transportés, et on divise la somme de tous les produits, ainsi obtenus, par le cube total du déblai. Cette série d'opérations est longue et fatigante; mais, si l'on vient à comparer la formule, qui est la traduction algébrique de la manière dont la distance moyenne doit être déterminée avec la relation qui existe entre un système de forces parallèles, et dirigées dans le même sens, qui se font équilibre autour d'un levier auquel elles sont appliquées, on y reconnaît une analogie frappante; car, en désignant par $p\ p'\ p''\ldots$, les distances du centre, auquel sont appliquées les forces $P\ P'\ P''\ldots$, sur l'un des bras du levier, et par D, la distance au centre, où doit être concentrée la force $P+P'+P''\ldots$, agissant sur l'autre bras, on aura :

$$D = \frac{Pp + P'p' + P''p''\ldots}{P + P' + P''\ldots}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, cette relation est précisément celle qui sert à déterminer la distance moyenne de transport D, des volumes P P′ P″..., transportés respectivement aux distances p p′ p″....., de sorte, que, pour déterminer la distance moyenne de transport sans calcul, il suffit de suspendre, à l'un des bras, d'un levier, naturellement équilibré, autour de son centre, des poids proportionnels aux volumes à transporter, à des distances du centre, proportionnelles aux distances de transports; et de chercher à quelle distance du centre, il faut suspendre sur l'autre bras, un poids égal à la somme de ceux qui chargent le premier bras.

Tel est le principe de la balance arithmétique de M. Léon Lalanne, à l'aide de laquelle, on peut éviter certains calculs très-longs dans la construction des routes, canaux, etc. On peut se la représenter sous la forme d'une balance ordinaire, dont le fléau, qui ne serait pas muni de plateaux, aurait une largeur de plusieurs centimètres, parallèlement à l'axe de suspension. Les deux bras du fléau, sont divisés en parties égales, de chaque côté du centre; et l'un d'eux est partagé dans le sens de la largeur, en intervalles égaux, à l'aide de petites lames perpendiculaires au fléau, entre lesquelles, on peut placer des poids en forme de plaques. Le poids total, qui doit être suspendu à l'autre bras du levier, est contenu dans un petit plateau mobile.

Cette balance a été construite aux frais de l'administration des ponts et chaussées, qui paraît l'avoir recommandée aux ingénieurs, et conducteurs de travaux.

Nouveau plan pour la construction des portes d'écluse, et d'entrée, dans les bocks.

M. Singels, ingénieur des établissements hydrauliques de la Hollande, propose de substituer aux portes ordinaires des écluses, des portes glissantes, qui traverseraient, d'un bajoyer à l'autre, sur des rails fixés sur un seuil, et qu'on ouvrirait, et fermerait, au moyen de chaînes et de cabestans. En proposant ce mode nouveau de construction, l'auteur fait remarquer que quand un sas excède 16 à 17 mètres de largeur, il faut abandonner les portes ordinaires, pour faire usage des caissons. L'avantage de ce nouveau mode serait de diminuer d'abord la longueur du sas de toute celle qui est indispensable, pour l'ouverture des portes, et par conséquent, dans le même rapport, la quantité d'eau nécessaire pour remplir le sas; de diminuer le nombre de ces sas, pour racheter une hauteur donnée, car, on ne peut donner qu'une faible élévation aux portes ordinaires, sous peine de les affaiblir, tandis qu'il assure que les portes glissantes peuvent être établies sous une bien plus grande hauteur, sans crainte de les voir perdre de leur force, ou de leur solidité.

Terrassier locomoteur.

Par M. Gervais.

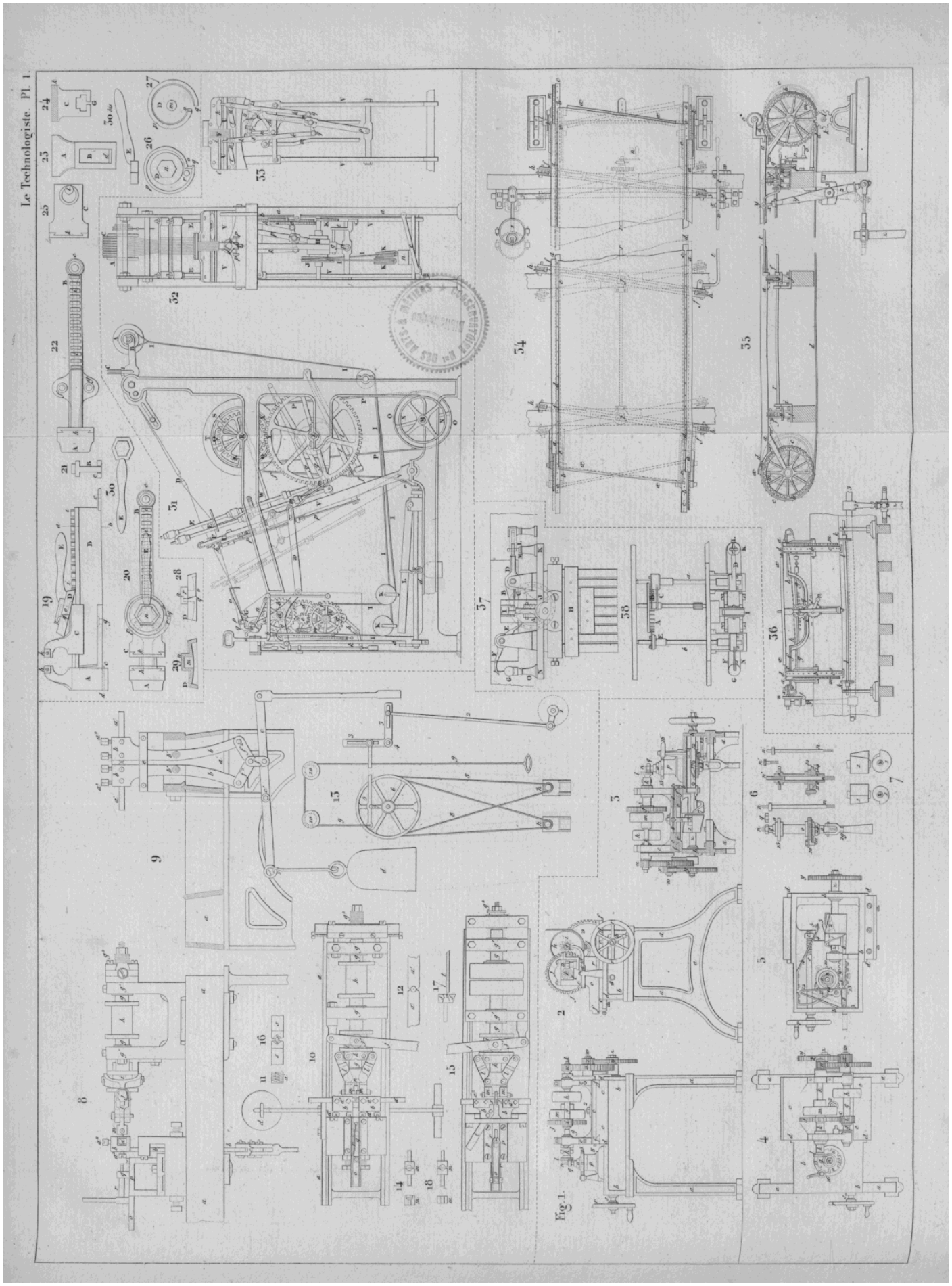
Depuis quelque temps l'attention des ingénieurs et des constructeurs est tournée vers l'application de la force mécanique aux déplacements de terrains, et plusieurs essais avaient été entrepris avec un succès variable; la machine que M. Gervais vient de faire construire, et à laquelle il a donné le nom de *terrassier locomoteur*, paraît remplir assez bien les conditions d'un travail rapide et d'un résultat obtenu à peu de frais. Ainsi le petit modèle qu'il a fait fonctionner peut, selon lui, avec une force de deux chevaux et demi à trois chevaux, produire, en 24 heures, un travail de 1,000 mètres cubes de terre piochée et reportée sur les deux berges éloignées l'une de l'autre de 2 mètres et demi.

La dépense du combustible dans les 24 heures ne dépasse pas, dit-il, 40 fr., le mètre cube ne revient donc qu'à quatre centimes. Si l'on compare ce prix à celui qu'on paye à des ouvriers faisant le même travail, l'avantage est déjà immense; il le devient encore plus par l'économie de temps que ce système fait obtenir.

Cet appareil peut fonctionner dans un terrain de sable et de galet, mais s'il rencontrait une roche offrant de la résistance, un frein placé pour ce cas l'arrêterait à l'instant, et empêcherait les accidents.

Il nous serait difficile d'entrer dans de plus grands détails sur la machine de l'auteur, qui est soumise pour le moment, au jugement de l'Académie des sciences, mais nous devons faire observer qu'il existe déjà une autre machine, pour le même objet, bien antérieure à celle de M. Gervais, auquel celui-ci paraît avoir fait de nombreux emprunts, et que tout le monde a pu voir à l'exposition des produits de l'industrie. L'auteur de cette dernière, est M. Journet, connu déjà par un grand nombre d'inventions fort ingénieuses. Nous aurons sans doute l'occasion, dans un de nos prochains numéros, de donner des détails, avec figure, sur cette machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Arsenic dans la fonte.

L'arsenic est beaucoup plus commun dans la fonte qu'on ne le pense généralement, même quand cette fonte est préparée avec des minerais, où l'on ne peut démontrer directement la présence de ce corps. L'arsenic peut aisément échapper à l'analyse, parce que, suivant M. Wöhler, on ne le cherche pas toujours là où on pourrait le rencontrer. Dans la solution du fer par l'acide sulfurique, il ne disparaît pas avec l'hydrogène sulfuré, mais reste vraisemblablement sous forme de sel arsenique dans le résidu noir qui consiste en charbon, silice, etc. On peut l'en extraire facilement par une solution de potasse caustique, ou par le sulfhydrate d'ammonium : combiné avec ce dernier, on le précipite par un acide sous forme de sulfure d'arsenic; souvent, le sulfure d'arsenic abandonne, par la distillation dans un tube de verre, un résidu noir qui est un sulfure de molybdène.

Quoi qu'il en soit, M. Wöhler annonce qu'il a déjà, par ces moyens, rencontré de l'arsenic dans quatre espèces de fontes provenant de divers hauts-fourneaux. Nous attendrons le mémoire que cet habile chimiste annonce sur ce sujet, pour entrer dans quelques détails sur l'influence que cette quantité d'arsenic peut avoir sur la nature de la fonte et sur les propriétés du fer qu'on en fabrique.

Méthode pour préserver les métaux de l'oxidation.

Par M. T. DOWLING.

Le succès inespéré du procédé de zinguage du fer et du cuivre dit improprement de galvanisation, a réveillé la verve des inventeurs, et nous allons faire connaître une méthode de ce genre mise depuis peu en pratique à Londres, pour préserver ainsi les métaux de l'oxidation.

Les objets en métal qu'il s'agit de préserver de l'oxidation sont d'abord passés au sable ou au grès et à sec; ce travail est achevé lorsque ces objets ont reçu un poli grossier; alors on les plonge dans un bain conservateur où ils restent au moins 24 heures, et dont on ne les retire qu'à mesure des besoins. Ce bain se compose de 500 litres d'eau de rivière à laquelle on ajoute 50 kilog. de soude du commerce et 15 kilog. de craie ou de bonne chaux vive, avec 5 litres d'huile d'olive pure. Ces ingrédients sont bien mélangés ensemble, et 24 heures après, le bain est propre à recevoir les objets.

Il faut avoir l'attention que ceux-ci ne se touchent point dans le bain, et le liquide doit être maintenu autant que possible à l'état de repos. Quand ce bain commence à s'évaporer, on le recharge, mais en observant les proportions indiquées.

Lorsqu'on retire les pièces du bain, il faut les exposer au soleil ou dans un lieu chaud, afin de les sécher promptement, et bien se garder de les frotter pour accélérer cette dessiccation.

Le procédé auquel les métaux sont ensuite soumis, consiste à frotter leur surface grossièrement polie, soit à froid, soit à chaud, avec du zinc, jusqu'à ce qu'ils aient acquis une surface unie, douce, et l'aspect de ce dernier métal; ce qu'on reconnaît à la vue et au toucher. Cette opération, pour être bien exécutée, se fait avec des outils particu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liers et des machines. Les pièces principales de ces dernières sont des roues, disques ou cylindres de diamètres et épaisseurs variables tournant sur des axes et dans des bâtis. Tout ou partie de la circonférence de ces roues est recouverte de zinc, ou bien elles sont elles-mêmes tout en zinc. Ce qu'on a trouvé de plus économique et de meilleur, a été de recouvrir d'un anneau de zinc de 60 à 80 millim. d'épaisseur des roues, des disques ou des cylindres de fonte portant à leur circonférence une ou plusieurs entailles ou cannelures qui empêchent le zinc de se détacher du noyau quand les roues tournent avec une grande rapidité et sous une forte pression.

Ces roues ont besoin d'être parfaitement cylindriques, ce qu'il est aisé d'obtenir. La vitesse avec laquelle elles fonctionnent varie suivant la nature des travaux, et il vaut mieux employer successivement trois roues, l'une dont la circonférence parcourt 400 mètres par seconde, une autre qui en parcourt 650, et une troisième 1,300.

Les ouvriers sont protégés de tout accident par de fortes garnitures en bois, dans le cas où les roues viendraient à éclater sous ces énormes vitesses.

La manière d'opérer est fort simple, et la même que celle qu'on emploie pour polir le fer et l'acier, c'est-à-dire qu'on approche les objets des roues en mouvement, et qu'on les presse plus ou moins sur elles, suivant qu'on le juge nécessaire. Les pièces, sur lesquelles on opère, sont d'abord soumises à la roue la plus lente, et terminées à celle qui marche avec le plus de rapidité.

Quand on prépare des pièces de cuivre ou de fer qui ont des formes curvilignes ou angulaires, qui ne sauraient être soumises à l'action des polissoirs circulaires et des roues à zinguer, on remplace ces opérations par des coups de lime ou de râpe et par un zinguage à la main avec des outils en zinc qui ont la forme des moulures, courbures ou angles saillants des pièces. Le zinguage, par ce moyen, consiste tout simplement à frotter le plus fortement possible avec l'outil, les surfaces grossièrement limées ou rabotées, jusqu'à ce qu'elles acquièrent l'aspect désiré.

Quand on opère sur de grandes feuilles de métal, telles que celles qui servent à construire les chaudières des machines à vapeur, les réservoirs ou les bacs des brasseurs, etc., on fait usage de blocs de zinc de forme cubique ou autre, qu'on fait mouvoir par un mouvement de va-et-vient sur ces feuilles.

Pendant le cours de l'opération, soit à la roue, soit au bloc, il est avantageux de jeter de temps à autre, sur la surface du métal sur lequel on agit, un peu de sel ammoniac en poudre fine.

Lorsque les pièces ont reçu une dose ou couverture suffisante de zinc, on les passe au four dit à vapeur galvanique. C'est un fourneau oblong établi à peu près comme ceux à réverbère, mais dont la voûte est percée pour laisser passer la flux calorifique d'un foyer dans une chambre close, et sous un creuset dont les bords se trouvent encastrés dans les parois du fourneau. Au-dessus de ce creuset existe une autre chambre très-vaste, dite à vapeur, qui n'a nulle communication ni avec celle inférieure ni avec le foyer, et qui, près de la partie supérieure et postérieure, porte dans une de ses parois une ouverture qui communique avec un long canal rectangulaire descendant dit canal de condensation, lequel, à son tour, se rend par un canal à registre dans la cheminée.

D'abord les pièces sont placées dans la chambre à vapeur et le canal de condensation, sans se toucher les unes les autres. Ces pièces sont introduites par des portes de fer placées en nombre convenable sur les parois de la chambre et du canal. Lorsque ces deux cavités sont chargées de pièces passées à la roue, on ferme les portes et on lute avec de l'argile ; mais avant de clore définitivement la chambre, on charge le creuset avec 50 kilog. de zinc, par une petite porte sur le devant du four. On allume du feu dans le foyer et on fait jouer un registre jusqu'à ce que le zinc commence à pétiller ; alors on ferme ce registre et on en ouvre un autre qui établit une communication entre la chambre et le canal ; l'opération commence et dure environ 4 heures.

Le succès de cette opération dépend beaucoup de l'habileté de l'ouvrier qui la conduit, de la manière dont il dirige son feu, ses registres, et principalement celui de la cheminée.

Quoi qu'il en soit, le zinc se réduit en vapeur, et l'opération a réussi lorsque les pièces ont pris une couleur bleue terne ressemblant à du zinc laminé. Alors, on laisse refroidir le four, on l'ouvre, on enlève le zinc sublimé qui s'est attaché aux parois et on le recueille soigneusement. Au sortir du four, les pièces sont recouvertes d'un bon enduit ou d'un vernis de couleur quelconque, pour les préserver du contact de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Purification des résines extraites des arbres verts.

Par M. le comte DE LAMBEL.

Pour extraire la résine, dans les Landes de Bordeaux, on fait sur un des côtés des pins une entaille qui aboutit à un petit réservoir pratiqué dans les racines mêmes de l'arbre ; le résinier enlève, au fur et à mesure, la matière qui s'y rassemble, et la porte au magasin. Cette résine, ainsi obtenue, est mêlée à des esquilles de bois, des insectes, de la terre, etc., et pour la livrer au commerce, il est nécessaire de la dépurer.

Dans les Landes, on la fait bouillir dans des chaudières ouvertes ; on jette la matière bouillante sur des filtres de paille, puis on porte ce qui passe à travers ces filtres dans un alambic, pour en extraire l'essence de térébenthine.

Le filtre en paille se renouvelle à chaque opération, et conserve plus ou moins de résine, qui est ensuite convertie en brai sec, et perd ainsi une partie de sa valeur, comme l'ébullition de la résine molle dans les chaudières lui a fait perdre une portion de son essence.

La crainte des incendies oblige, en outre, de tenir ces deux établissements à une certaine distance ; de là des transports et des mains-d'œuvre plus ou moins considérables.

Le filtre en paille, outre l'inconvénient de retenir une partie de la résine, a celui de ne donner qu'un résidu opaque, par conséquent impur ; il fallait chercher un filtre plus exact, qui pût prendre la température de la résine, la laisser constamment couler sans le renouveler, et rendre ensuite toute la résine dont il serait empreint.

Un sable d'une grosseur de grain approprié a rempli cet objet. Toute autre matière minérale grenue peut le remplacer, et le filtre peut être employé pour les matières sirupeuses.

La résine filtrée ainsi est pure et transparente, en ayant soin de placer sur le filtre une toile métallique d'un numéro convenable pour arrêter les matières hétérogènes les plus volumineuses.

Le filtre refroidi se dépouille entièrement par l'essence de la résine qu'il aurait conservée.

Placé dans une étuve chauffée à des degrés que l'on peut augmenter successivement, on peut avec ce filtre obtenir différentes qualités de résines.

En plaçant sur cette étuve un chapiteau d'alambic, on recueille l'essence, qui, dans les chaudières ouvertes actuelles, se perd pendant l'ébullition. Cette étuve, faite en maçonnerie, peut être placée sans inconvénient à peu de distance des appareils distillatoires ; elle peut même, au moyen d'un robinet exactement fermé, permettre de laisser couler, sans frais de transport, la résine molle purifiée.

On trouve de même que le barras ou le galipot, qui n'est autre chose qu'une résine molle plus consistante qui se cristallise, à une certaine époque de l'année, sur les bords et sur la plaie qui a été faite à l'arbre, pouvait être dissous dans l'essence et purifié avec le même avantage, quand la plus grande valeur de ce produit rectifié surpasse les frais qu'une seconde distillation occasionne.

Distillation des schistes bitumineux.

Par M. A. RIVIÈRE.

Depuis quelques années tous les arts industriels ont pris un développement vraiment extraordinaire ; car les découvertes se succèdent de jour en jour, et le commerçant, le manufacturier, l'industriel, ne cessent de travailler et d'agrandir le cercle de leurs investigations ou de leurs désirs.

Parmi les arts les plus importants et ceux qui ont eu le développement le plus rapide, nous trouvons l'éclairage au gaz. Chacun sait combien, en Europe, et surtout en Angleterre et en France, les procédés ont varié, et combien on a fait de tentatives pour arriver à la perfection, c'est-à-dire à faire mieux et à meilleur marché. Nous avons vu tour à tour les différents procédés de l'éclairage au moyen de la houille, de l'anthracite, du lignite, de la tourbe, des corps gras et résineux ; ceux par lesquels on retirait un gaz avec des matières animales ou fécales, avec des substances plus ou moins essentielles ; enfin n'a-t-on pas essayé d'obtenir encore du gaz avec des végétaux ? Mais, jusqu'à présent, aucun procédé ne paraît devoir égaler celui qui est fondé sur la décomposition de l'eau et de l'huile de schiste. Comme toute découverte nouvelle et intéressante, ce procédé a rencontré de grands obstacles et d'acharnés détracteurs.

Maintenant le procédé de l'éclairage par la décomposition de l'eau, ou comme on le dit, *l'éclairage à l'eau*, dont on doit l'invention à M. Jobard de Bruxelles, est jugé : toutes les personnes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bonne foi, qui sont au courant de la question, et capables de se former une opinion rationnelle, ont fait justice de l'ignorance, du préjugé ou de la rivalité. Au reste, le nombre des établissements de l'éclairage à l'eau, soit en France, en Angleterre, en Belgique et ailleurs, ainsi que les bénéfices des sociétés, sont là pour donner un démenti éclatant aux prévenions ou à la malveillance.

On trouve des schistes bituminifères dans divers pays. En France, le gisement le plus connu est à Autun; mais il en existe dans beaucoup d'autres localités: telles qu'à Menat dans le département du Puy-de-Dôme, dans le Doubs et à Quimper. Ces dépôts sont aussi fréquents en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, dans certaines parties de la Russie, de la Chine, etc.; cependant tous ne sont pas exploitables d'une manière avantageuse, soit par rapport à leur circonscription et à la position de la localité, soit encore par rapport à la quantité de matières bitumineuses ou oléagineuses qu'ils renferment. Il est donc indispensable de s'assurer d'abord de la quantité de bitume contenu dans les schistes, et qui varie depuis trois jusqu'à vingt-cinq, même plus, pour cent, ensuite de tenir compte des autres substances qu'on peut en retirer, de la facilité plus ou moins grande de l'exploitation, ainsi que de l'écoulement des produits.

La plupart des dépôts de schistes bitumineux, que nous connaissons, se trouvent dans les terrains du groupe carbonique, ou du moins dans ceux qui le touchent.

L'exploitation des schistes bitumineux a lieu quelquefois à ciel ouvert, comme à Autun; et les autres fois au moyen de puits et de galeries, comme à Quimper. Il semblerait que le premier mode d'exploitation est plus avantageux que le second; or, cela n'est vrai que pour certains gisements. En effet, lorsqu'on exploite à ciel ouvert, il faut que le sol soit de peu de valeur et que les terrassements ne soient pas difficiles à faire, afin que les dépenses relatives à l'achat du terrain ainsi qu'à l'extraction de la matière, toujours très-élevées, n'égalent pas celles que nécessitent des puits et des galeries: il y a même des localités où, la matière exploitable se trouvant à une petite profondeur et se laissant détacher avec facilité, on a de l'avantage à l'extraire au moyen de puits et galeries.

Les substances contenues dans les schistes bitumineux se présentent sous trois états: les unes sont gazeuses, les autres liquides, et d'autres enfin solides: c'est-à-dire qu'on peut extraire des schistes bitumineux: 1° du carbure d'hydrogène; 2° de l'huile de schiste; 3° un résidu plus ou moins charbonneux. Mais tous les schistes bitumineux ne permettent point de tirer parti de ces divers produits; car les uns ne peuvent donner que du gaz et de l'huile; tandis que d'autres fournissent seulement du gaz et du noir minéral. Il est donc rare qu'on obtienne les trois produits à la fois; voilà pourquoi il importe de bien étudier la question du rendement, afin d'être fixé sur le choix des matières qu'on doit chercher à extraire. A Autun on distille à vase clos le schiste, et l'on en retire de l'huile; les autres substances sont négligées. Dans le département du Doubs, au contraire, on brûle le schiste à vase ouvert, et l'on recueille seulement le noir minéral.

Tout le monde connaît l'emploi du carbure d'hydrogène pour l'éclairage au gaz. Celui qui provient de la distillation du schiste, étant mélangé convenablement, peut donc servir au même usage ou pour alimenter le feu d'un foyer, et même pour remplir les aérostats.

L'huile de schiste a des emplois très-variés, et qui le deviendraient davantage, si cette substance était commune. Sans parler de son usage pour l'éclairage, elle peut souvent remplacer les goudrons, les bitumes ordinaires; de plus, dans les pays étrangers, divers ateliers la brûlent en nature comme les huiles de bas prix. Enfin, il est certain qu'un grand nombre d'arts, tels que la peinture (1), peut-être même la fabrication des savons grossiers, en retireraient des avantages imprévus maintenant. On s'est déjà occupé de faire des chandelles avec l'huile de schiste; de sorte que l'emploi de cette substance se multiplierait en raison de la quantité d'huile répandue dans le commerce, et de l'infériorité de son prix à celui des matières analogues.

Quant au noir minéral, voici ce que nous lisons dans le tome premier de la Chimie appliquée aux arts de M. Dumas, imprimé en 1828: « Après avoir décrit » le charbon animal, dont le principal » emploi a pour but la clarification du » sucre, il est nécessaire de dire quel- » ques mots d'un nouveau charbon » destiné à rivaliser avec lui; c'est le » charbon de schiste.

» M. Bergounhioux, pharmacien de

(1) On m'a rapporté qu'au Japon et en Chine elle servait à la peinture sur porcelaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Clermont, eut l'heureuse idée d'es-
» sayer le pouvoir décolorant du char-
» bon fourni par ce schiste, et il le
» trouva égal, sinon supérieur, à celui
» du charbon d'os ordinaire. Il chercha
» alors à soumettre cette matière à une
» exploitation en grand, et il parvint à
» l'obtenir à un prix si bas, qu'on a
» peine à concevoir que le charbon d'os
» puisse lutter avec avantage contre
» celui de schiste. Par la carbonisation
» en meules, le schiste bitumeux laisse
» un résidu d'un beau noir mat, plus
» dur que le schiste lui-même, mais
» néanmoins facile à pulvériser, très-
» poreux d'ailleurs, et sous tous les
» rapports bien convenable à la clarifi-
» cation des liquides. »

Depuis la publication de ce volume, l'éveil a été donné, et l'efficacité du noir minéral n'est plus une question douteuse, puisque des usines en produisent une quantité considérable, et que des raffineries, etc., s'en servent avec succès. Non-seulement le noir minéral peut décolorer les liquides, et servir par conséquent aux raffineries de sucre, à la clarification des vinaigres, etc.; mais encore on l'emploie pour désinfecter les matières, comme on le fait à Bordeaux et dans d'autres lieux, ou bien il sert d'engrais, après avoir été mêlé avec des matières fécales. En un mot, il est généralement propre aux mêmes usages que le noir animal.

D'après les considérations précédentes, si nous voulions employer le noir minéral à l'amendement ou à l'engrais des terres, il est évident que cette substance rendrait à l'agriculture les mêmes services que le noir animal et à un prix très-inférieur. Aussi avons-nous, dans cet espoir, fait des essais pour reconnaître l'efficacité d'un pareil amendement. Or, nos essais ont surpassé nos prévisions; cependant il faudrait se garder de mettre du noir minéral, comme du noir animal, sur toute espèce de terrains. C'est pourquoi il importe de connaître parfaitement les terrains et l'art d'amender avant d'employer le noir minéral à cet usage.

Dès lors, les schistes bitumineux, qui réuniraient tous les avantages que je viens de signaler, présenteraient de grandes chances de succès dans une tentative d'exploitation. Ceux du terrain houiller de Quimper sont dans ce cas, seulement il s'agit actuellement de distiller à vase clos les schistes de la manière la plus avantageuse.

Ainsi la question se réduit à une question de pratique, au moyen de laquelle on connaîtra exactement le rendement en grand de toutes les matières, le prix de revient et ceux de la vente. Il est assez difficile de comparer, avec nos aperçus, tous les élements du calcul aux chiffres donnés par les usines en activité; car dans ces dernières, on fait un mystère des véritables prix: des essais seuls sont capables de nous éclairer entièrement. Néanmoins, voici les renseignements les plus vraisemblables, qu'il m'a été possible de recueillir.

Les usines d'Autun sont seules en possession, jusqu'à présent, de fournir l'huile de schiste aux établissements d'éclairage qui fonctionnent en France. On est forcé de se servir d'huile de poisson, ou d'autres matières, lorsque l'huile de schiste manque, ce qui arrive assez fréquemment. La Belgique tire aussi d'Autun ses huiles de schiste. Déjà Lyon, Saint-Valier, Dijon, Strasbourg, Anvers et Paris possèdent des établissements pour l'éclairage au gaz d'eau et d'huile de schiste. En outre, on pose actuellement les appareils propres à ce mode d'éclairage à Mâcon, Châlons et Rennes. Ces établissements se multiplient chaque jour, et ils prendraient une extension encore plus rapide, si les ingénieurs et les directeurs de la compagnie de Lyon, formée pour l'exploitation de quatre-vingts départements de la France, ne craignaient de manquer d'huile.

Les bénéfices ou les pertes des compagnies d'éclairage au gaz d'eau dépendent uniquement des quantités plus ou moins grandes d'huiles qui leur seront livrées, et de l'importance plus ou moins considérable des frais de transport de cette matière ajoutés à ceux du coke; du reste, elles ont des avantages sur les autres compagnies, en ce que leur gaz est plus beau, qu'il est sans odeur, qu'il n'attaque pas les dorures, etc.

A Autun, on peut fabriquer l'huile à 5 fr. les cent kilog.; mais à cause des frais de transport, cette même matière coûte aux compagnies de Paris et d'Anvers 12 fr., 14 fr., 15 fr. et même jusqu'à 21 fr. les cent kilog.

Il serait absurde de croire qu'il est possible d'établir des fabriques d'huile dans beaucoup de contrées; car il faut d'abord que le schiste soit en assez grande quantité pour être exploité, et ensuite des voies faciles de communication.

La principale condition de succès, lorsqu'on opère sur des matières premières d'un bas prix, consiste dans la facilité et l'économie du transport. Autun est assez bien placé pour les villes qui l'entourent, mais cela est borné, et quand il s'agit d'envoyer de l'huile à Anvers, par exemple, il faut faire parcou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rir à cette marchandise 160 lieues au moins par terre. Au contraire, Quimper se trouve dans une position géographique bien autrement favorable : la mer lui sert de voie de communication facile et peu dispendieuse pour un grand nombre de villes en France, et surtout pour la Belgique et l'Angleterre.

Quoi qu'il en soit, nous avons jugé les chances de réussite assez grandes pour mettre à exécution un projet que nous avions développé précédemment ; mais nous avons dû agir avec prudence : c'est pourquoi j'ai proposé de n'établir qu'une usine d'essai, sauf à lui donner dans la suite un développement aussi considérable qu'on voudra, si le problème est résolu en faveur de l'entreprise. D'un autre côté, dans de pareilles questions, des usines d'essai valent mieux ; car pendant les premiers temps on tâtonne chaque jour, afin de trouver les procédés les plus convenables ; de sorte qu'on est ordinairement obligé de modifier les appareils, modification qui n'est pas commode à exécuter ou qui devient trop dispendieuse, quand on la fait après coup.

Un des directeurs de nos mines, M. Renaud, pendant le creusement du puits de Cuzon, a relevé avec beaucoup d'exactitude les allures des couches qu'il traversait. Or, nous trouvons dans sa grande coupe : 1° à 58 mètres de la surface du sol, un ensemble de couches de schistes houillers, très-chargés de bitume, ayant 22 mètres de puissance ; 2° à 92 mètres on voit des couches semblables et se poursuivant jusqu'à 120 mètres ; 3° à 128 mètres, d'autres allant jusqu'au fond du puits, qui atteint 137 mètres : cette constance existe également dans les différentes galeries creusées. Les schistes ne manqueront donc pas à la distillerie, mais je ferai d'abord le choix des couches en commençant par les moins profondes ; je suivrai la même méthode relativement aux autres puits et galeries : les résultats obtenus de cette manière me fixeront sur la valeur des schistes bitumineux de nos mines.

Si dans une question de la nature de celle qui nous occupe, on doit chercher les matières les plus avantageuses, il en est de même pour les procédés ; ainsi j'ai vu certaines personnes qui, essayant de retirer de l'huile des schistes bitumineux, n'en retiraient qu'une très-faible quantité. En effet, il n'y a peut-être pas de substance qui exige une chaleur plus modérée et mieux conduite que l'huile contenue dans les schistes : en chauffant trop, elle devient épaisse, noire, etc. ; en chauffant encore plus, on la décompose et l'on ne recueille que du gaz.

Un des grands avantages des schistes de Quimper, est la rareté des pyrites ; car, sans parler de leur inconvénient pour le noir minéral, dans une usine qui se sert d'un grand nombre d'appareils en fonte soumis à une température assez élevée, on serait obligé de renouveler très-souvent ces appareils : or j'estime que nos cornues, avec leur épaisseur, pourront durer jusqu'à deux années. Il est vrai que, dans le cas d'une réussite, nous ne ferions point couler les cornues à Paris, et qu'alors nous aurions la facilité de les obtenir plus minces, plus légères et privées des défauts de la fonte de la capitale, ce qui soulagerait beaucoup nos fourneaux et rendrait la manœuvre plus commode.

Nos produits d'huile et de noir minéral une fois obtenus par la distillation, la trituration, etc., en grande quantité et à bas prix, le problème serait résolu, puisque l'écoulement s'effectuerait avec une facilité toute particulière par rapport à la situation de la localité. De sorte que maintenant, pour nous, toute la question se réduit à connaître le rendement moyen, mais en grand, des schistes houillers de Quimper.

Les usines en activité sont établies dans le but de retirer tel ou tel produit : elles sont par conséquent spéciales ; cependant celles d'Autun sont assez complètes et peuvent servir à obtenir tous les produits. Cette raison m'a donc engagé à prendre pour modèle plus particulièrement les usines d'Autun que les autres ; néanmoins, elles présentent encore beaucoup de défauts que j'ai tâché d'éviter.

Après avoir donné toutes les explications précédentes, disons un mot de notre usine en projet et de nos appareils. Comme il faudrait entrer dans des détails que ne comporte point l'espace d'une simple note, afin de ne laisser rien à désirer à ce sujet, je me contenterai de renvoyer à l'explication des planches ; je pense que cela est suffisant pour se former une idée exacte sur la question ; cependant j'ajouterai ici quelques mots.

Les planches représentent les appareils et les usines telles qu'on devra les construire dans l'hypothèse d'une réussite complète. Comme dans notre essai nous n'établissons qu'un fourneau et même qu'une cornue triple, notre usine d'essai sera le commencement d'une usine qui plus tard doit être agrandie et non recommencée. Outre cela, mes appareils ne ressemblent nullement à ceux qui existent déjà : venant après d'autres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

je ne serais point pardonnable si je n'avais apporté aucun perfectionnement dans les appareils de ce genre d'industrie.

Mes améliorations ont porté sur trois points principaux : 1° l'économie du temps et de la main-d'œuvre ; 2° la diminution des fuites ; 3° la sûreté de l'usine. En effet, le système de cornues triples parvient aux deux premiers buts, et le petit appareil que traverse le gaz en sortant du refrigérant pour se rendre aux foyers, parvient au second.

Je le sais, ces appareils ne sont point parfaits ; déjà même je me suis aperçu de quelques améliorations à apporter ; mais je les regarde comme une connaissance rationnelle de la théorie avec la pratique des établissements qui sont en pleine activité.

Explication des planches.

PLANCHE II. (Fig. 1.) Plan de l'un des fours, présentant une longueur de $3^m,2$, sur une largeur de $2^m,55$.

F. Foyers au nombre de quatre dans chaque four.

R. Cornues réunies par système de trois.

A. Tubulures appliquées à chaque système de cornues pour la charge et la décharge de la matière.

D. Ouvertures latérales pratiquées dans les murs des fours pour donner passage aux tubulures A.

(Fig. 2.) Élévation transversale du plan (fig. 1), offrant une hauteur de $3^m,46$.

Les murs latéraux qui soutiennent la voûte ont $0^m,65$ d'épaisseur ; le mur transversal qui divise le four en deux compartiments, n'a que $0^m,525$. Les compartiments ont $0^m,49$ de largeur.

Y. Compartiment du four.

X. Contre-voûte pour retenir la chaleur, et ayant $0^m,22$ de hauteur.

T. Tuyau correspondant aux quatre foyers d'un même four, et ayant une hauteur de $3^m,9$ sur un diamètre de $0^m,32$.

R. Cornues verticales vues de profil.

A. Tubulures pour charger.

B. Tubulures pour décharger.

D et E. Ouvertures réservées dans les murs latéraux pour le passage des tubulures A et B.

(*d*). Tubulures supérieures par lesquelles se distille l'huile.

(*a*) et (*b*). Chambres rectangulaires servant de point de communication aux trois cornues de chaque système et aux tubulures A, B.

(*e*). Patin adhérent à chaque système de cornues et lui servant de support.

(Fig. 3.) Élévation longitudinale du plan (fig. 1).

C. Cendriers.

O. Bâtis en briques traversant les foyers et sur lesquels s'appuient les patins (*e*).

Toutes les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 2.

(Fig. 4.) Plan d'un système de trois cornues cylindriques et verticales.

(Fig. 5.) Élévation du profil du plan (fig. 4).

(Fig. 6.) Élévation de face du même plan.

Chaque système se compose d'une cornue centrale *e b* R *a d*, ayant une hauteur totale de $2^m,57$; cette pièce porte quatre tubulures inclinées de 45°, sur lesquelles viennent s'ajuster, à brides et à boulons, deux cornues latérales et coudées.

L'intervalle de ces cornues sur la ligne qui joint leurs centres, est de $0^m,108$; leur diamètre inférieur est de $0^m,217$, et l'épaisseur de leurs parois de $0^m,027$. Les parties les plus exposées au coup de feu ont de plus reçu un renfort de $0^m,014$.

La tubulure (*d*) a $0^m,108$ de diamètre et $0^m,406$ de longueur.

Les chambres (*a*) et (*b*) ont $0^m,32$ de hauteur intérieurement sur $0^m,217$ de côté.

Les patins (*e*) ont $0^m,217$ de long.

Les brides ont partout $0^m,067$.

La tubulure A, (fig. 2) qui est inclinée de 45°, a $0^m,487$ de longueur ; la tubulure B, qui n'est inclinée que de 30°, a $0^m,406$.

(Fig. 7.) Ouverture des tubulures A et B, avec deux oreilles latérales.

(Fig. 8 et 9.) Élévation de face et de côté, des appareils de fermeture des tubulures A et B.

(*g*). Bouchon de $0^m,26$ de diamètre et ayant $0^m,065$ dans sa plus grande épaisseur.

(*i*). Traverse taraudée, portant sur deux oreilles à fourchette, et ayant $0^m,19$ de hauteur.

(*h*). Vis de pression ayant $0^m,3$ de longueur et appuyant sur le bouchon.

(Fig. 10.) Cuve de $2^m,6$ de hauteur sur $1^m,32$ de diamètre à la base inférieure et 1^m à la base supérieure.

(*a*). Tuyau par lequel arrive l'eau froide.

(*b*). Tuyau par lequel découle l'eau chaude.

(*s*). Serpentin de $0^m,048$ de diamè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tre intérieur, de 0m, 009 d'épaisseur et 21m, 5 de longueur.

(Fig. 11.) Coupe de profil d'un appareil à boule et à quatre tubulures, destiné à la séparation du gaz, de l'huile liquide et de l'huile visqueuse.

(*r*). Robinet qui met l'appareil en communication avec le serpentin.

(*q*). Boule de 0m, 12 de diamètre intérieur et de 0m, 009 d'épaisseur.

(*i*). Tube inférieur de 0m, 05 de diamètre et de 0m, 55 de longueur, servant à conduire les huiles dans la boîte M.

(*d*). Tubulure à robinet de 0m, 05 de diamètre et de 0m, 5 de long, servant à conduire l'huile dans le tonneau T.

(*h*). Tubulure de 0m, 108 de diamètre et destinée à retirer le bitume qui se condense au fond de la boîte M.

M. Boîte en fonte de 0m, 406 de hauteur sur 0m, 525 de carré. Cette boîte porte à sa partie supérieure une ouverture sur laquelle s'applique à brides et à boulons l'appareil (*q*).

(Fig. 12.) Coupe de face de l'appareil qui vient d'être décrit (fig. 11).

(*a*). Tubes qui conduisent le gaz dans deux cuves à eau (*m*) destinées à séparer le gaz, qui doit être brûlé, du reste de l'appareil; ces tubes ont 0m, 025 de diamètre.

(*b*). Tubes qui conduisent le gaz aux foyers; ils ont 0m, 02 de diamètre.

(Fig. 13.) Tuyau coudé qui s'applique à brides et à boulons, à l'extrémité de la tubulure (*d*) (fig. 8), et met chaque système de cornues en communication avec le serpentin : il a 1m 12 de long, 0m, 108 de diamètre à son extrémité la plus forte et 0m, 067 à l'autre.

Méthode pour blanchir les fils de lin à toutes les époques de l'année sans les altérer, et en leur faisant atteindre très-promptement un blanc éclatant.

Il y a déjà quelques années qu'on a introduit dans plusieurs fabriques un procédé pour blanchir parfaitement, et dans un temps très-court, les fils de lin sans en altérer le moins du monde la texture, en faisant alternativement usage d'une solution alcaline, puis de chlore gazeux, et sans qu'il soit besoin de mettre sur le pré, comme dans le moyen ordinaire.

Ce procédé, qui n'est pas encore généralement connu, se distingue principalement des autres blanchiments au chlore en ce que le tissu du fil n'éprouve pas la moindre altération, quoiqu'on parvienne à le faire arriver promptement au blanc éclatant. Comme il est intéressant qu'il se répande dans nos fabriques, nous allons, pour le faire connaître, en emprunter les détails à un ouvrage du docteur W. H. de Kurrer, publié à Nuremberg, en 1838, et intitulé : *L'art de blanchir les matières végétales et animales.*

Première opération.

Les fils de lin de numéros quelconques sont bouillis pendant trois à quatre heures, suivant leur degré de finesse ou de force, dans une lessive caustique marquant un degré et demi Beaumé; puis on les lave à l'eau courante; on les tord à la cheville, puis on les passe dans une solution de potasse de 2 degrés, et enfin on en exprime fortement la lessive au moyen d'une presse. Plus le fil est pressé vivement et complètement, plus le blanchiment subséquent au chlore est rapide et uniforme par le contact et l'absorption complète du gaz, et moins aussi on consomme, d'une part, de lessive, et d'autre, de chlore, dont l'absorption dépend de la quantité de celle-là.

Le débouilli du fil s'opère dans une chaudière oblongue et rectangulaire, qui doit être aussi profonde que les écheveaux ou les paquets de fil qu'on veut traiter ont de longueur. Les paquets sont enfilés sur des barres en bois rangées très près les unes des autres, et on en fait entrer dans la chaudière autant qu'elle peut en contenir. Lorsque cette chaudière est chargée de la sorte, on y fait arriver une quantité de lessive suffisante pour que les paquets en soient entièrement recouverts; puis, quand on a atteint ce but, on recouvre la chaudière d'un couvercle léger en bois; on en élève doucement la température jusqu'à l'ébullition, et on fait cuire le fil pendant trois ou quatre heures, ainsi qu'il a été dit.

Deuxième opération.

Le fil étant bien imprégné de lessive et exprimé aussi fortement que possible, est placé sur une barre de bois, ou mieux, sur une espèce de dévidoir, et suspendu ainsi dans l'appareil au chlore, qui a la forme d'un tonneau. La porte de ce tonneau est close après cette introduction; on en lute les jointures, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on y fait arriver du chlore. Pour 115 à 120 kilog. de fil, on a besoin d'une quantité de gaz qui peut être fournie par un mélange 3,5 jusqu'à 4 kilog. de manganèse, et 10 kilog. d'acide hydrochlorique, ou bien 3,5 kilog. de manganèse, 8 kilog. de sel commun et 5 kilog. d'acide sulfurique, avec 5 kilog. d'eau, suffisent pour produire dans l'appareil tout le chlore nécessaire au blanchiment. Au reste, les proportions des ingrédients peuvent être facilement réglées d'après celles ci-dessus, quand les tonneaux ont une plus grande capacité, c'est-à-dire quand on a une plus grande quantité de fils à blanchir, et elles se règlent généralement de façon qu'il y ait saturation complète de la lessive qui imbibe le fil et blanchiment complet. Une quantité en excès de chlore gazeux, et dont une portion ne serait pas absorbée, serait très-préjudiciable, attendu que la texture des fils en serait attaquée, et, par conséquent, que leur durée serait moindre.

Lorsque l'opération est terminée, et qu'on ouvre le tonneau, le fil a pris une couleur blanc-jaunâtre, et on doit avoir l'odorat frappé d'une odeur de pomme de reinette. Quand ces circonstances ne se présentent pas, et qu'on éprouve une forte odeur de chlore libre dans le tonneau, il faut changer la quantité des ingrédients, attendu qu'ils développent une quantité de gaz trop considérable proportionnellement à celle des matériaux soumis au blanchiment.

Quand le chlore commence à se dégager et à s'introduire dans l'appareil, on tourne un robinet, placé à la partie inférieure du tonneau, qu'on tient ouvert jusqu'à ce que le gaz s'en échappe ; alors on le ferme hermétiquement. On en agit ainsi afin d'être certain que le chlore, qui est un gaz pesant, s'est répandu uniformément sur toute cette partie inférieure du tonneau.

Le tonneau dans lequel s'opère le blanchiment du fil par le gaz, doit avoir une grandeur telle qu'il puisse contenir facilement deux rangs de fils sur leurs dévidoirs. La porte du tonneau, qui est munie d'une glace, afin de pouvoir examiner les progrès du blanchiment, est lutée avec du papier enduit de colle de farine (de farine de seigle mêlée à de l'eau froide).

En imprégnant de lessive alcaline faible le fil qu'on veut blanchir, on a principalement pour but d'empêcher que le chlore n'attaque trop vivement et ne détruise la texture du fil, et que celui-ci soit en même temps disposé à absorber uniformément le gaz. Plus le fil a été pressé fortement, plus est uniforme l'absorption du chlore, et moins, en même temps, il faut de gaz pour blanchir, parce qu'il y a moins de base pour former un chlorure de potasse. Le chlore, en effet, s'unit à la potasse adhérente pour former ce composé, tandis que pendant la marche de cette combinaison le blanchiment s'opère en partie par le gaz et se complète au moyen du chlorure qui s'est formé.

Troisième opération.

Le fil, retiré du tonneau au chlore et coloré en jaune-paille clair, est lavé par poignées dans une eau courante, bien exprimé, puis plongé dans une lessive de potasse à 2°, comme la première fois, excepté qu'on ne le fait bouillir que 2 à 3 heures, lavé à grande eau, imprégné de lessive de potasse, très-vigoureusement pressé et soumis une seconde fois dans le tonneau à l'action du chlore jusqu'à ce que le courant de celui-ci se soit arrêté. Il est également nécessaire ici de proportionner la quantité des ingrédients à la masse du fil qu'on se propose de blanchir.

Le fil, après ce deuxième passage au chlore, qui développe aussi dans le tonneau une odeur de pomme de reinette, est devenu parfaitement blanc ; on le lave alors avec soin et on l'expose à l'air libre. Si un ou plusieurs des paquets n'avaient pas atteint le blanc éclatant, on les soumettrait encore à une macération dans une faible liqueur alcaline, on les tordrait, les presserait, et les exposerait de nouveau à un courant de gaz d'une durée proportionnelle à la quantité du fil.

Cette méthode pour blanchir les fils a besoin, pour être bien conduite, de quelques précautions, qu'on peut résumer ainsi qu'il suit :

1° Lorsqu'on a chargé la chaudière quadrangulaire à lessive avec les paquets de fil, on y verse aussitôt la liqueur alcaline ; cette chaudière doit être munie d'un bord assez large en pente vers l'intérieur ; sur ce bord, on place un couvercle léger en bois. On allume le feu, et on entretient une ébullition uniforme et modérée. Le couvercle, qui est bombé, a dans son milieu une grande ouverture, et sert d'abord à empêcher que la lessive ne soit projetée par l'ébullition, et en second lieu, à ce que celle-ci marche avec régularité. La chaleur se trouve ainsi mieux concentrée dans la chaudière, et le bouillon du liquide permet mieux à celui-ci de pénétrer uniformément tous les paquets de fil.

2° La presse en bois dont on fait usage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour exprimer des fils la lessive alcaline, doit avoir une construction telle qu'elle rassemble toute la lessive exprimée, et donne en même temps aux fils une pression très-énergique. Ces fils, après cette pression, doivent être dans un état tel qu'ils paraissent secs au toucher, parce que plus ils sont pressés vivement quand on les soumet au chlore, plus ils paraissent acquérir de blancheur après les deux passages au gaz.

3° Il faut avoir l'attention, dans le traitement au chlore dans le tonneau, que, pour une quantité donnée de fil (environ 115 à 120 kilog.), la quantité des matériaux propres à développer le gaz soit parfaitement établie, de façon qu'il n'en arrive ni trop ni trop peu sur les fils. Quelques essais suffiront pour établir, dans toutes les opérations subséquentes, la quantité normale des matières, quand on fera constamment usage du même manganèse ou des mêmes acides sulfurique et hydrochlorique.

4° Les fils ont-ils reçu trop peu de chlore dans le tonneau, le blanchiment est alors faible et imparfait; le gaz, au contraire, a-t-il été donné en trop grande abondance, les fils ont dû nécessairement en éprouver quelque altération dans leur nature; le signe le plus sûr d'un traitement convenable par le chlore, est l'odeur de pomme de reinette que répandent les fils quand on les extrait du tonneau.

5° Les fils ordinaires et retords traités par cette méthode de blanchiment, conservent tout leur nerf. Ces fils sont beaucoup moins attaqués que par la méthode du pré, ou tout autre mode de blanchiment par le chlore gazeux ou ses combinaisons.

6° Si on soumet un fil brut de lin à la première ou à la seconde de ces opérations, de manière à ce qu'il passe à la couleur blanc-jaunâtre, et si on le travaille en cet état sur le métier de tisserand, on en prépare des tissus de lin qui blanchissent bien plus vite et plus facilement que les autres dans lesquels le fil a été travaillé par les moyens ordinaires. Ces tissus, au blanchiment ultérieur, ont besoin de même de la fermentation, à cause de la couche de parement qui s'y trouve adhérente; mais ce blanchiment s'opère avec beaucoup plus de facilité, et la substitution de ce procédé à celui ordinaire paraît être, dans l'art de la préparation des tissus, et surtout du blanchiment, d'une grande importance.

7° Il est impossible de ne pas remarquer que dans la fabrication des papiers les matières à papier imprégnées d'alcali et fortement pressées pourraient être ainsi et avec avantage blanchies parfaitement et promptement. Les matières à papier, quand elles sortiront du tonneau au chlore, doivent de même répandre une odeur de pomme de reinette.

8° Il est bien entendu que toute pièce en fer dans les appareils au gaz doit être enduite d'un bon vernis, afin d'éviter les taches de rouille.

Nouveau procédé d'encastage de la porcelaine, inventé par M. J.-M.-F. Regnier, *chef des pâtes et fours de la manufacture royale de Sèvres.*

Par M. Al. Brongniart,
directeur de cette manufacture (1).

On entend, par encastage de la porcelaine, l'opération importante de placer les pièces de porcelaine dans des enveloppes en terre cuite très-réfractaire, qu'on appelle *étuis* ou *cazettes*, et qui ont pour objet de soutenir ces pièces, de les empêcher de se toucher, de les garantir de l'action directe du feu et des souillures de la fumée et des cendres.

Cette opération est importante sous beaucoup de rapports; car elle entre pour une très-grande valeur dans le prix des pièces, et c'est une des causes de la supériorité du prix des porcelaines les plus communes sur celui des plus belles faïences.

Un des éléments du prix élevé de la porcelaine résulte non-seulement de la haute température où elle cuit, mais de la place considérable que chaque pièce tient au four. Si on peut réduire cette place sans augmenter les chances d'avaries, on aura fait faire un progrès à l'art.

(1) M. Regnier, attaché depuis vingt ans à la manufacture royale de porcelaine, est un homme très-ingénieux, qui a enrichi le façonnage des pièces d'un grand nombre de procédés qui ont donné à cette partie de la fabrication beaucoup plus de perfection; mais il a surtout doté la manufacture de deux procédés nouveaux, et qui ont produit des résultats remarquables dans deux directions différentes. L'un, très-ancien, est le procédé de *façonnage par coulage*, introduit par lui en 1814; procédé au moyen duquel la manufacture a établi avec succès: 1° les immenses plaques de porcelaine assez droites, assez lisses, assez parfaites enfin, pour qu'on ait pu y faire des copies d'assez grands tableaux de la même dimension que l'original; 2° des instruments de chimie, tubes, cornues, etc., meilleurs que ceux que l'on faisait par le moulage, et d'un prix de moitié au moins que celui des anciens. L'autre a bien plus d'importance encore, c'est le *procédé d'encastage*, dont il va être question.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette réduction est plus importante pour les pièces plates et de grand creux, telles qu'assiettes plates, coupes, compotiers, saladiers, etc., que pour les pièces hautes, dont on peut placer plusieurs dans un même étui.

Aussi est-ce à cette réduction que tendaient tous les efforts des fabricants, et ils avaient déjà beaucoup gagné depuis plus de trente ans; car il y a trente-quatre ou trente-six ans que l'on cuisait encore à Sèvres les assiettes dans des étuis à fond plat; vers cette époque, on a creusé le fond de l'étui en cul-de-lampe (de là le nom qu'on donne à ces étuis), de manière que l'assiette ou le compotier supérieur placé dans cette cavité gagnât de la place en entrant dans la cavité de la pièce inférieure, et ainsi de suite. On économisa alors par le procédé, un tiers de place, c'est-à-dire que dans une pile de deux mètres, où l'on ne pouvait mettre que vingt assiettes, on a pu en mettre environ vingt-neuf, suivant le soin avec lequel les étuis avaient été faits.

M. Regnier a inventé un nouveau mode d'encastage qui double presque la quantité d'assiettes qu'on met ordinairement dans les piles composées d'étuis en cul-de-lampe.

La figure 14, planche II, présente ce nouveau mode d'encastage en coupe, appliqué aux assiettes plates comme étant les pièces auxquelles il est le plus profitable; la partie droite de la même figure montre le mode d'encastage ordinairement et encore actuellement en usage.

On voit que l'encastage Regnier consiste en une double enveloppe d'étuis, dont l'une épaisse et forte soutient les étuis renfermant les assiettes, et qu'on peut alors faire ceux-ci extrêmement minces.

L'enveloppe extérieure ne se compose, à partir de l'étui de la base de la pile, que de *cerces à talons aaa*, qui sont moins hautes que les rebords d'étuis à cul-de-lampe, et qui supportent deux étuis d'assiettes, et par conséquent deux assiettes.

Les cerces à talon sont faites avec la pâte ordinaire des étuis, composée à Sèvres, d'argile plastique de Bourgogne et de Champagne, avec moitié environ de ciment de ces mêmes étuis; mais les étuis inférieurs (*fig.* 19, 20) sont faits d'une pâte argileuse plus fine et tout à fait réfractaire. Elle se compose :

D'argile plastique de Bourgogne ou de Champagne lavée.	40
De ciment ordinaire, n° 1.	30
De sable quartzeux de la butte d'Aumont ou tout autre lieu. .	30

Cette composition ne prend que 0,06 de retraite, ne s'affaisse pas, ne se déforme pas, ne jette ni grains ni écailles, toutes circonstances très-importantes à noter.

On voit qu'un de ces étuis s'appuie sur le rebord inférieur, et cette couple porte sur le talon ou rebord supérieur de la cerce; chaque cerce ne porte donc que deux étuis et deux assiettes.

Il n'y a plus de rondeaux; la forme des étuis d'assiette et la fusibilité de la composition permettent de s'en passer, sans qu'il en résulte aucune avarie.

Cette description montre qu'il y a une économie immense de place sur la hauteur, puisque dans le même espace qui, dans l'encastage ordinaire le plus soigné, ne contient que quatre assiettes, on peut en placer sept dans l'encastage Regnier; c'est donc un bénéfice net de 75 pour 100 sur la place en hauteur.

J'ai dit que cet encastage s'appliquait aussi à ce qu'on nomme le *grand creux;* mais il donne moins de bénéfice sur ces pièces dans l'état actuel de l'encastage. Ainsi qu'on peut le voir (*fig.* 15 et 16), les saladiers ne donneraient que 40 à 45 pour 100 sur la hauteur; les compotiers et les jattes que 25, etc.

Il faut examiner maintenant si ces bénéfices ne sont pas un peu réduits par quelques autres circonstances; ce sont ces circonstances que je vais examiner et tâcher d'apprécier; car, en industrie, il faut toujours examiner avec soin si ce qu'on gagne d'une part on ne le perd pas de l'autre.

Or, plusieurs sortes de dépenses et d'avaries peuvent être produites par le mode d'encastage.

En *dépenses :* 1° celle qui résulte du prix de l'argile et des autres matériaux employés; 2° celle qui résulte de la façon des étuis.

En *avaries;* il y a celle qui appartient aux étuis, et qui consiste dans leur plus ou moins de durée, et celle qui résulte des rapports des étuis avec les pièces qu'on y met cuire. Tels sont : 1° le défaut de feu, ou plutôt de cuisson, lorsque les étuis sont trop épais ou doubles; 2° les grains que jettent les étuis sur les pièces; ce qui résulte de la qualité de la pâte et des fentes qui peuvent en être la suite; 3° l'affaissement ou même la retraite des étuis au feu, qui, si elle n'est pas suffisamment prévue ou calculée, peut faire perdre en pièces autant et même plus que ce qu'on gagne en place.

C'est sous ces diverses considérations que j'ai étudié depuis trois ans le procédé d'encastage dont M. Regnier m'a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communiqué, en 1836, les premières idées ; c'est depuis ce temps que je l'ai fait passer par tous les essais en grand qui devaient être propres à en constater les inconvénients ou les avantages. Plusieurs de ces essais ont été, en effet, très-utiles pour y apporter des améliorations qui l'ont amené au degré de perfection où il est maintenant, lequel le met en état d'être apprécié et publié pour l'avantage de la fabrication de la porcelaine.

Pour arriver plus promptement et non moins sûrement à un résultat dans lequel on puisse avoir pleine confiance, j'ai fait tenir un procès-verbal exact de toutes les circonstances qui accompagnaient la cuisson des pièces enfournées suivant la nouvelle méthode de l'encastage. Ce procès-verbal, dressé par le contre-maître en présence de M. Regnier et souvent sous mes yeux, a été lu et discuté dans les conférences qui ont eu lieu tous les quinze jours entre tous les membres de l'administration et de la direction de la manufacture. On peut donc admettre avec confiance les résultats et les conséquences que j'en déduirai.

Je vais comparer l'ancien encastage supposé fait avec tout le soin et toute l'économie qu'on est en droit d'exiger avec le nouvel encastage fait avec le même soin ; je les comparerai dans les frais de matière première et de façon, dans la durée des pièces qui le composent, et dans les avaries dont il peut être le sujet ou la cause. En additionnant tous ces éléments, je dois arriver à connaître exactement s'il y a supériorité de l'encastage Regnier sur l'ancien encastage, et quelle est la valeur de cet avantage.

Pour avoir des résultats les plus rapprochés d'une moyenne très-admissible, j'ai toujours établi mes calculs et mes comparaisons sur vingt assiettes plates ordinaires.

TABLEAU *de comparaison des résultats de l'encastage ordinaire le plus parfait avec le nouvel encastage Regnier.*

	ENCASTAGE ordinaire ou ancien.		ENCASTAGE Regnier.	
	fr.	c.	fr.	c.
A. *Prix des étuis consommés par fournées.*				
1° Prix de la pâte à étuis, composée comme il est dit ci-dessus, pour 20 assiettes, à raison de 76 kilog., à 7 centimes le kilog., rondeau compris.	5	35	»	»
Cinq doubles cerces pour l'encastage Regnier, 58 kilog. 2 fr. 20 c.	»	»	4	05
Vingt étuis ou supports intérieurs. 1 85				
2° Façon des étuis. — Pour 20 étuis et rondeaux compris pour l'encastage ordinaire.	4	»	»	»
Pour 20 étuis ou supports et 10 doubles cerces compris pour l'encastage Regnier.	»	»	4	»
	9	35	8	05
B. *Durée des étuis.*				
3° Les étuis, dans l'encastage ordinaire, ne font que quatre fournées, et les rondeaux douze ; par conséquent, il faut mettre des valeurs ci-dessus le quart pour les étuis, le douzième pour les rondeaux ; pour chaque fournée.	2	10	»	»
Dans l'encastage Regnier, les cerces extérieures ne durent que quatre fournées ; les étuis intérieurs durent au moins douze fournées, c'est-à-dire par fournée.	»	»	1	20
Donc il y a par fournée, pour cuire 20 assiettes, de dépense en étuis.	2	10	1	20
C. *Prix de cuisson de 20 assiettes, à raison de leur place au four.*				
Vingt assiettes dans l'encastage ordinaire tiennent de place au four 185 décimètres cubes, à. 0 fr. 08 c.	14	80	»	»
Vingt assiettes dans l'encastage Regnier ne tiennent que 102 décimètres cubes, à. 0 08				
ayant égard au plus grand diamètre des piles.	»	»	8	20
Par conséquent, la cuisson de 20 assiettes (consommation d'étuis comprise) dans l'encastage ordinaire, à.	16	90	»	»
Dans l'encastage Regnier.	»	»	9	40

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D. *Prix à ajouter à celui de la cuisson.*

En raison des avaries que peuvent éprouver les assiettes par le fait des étuis seulement, on admettra que les assiettes, étant généralement bonnes, peuvent être estimées 1 fr. 50 c. la pièce ou 30 fr. les vingt.

1° Grains que jettent les étuis sur les assiettes.

Dans l'encastage ordinaire, en raison de la charge qui fait casser les étuis et de leur composition nécessaire, parce qu'ils sont exposés immédiatement au feu, nous évaluons les assiettes perdues ou gâtées par le grain à 50 pour cent; elles ne sont pas entièrement perdues, mais elles ont diminué de valeur d'environ 1/3, de sorte que les 20 qui, intactes, auraient valu 30 fr., présentant des assiettes réduites à 1 fr., ne valent plus que 25 fr.; perte. . . . . fr. 5 c. »

Dans l'encastage Regnier, les grains et sables qui gâtent les assiettes, ont rarement été à 22 pour cent; mettons 25 pour cent sur 20 assiettes, il y en aura 5 réduites à 1 fr., qui ne valent plus que 5 fr. au lieu de 7 fr. 50 c.; perte. . . . . fr. » c. 2 50

Par conséquent, les assiettes cuites dans l'encastage ordinaire coûtent. 21 90

Dans l'encastage Regnier. . . . . » » 11 90

2° En admettant d'autres avaries, telles que celles qui résulteraient d'un gauchissement dû à la déformation des supports, généralement minces, ou de l'adhérence de quelques assiettes aux supports, adhérence qui pourrait résulter d'une dimension trop juste des supports qu'il faut faire très-exactement pour ne pas perdre de place, en supposant encore une perte totale de 5 pour cent, c'est-à-dire une assiette sur vingt, cela porterait le prix de ces 20 assiettes à 13 fr. 50 c., en nombres ronds. . . . . » » 14 »

De l'autre part, en nombres ronds. . . . . 22 » » »

ENCASTAGE ordinaire ou ancien.		ENCASTAGE Regnier.	
fr.	c.	fr.	c.
5	»	»	»
»	»	2	50
21	90	»	»
»	»	11	90
»	»	14	»
22	»	»	»

C'est-à-dire que dans les chances les plus défavorables on doit encore compter sur un bénéfice d'au moins 36 pour cent.

J'ai fait toutes ces évaluations en bénéfice au plus bas taux admissible, et tous les calculs en dépenses, avaries, au taux le plus élevé, arrondissant toujours les nombres suivant les principes, ainsi qu'on pourra facilement le voir en vérifiant mes calculs sur les données admises. Ces données ont été elles-mêmes vérifiées à plusieurs reprises, en sorte que je puis assurer que le bénéfice de 36 pour cent, que le nouvel encastage donnera sur l'ancien, est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité.

On sait de quelle importance est un tel bénéfice dans la fabrication de la porcelaine, poterie dont une des plus fortes causes du haut prix appartient à la cuisson. Aussi suis-je instruit que plusieurs fabricants de porcelaine, qui ont eu soupçon du procédé pratiqué par essai depuis plus de deux ans dans la manufacture de Sèvres, ont manifesté le plus grand désir de l'acquérir; mais j'ai toujours pensé que la manufacture du Roi étant une école destinée à être utile aux industries céramiques, ne devait se réserver que l'honneur de la priorité dans les découvertes ou perfectionnements dont elle pourrait gratifier l'art. C'est dans cette double pensée de faire jouir l'industrie de toutes les découvertes et progrès qu'on pourrait faire dans la manufacture royale de Sèvres, et de conserver à cet établissement l'honneur de ces perfectionnements et de cette libéralité, que je fais la communication précédente.

Légende des figures. — Planche II.

Fig. 14. Coupe verticale contenant à gauche quatre assiettes par l'encastage Regnier, et à droite deux seulement par l'encastage ordinaire, sur la même hauteur.

Fig. 15. Coupe verticale d'un étui, contenant des compotiers.

Fig. 16. Coupe verticale d'un étui, renfermant des jattes.

Fig. 17. Section de l'étui intérieur pour les jattes.

Fig. 18. Coupe d'un etui intérieur pour les compotiers.

Fig. 19 *et* 20. Étuis supérieurs et inférieurs, entre lesquels se place l'assiette.

aaa. Cerces à talons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédés de décoration de la porcelaine, par* M. V. Discry, *fabricant, rue de Popincourt, n° 68.

Par M. Gaultier de Claubry.

Deux espèces de couleurs sont employées pour la décoration de la porcelaine : les couleurs au grand feu et les couleurs de moufle.

Jusqu'ici, un petit nombre des premières était connu, et l'on n'était parvenu, du moins dans un travail continu, à n'en appliquer qu'une sur une seule pièce ; toutes les autres teintes étaient portées successivement et cuites à la moufle.

Jusqu'ici, c'était aussi généralement par le moyen du putois (espèce de pinceau) que le peintre portait sur la pièce la couleur qui en devait former le fond; cependant des tentatives nombreuses avaient été faites pour obtenir ces couleurs par immersion ; mais ces tentatives n'avaient procuré que des résultats isolés, et pour arriver à une application industrielle, tout restait véritablement à faire.

Propriétaire d'un établissement important, doué d'une grande persévérance, M. Discry s'est livré pendant quinze mois à un travail dont les résultats méritent de fixer l'attention.

Vingt-quatre teintes au grand feu, qu'il est parvenu à obtenir, l'ont mis dans le cas de décorer la porcelaine d'une manière brillante. Une grande économie résultant de son mode d'opérer, il s'ensuit que le prix des porcelaines décorées avec des couleurs au grand feu, peut subir un abaissement considérable.

Des peintres exercés peuvent seuls, au moyen du putois, obtenir un fond parfaitement uniforme, et, suivant la nature des pièces, en décorer de vingt-quatre à quarante. Par le procédé d'immersion de M. Discry, un seul ouvrier peut préparer de douze à quinze cents pièces toutes semblables ; car si le procédé sur lequel est basée cette partie du travail, est bien exécuté, la quantité de couleur déposée sur chaque partie de la pièce est parfaitement égale.

Ce point est l'un des plus importants à considérer; car dans l'exécution d'un service par exemple, il est indispensable que toutes les pièces soient comparables entre elles, et l'on conçoit facilement que le putois ne pourrait fournir ce résultat que par suite d'un emploi fait avec un grand soin.

Pour faire ressortir l'importance du procédé de M. Discry, nous indiquerons successivement ici le mode d'opérer qu'il suit, et les résultats qui en sont la conséquence.

Les pièces prêtes à être mises en couverte, sont passées dans le liquide contenant en suspension la matière colorante, abandonnées à la dessiccation spontanée, portées dans le globe du four, puis passées en couverte et cuites au grand feu ; mais dans cet état, elles se trouvent uniformément colorées et si là se bornait l'avantage du procédé de M. Discry, les résultats qu'il pourrait fournir ne s'appliqueraient qu'à la décoration d'un petit nombre de pièces.

Au moyen de *réserves* appliquées sur certaines parties des pièces, la couleur du bain ne peut adhérer sur ces points, et si la pièce est alors portée au dégourdi, la réserve étant détruite laisse susceptibles de prendre une nouvelle couleur toutes les parties restées blanches. Ces parties peuvent être ensuite recouvertes, dans certains points, d'une réserve nouvelle, et immergées dans une autre couleur et ainsi de suite, de telle sorte que les pièces reçoivent plusieurs couleurs et ne sont passées en couverte qu'après que toutes les teintes au grand feu y ont été déposées. Après le passage en couverte, les pièces sont cuites avec les précautions ordinaires.

Il résulte de ce procédé, que la porcelaine peut être décorée, toujours par immersion, de plusieurs couleurs au grand feu sous couverte, d'où résultent les avantages suivants :

L'uniformité des teintes est facile à obtenir pour une série quelconque de pièces passées dans le même bain.

Les accidents de feu, qui donnent lieu à des pertes considérables, sont diminués dans un très-grand rapport, puisqu'en une seule cuisson on obtient plusieurs teintes.

Toutes les dépenses provenant de la main-d'œuvre employée pour l'encastage, le décastage, l'enfournement et le défournement, se trouvent réduites dans le même rapport au moins.

Et comme en même temps l'application des couleurs a pu être opérée dans un temps tellement différent, relativement à l'ancien procédé, on voit que les procédés de M. Discry sont appelés à opérer une grande réduction dans le prix de la porcelaine décorée, et à en propager par conséquent l'usage en la mettant à la portée d'un plus grand nombre de fortunes.

S'il est facile maintenant de réaliser tous les avantages que nous venons d'indiquer, il ne faut pas croire que toutes les espèces de pièces puissent être pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parées exactement de la même manière. Deux systèmes différents sont suivis par M. Discry, d'après la nature des pièces. Intervertis, ils ne fourniraient que de mauvais résultats, et la cuisson exige elle-même des soins particuliers, suivant le nombre et la nature des couleurs appliquées sur les pièces. C'est de l'ensemble de ces opérations que résultent les avantages du procédé.

Parmi les couleurs que M. Discry obtient avec facilité au grand feu, nous signalerons le *calcédon*, aussi pur que celui que l'on trouve sur les porcelaines de la Chine.

Au nombre des résultats qu'il reproduit à volonté, nous indiquerons aussi la possibilité d'obtenir dans le même bain et alternativement, plusieurs dégradations de la même teinte, ce qui diminue le nombre de bains nécessaires pour obtenir toutes les teintes voulues.

Le bleu de Sèvres, au grand feu, est obtenu par immersion avec une telle facilité, au moyen des procédés de M. Discry, qu'il peut le prodiguer dans la décoration des services. Cette magnifique couleur acquiert encore par là une nouvelle importance.

Ce n'est pas seulement sur des échantillons que M. Discry a opéré ; ses magasins sont remplis de pièces de toute nature obtenues par ses procédés, et dans ce moment il exécute un magnifique service dont toutes les pièces offrent un degré de perfection remarquable.

Par suite des importantes modifications apportées aux procédés suivis jusqu'à présent, M. Discry peut livrer au commerce des porcelaines décorées au grand feu, au même prix que celles qui sont peintes en couleur de moufle, d'une réussite parfaite, plus riches, plus éclatantes et présentant aux décorateurs une économie de moitié sur la quantité d'or, et le temps nécessaire pour le travail.

Recherches sur la richesse saccharine de diverses substances, et en particulier des betteraves.

Par le professeur ZENNECK, de Stuttgard.

La quantité de sucre que contient une substance végétale peut, lorsque le sucre qu'elle renferme est susceptible de fermenter, être déterminée par la fermentation, en y ajoutant une quantité convenable de levure et d'eau, puis en recueillant par la distillation l'alcool qui le produit, et en déterminant enfin la pesanteur spécifique du liquide alcoolique qu'on obtient ainsi ; car on sait que la quantité d'alcool absolu que donne une espèce de matière saccharine, correspond toujours à la quantité déterminée de sucre pur qu'elle renferme. Mais tous ceux qui jusqu'ici ont tenté de faire des recherches en employant ce moyen n'ignorent pas que si l'on veut tirer de ces expériences des résultats sur lesquels on puisse compter en toute sécurité, il faut prendre une quantité assez notable de la matière sucrée dont on veut faire l'essai, et que sans cette précaution, non-seulement la fermentation marche mal, mais qu'en outre la distillation du liquide alcoolique obtenu exige beaucoup de temps et de précaution. Je propose en conséquence, pour soumettre à des épreuves les matières qui renferment du sucre, un mode d'expérimentation basé également sur la fermentation, mais qui repose sur la mesure immédiate du produit ultérieur de la fermentation, c'est-à-dire sur celle de l'*acide carbonique* produit, soit d'après son poids, soit d'après son volume, dans un gazomètre.

Afin de pouvoir mesurer ce produit de la fermentation, dans des recherches sur de petites quantités de matières sucrées, et d'une manière à la fois sûre, prompte et facile, j'ai construit deux instruments, l'un que j'ai appelé *saccharomètre statique*, parce que dans son emploi la masse fermentescible est pesée avant et après la fermentation, et que c'est par la perte de son poids qu'on détermine le volume du gaz acide carbonique qui s'est dégagé, et l'autre *saccharomètre pneumatique*, parce qu'il sert à mesurer le volume du gaz développé. C'est avec le premier instrument ou le saccharomètre statique, que chacune des expériences qui vont être rapportées ont été terminées en moins de sept à huit heures. Je devrais peut-être ici donner la description de cet instrument, mais comme mon saccharomètre pneumatique n'a pas encore été porté au degré de perfection que je désire lui donner, je différerai encore quelque temps avant de communiquer la description complète de ces deux instruments ensemble (1).

A. *Recherches sur la richesse saccharine de diverses variétés de betteraves.*

Pour soumettre les betteraves à des recherches d'après le principe de la fer-

(1) Aussitôt que l'auteur aura fait connaître ces instruments, nous en donnerons la description, ainsi que la manière de s'en servir, dans le journal. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentation et l'emploi du saccharomètre statique, j'ai commencé par les traiter ainsi qu'il suit : j'ai râpé une betterave et j'ai arrosé la pulpe ainsi obtenue avec de l'eau froide, puis avec de l'eau bouillante, et chaque fois je l'ai exprimée dans un linge. (Le résidu sec ne s'élevait que de 2, 5 à 3,4 pour 100 des betteraves humides.) Le liquide volumineux ainsi obtenu a été évaporé et rapproché jusqu'à ce que sa densité se fût élevée à 1,03 ou 1,05, et la liqueur, ayant été refroidie, fut pesée, puis mélangée à quelques parties aliquotes de son poids de levure. En répétant cette opération de la mise en fermentation avec quelques liquides extraits des betteraves, et conservés pendant quelques jours, j'ai observé qu'ils donnaient beaucoup moins d'acide carbonique qu'on aurait dû en attendre des matières solides qu'ils contenaient, et qu'au bout de 4 à 5 jours ils étaient déjà passés à l'état acide. En faisant aussi bouillir dans de l'eau mes résidus desséchés de quelques betteraves, que j'avais déjà traitées par la méthode précédente, et en ajoutant au liquide obtenu un peu de levure, j'ai observé une fermentation et une perte de poids, de façon qu'il est demeuré démontré pour moi que l'eau froide ainsi que l'eau chaude n'avaient pu extraire des betteraves, par le premier traitement, toute la matière sucrée qu'elles contenaient.

J'abandonnai donc ce moyen comme ne présentant aucune exactitude, et en outre incommode et ennuyeux par sa longueur, et je cherchai à traiter directement le jus et la pulpe des betteraves râpées dans les flacons à fermentation, après une addition d'eau et de levure. La fermentation marcha régulièrement, quoique la masse des fibres végétales produisît un fort soulèvement du liquide; mais j'obtins une perte de gaz acide carbonique au moins aussi considérable, avec les mêmes betteraves, que m'en avait donné le mode précédent. L'opération du râpage m'ayant enfin paru superflue, je me contentai tout simplement de couper les betteraves en petits morceaux cubiques, auxquels j'ajoutai de l'eau et de la levure et que j'abandonnai dans des flacons à la fermentation. Mes betteraves n'avaient pas, dans ce cas, l'aspect noirâtre de celles qui avaient été râpées; couleur qui provenait sans doute du contact de l'acide gallique avec le fer de la râpe. Quoi qu'il en soit, les résultats comparés entre eux pour les betteraves râpées et celles coupées en morceaux furent à peu près les mêmes; seulement la masse se souleva beaucoup moins dans le second cas, et on jugea à propos d'agiter les flacons de temps à autre, afin de mettre parfaitement en contact avec la levure toutes les parties de cette masse.

Je pris donc le parti de m'arrêter à ce dernier mode de préparation dans mes expériences ultérieures, et d'employer un mélange de 26,5 gram. de betteraves ainsi découpées, avec 26,5 gram. d'eau et 1,60 gram. de levure, et d'accomplir la fermentation en cinq ou six heures. Lorsqu'on opérait sur des betteraves desséchées, puisque 26,5 gram. de betteraves fraîches contiennent au delà de 21,2 gram. d'eau, on ajoutait constamment 53 gram. d'eau pour 5,3 gram. au plus de betterave sèche, et cela avec d'autant plus de sécurité, que le rapport de l'humidité des betteraves fraîches à celles qui sont sèches varient beaucoup, suivant qu'elles sont toutes fraîchement récoltées, ou bien qu'elles ont été conservées dans un endroit plus ou moins humide; on voit donc qu'une comparaison de la richesse saccharine des diverses variétés de betteraves, ou bien des mêmes racines à diverses époques, ne peut réellement avoir lieu, et être regardée comme exacte, qu'en ayant égard à la quantité d'humidité relative qu'elles renferment (1), et c'est dans ce but qu'on a soumis à la fermentation, dans toutes les expériences, 26,5 gram. de betterave fraîche, découpée en morceaux, et 26,5 gram. de racines desséchées. Ces dernières ont été séchées dans un four, ou sur l'eau bouillante dans des vases de fer-blanc, et on ne les a considérées comme desséchées, que lorsque, dans des pesées successives, elles n'ont plus augmenté de poids.

Les betteraves, qui, l'automne dernier (octobre à décembre 1838), et par conséquent très-peu de temps après leur récolte, furent ainsi soumises à l'épreuve du saccharomètre statique, ont été d'abord un lot de betteraves cultivées par un paysan pour la nourriture de ses bestiaux. Ces betteraves étaient d'un faible volume, et avaient une forme allongée; elles appartenaient aux trois espèces ordinaires, la blanche, la rouge et la jaune; puis un deuxième lot de betteraves de l'école d'agriculture de

(1) Par exemple : 26,5 grammes de betteraves fraîches ont donné 4,24 grammes de matière sèche et 1,27 grammes d'acide carbonique, correspondant à 2,49 grammes de sucre; plus tard, 4,77 grammes de betterave sèche ont fourni 1,59 grammes d'acide carbonique, correspondant à 3,13 grammes de sucre, de façon que, dans le second cas, elles ont donné plus de sucre que d'après le rapport de leur poids sec, puisque 80 : 90 : : 47 : 52,8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hohenheim, et qui, indépendamment des trois sortes ci-dessus, en présentaient une quatrième, la blanche à peau rose ; toutes ces racines étaient fort grosses, et avaient une forme ramassée et arrondie.

C'est le premier lot qui a été d'abord soumis aux expériences comparatives, et on a pris, non-seulement le poids spécifique du liquide, provenant du traitement à l'eau froide et à l'eau chaude (= 1,0303 à 1,0396), ainsi qu'il a été dit ci-dessus ; mais aussi le poids du résidu épuisé en centièmes de celui des betteraves fraîches, poids qui a varié entre 2,5 et 3,9 (1). On a trouvé aussi que l'extrait aqueux d'une variété de betterave rouge, dont 15,9 gram. à l'état frais, furent mis en expérience, avait perdu 0,3975 g. d'acide carbonique, et qu'après quatre à cinq jours, soumis à la fermentation, sous une même pesanteur spécifique (= 1,0429), ou à peu près, et un plus fort volume (=19,6 gr.), il ne se dégageait plus d'acide carbonique. Ces mêmes changements et altérations ont eu lieu avec le liquide provenant de la betterave jaune, tant pour l'extrait fait à froid, dont la pesanteur spécifique était de 1,0300, que pour celui obtenu à chaud qui marquait 1,0133. Enfin, on a trouvé que l'acide pectique qu'on pouvait recueillir du résidu de tous les traitements par l'eau, de 91,78 gram. de betterave rouge fraîche, égaux à 7,95 gram. de racine sèche, et traités par une lessive caustique, puis par l'acide chlorohydrique, consiste en 1,69 gram. de cet acide.

Leur richesse saccharine, déduite du poids de l'acide carbonique, a été en centièmes de leur poids à l'état frais, dans le rapport de 3,2 et 7,3 (voyez le tableau ci-après), et en centièmes de leur poids, à l'état sec de 40,9 et 33,0. Cette richesse n'est pas proportionnelle dans les deux cas, puisque, dans le second, on aurait dû trouver le nombre 37,4, au lieu de 33,0.

Les betteraves du second lot ou de l'institut de Hohenheim ont été traitées de la même manière que les précédentes, c'est-à-dire qu'elles ont été coupées en morceaux cubiques à l'état frais, qu'on en a pesé 26,5 gram. qui ont été macérés dans 26,5 gram. d'eau, et mélangés à 1,39 gram. de levure dans des flacons ; seulement, indépendamment des 26,5 gram. de chaque sorte, coupés ainsi en petits cubes, on a encore fait dessécher de grosses tranches (1), qui ont été aussi soumises à la fermentation, en même quantité que les premières qu'on avait portées à l'état sec, c'est-à-dire qu'on a pris de la sorte blanche 4,26 gr., de la rouge 3,81 gr., etc. La fermentation des quatre sortes (voy. le tableau), traitées par ce moyen, a donné pour la richesse saccharine, des résultats qui ont varié entre 8,0 et 12,3 pour 0/0, du poids des betteraves fraîches, et entre 50,0 et 63,0 pour 0/0 des betteraves desséchées. De même que dans les recherches sur le premier lot, on voit que la richesse saccharine, à l'état sec, n'est pas parfaitement proportionnelle à celle dans l'état frais des betteraves.

Le procédé qui a été suivi, pour analyser toutes les espèces précédentes de betteraves, après qu'elles eurent été découpées en cubes, a été le suivant :

1° Dans un flacon d'une capacité de 200 à 250 centimètres cubes, on a pesé à une balance sensible à 5 milligram., 26,50 gr. de betteraves, et on y a ajouté 26,50 gram. d'eau, puis 1,601 gram. de bonne levure en morceaux gros comme des lentilles, de façon que le poids total de la masse (excepté celui qui servait à équilibrer le flacon), s'élevait à 26,50 + 26,501 + 1,60 = 54,60 gram. Dans le cas où il s'est élevé quelque doute sur la bonne qualité de la levure, cette substance a été soumise à l'épreuve du *zymoscope ;*

2° Après avoir agité les morceaux de betteraves avec l'eau et la levure dans les flacons, ceux-ci ont été réunis puis lutés au saccharomètre, muni de son appareil de condensation ; on a rempli celui-ci d'eau, et on a allumé aussitôt la lampe, qu'on avait garnie de son écran ;

3° Quand on voyait que, par suite de la fermentation, la masse en se soulevant approchait du tube conducteur du gaz carbonique, alors on insufflait par de petits tubes un peu d'air de haut en bas dans les flacons, pour augmenter légèrement la pression sur les bulles de gaz, ou bien on agitait ceux-ci pour favoriser le dégagement de ces dernières, ou en-

(1) Pesanteur spécifique du liquide exprimé.		Résidu de la pression.
Betterave blanche.	»	2,5 p. °/₀ des 3,9 betteraves fraîches.
Betterave rouge.	1,0303	— 3,4
	1,0370	— 3,2
Betterave jaune.	1,0366	— 3,2
	1,0396	— »,»

(1) Le rapport en poids des tranches desséchées aux betteraves fraîches a été, à fort peu près, le même que celui des betteraves découpées en cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fin, on retirait un moment la lampe afin de faire tomber la masse par un abaissement de température. Au reste, afin d'établir un contact plus immédiat entre les morceaux de betteraves et la levure, on avait la précaution, au bout de quelques heures, d'agiter encore les flacons ;

4° Lorsqu'on voyait se manifester les signes indicateurs de la cessation de la fermentation, tels que la limpidité du liquide, la cessation du dégagement des bulles, la chute du chapeau ou de la portion soulevée de la masse, alors on donnait un peu plus d'intensité à la flamme de la lampe afin de chasser les dernières portions d'acide carbonique qui pouvaient encore être renfermées dans le liquide, et si l'eau de l'appareil de condensation commençait ainsi à s'échauffer, on la remplaçait successivement par de l'eau froide ;

5° Dès que les flacons, après l'enlèvement de la lampe, s'étaient refroidis, on les soumettait à la pesée, et leur perte de poids était balancée exactement par des poids additionnels.

Les calculs du poids du sucre cristallisé d'après celui de l'acide carbonique que produisaient 26,50 gr. de betteraves fraîches, ou une certaine quantité des mêmes racines sèches, par le moyen de la fermentation, ont tous été faits en se servant du rapport établi entre ces deux corps par M. Liebig, c'est-à-dire, en supposant que 51, ou plus exactement 51.298 en poids d'acide carbonique, représentent 100 parties également en poids de sucre cristallisé.

Pour expérimenter la richesse saccharine des quatre dernières sortes ou du deuxième lot, que j'avais conservées dans un cellier assez humide indépendamment de celles qui avaient été mises en expérience l'automne précédent, et m'assurer si la quantité de sucre était augmentée ou diminuée, ou enfin, si elle était restée la même, j'ai recommencé sur ces betteraves conservées, mes recherches au saccharomètre statique, en employant exactement les mêmes moyens que dans les analyses précédentes, et en faisant sécher 26,50 gram. de chaque sorte avec beaucoup d'attention, et de façon à pouvoir établir une comparaison entre la richesse saccharine de chacune d'elles, aux différentes époques des expériences, tant dans l'état humide des racines qu'après leur dessiccation. Les résultats de ces nouvelles recherches ont été consignés dans le tableau ci-après (A. II. *b*), à la suite de ceux des premières. Ils contredisent une opinion généralement répandue, savoir que les betteraves par un long séjour dans les celliers perdent de leur richesse saccharine, car sur les quatre sortes, il n'y a eu que la blanche qui, après trois à quatre mois, a fait éprouver une perte, et encore est-il nécessaire de dire que sur la surface des tranches on apercevait, soit des moisissures, soit des taches brunes plus ou moins profondes, qui ont forcé d'enlever une grande partie de la masse de la pulpe, avant de la soumettre à l'analyse.

Quant aux changements que les betteraves éprouvent pendant le cours de leur végétation dans le sol, ou par un séjour très-prolongé sur une aire sèche ou humide, je n'ai pas encore eu l'occasion de les soumettre à des recherches ; néanmoins les résultats des essais faits jusqu'ici sur ces substances paraissent démontrer :

1° Que sans une dessiccation préalable, soignée et parfaitement la même pour toutes les racines, il est impossible d'établir une comparaison régulière entre leurs richesses saccharines ;

2° Que les betteraves blanches et jaunes, suivant leur mode de culture et la forme qu'elles en reçoivent, donnent des quantités de sucre fort différentes ;

3° Que de toutes les variétés, la blanche ou blanc-verdâtre à peau rose, est celle qui renferme le plus de sucre ;

4° Qu'une diminution dans la richesse saccharine des betteraves qu'on a conservées pendant quelques mois ne saurait être considérée comme démontrée, mais qu'il convient avec toutes les précautions convenables de soumettre cette question à de nouvelles recherches ;

5° Que les betteraves, ainsi que le démontrent les expériences qui vont suivre, surpassent de beaucoup les citrouilles en richesse saccharine.

B. *Recherches sur les diverses espèces de malts et leur richesse saccharine.*

La bonté du malt d'orge ou de froment germés, dépend, comme on sait, de la quantité de sucre que la germination a fait naître dans ces semences par des transformations de la partie amilacée. On ne peut faire dans la préparation de ce malt de fautes, sans que celles-ci n'aient une très-grande influence sur la bonne fabrication de la bière ; mais en outre, ce grain germé éprouve lui-même, pendant qu'il séjourne sur les aires, des changements plus ou moins importants, qui rendaient intéressantes des expériences ayant pour but de rechercher la quantité de sucre qu'il renferme à diverses périodes de son évolution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai donc tenté de déterminer la qualité relative de trois sortes de malt et de les soumettre à l'épreuve du saccharomètre statique. L'une de ces trois sortes, le n° 1, m'a été apportée encore toute chaude de la touraille, les deux autres, n^{os} 2 et 3, avaient été préparées depuis quelque temps.

Afin de pouvoir comparer ensemble ces trois sortes, j'ai pris 26,50 gram. de chacune que j'ai fait sécher dans un four jusqu'à ce qu'elles n'indiquassent plus aux pesées successives de perte sensible de poids Le résidu sec, 26,02 gram. pour le n° 1, 24,54 pour le n° 2 et 24,38 pour le n° 3, a été déposé et conservé dans des flacons bien bouchés. J'ai pris pour les expériences 10,60 gram. de chaque sorte que j'ai arrosés, sans autre opération préalable, de 31,8 gram. d'eau, en y ajoutant 1,60 gram. de levure afin d'établir dans le mélange une fermentation alcoolique. Cette fermentation néanmoins, malgré une température convenable, ne parvint pas à s'établir, et après plusieurs heures, à peine si les grains avaient dégagé quelque fraction de gram. d'acide carbonique. Alors j'ai concassé la même quantité en poids de ces grains germés dans un mortier, pour les transformer en une espèce de grosse farine encore mélangée à ses enveloppes ligneuses, j'y ai ajouté 53 gr. d'eau et 1,06 gram. de levure; le tout a été versé dans les flacons à fermentation; ce mélange agité fréquemment fermenta en peu de temps et perdit en quelques heures 1,06 gram. d'acide carbonique.

J'ai aussi essayé de soumettre à la fermention cette même sorte n. 1, à l'état sec et en même quantité, en la triturant d'abord dans le mortier avec de l'eau, puis en faisant un nouet et en le plongeant dans l'eau bouillante, et enfin en exprimant fortement; mais je n'ai pas obtenu plus d'acide carbonique que par le mélange pur et simple de la farine de grain concassé avec l'eau et la levure. Les deux autres sortes ont été traitées de la même manière.

Dans des expériences analogues aux précédentes, le n. 2 a donné avec 10,60 gr. de malt sec 1,17 gr. d'acide carbonique et le n. 3, 1,43 gram. Par conséquent, le n. 1, considéré à l'état sec, contenait 22,2 pour 100, le n. 2, 24,4 et le 3, 29,9 pour 100 de sucre de malt semblable au sucre de raisin, et qui, par la fermentation, donne 45 en poids de gaz acide carbonique, pour 100 de sucre, suivant les recherches de M. Liebig.

Dans le tableau de la richesse saccharine, on trouve le poids des trois sortes desséchées de malt (de 26,5 gram.), mais non pas cette richesse d'après l'état frais ou humide de ce malt, attendu que je ne l'ai pas soumis à la fermentation dans cet état, mais on y a donné tant les quantités absolues que leur richesse en centièmes : on voit du reste aisément, d'après les pertes en poids indiquées, le rapport des malts non desséchés à ceux qui ont éprouvé la dessiccation, et que si les deux sortes, n^{os} 2 et 3, avaient été mises en fermentation à l'état humide, leur richesse eût été moindre.

C. *Recherches sur la richesse saccharine de la citrouille.*

Comme on a depuis peu vanté la richesse saccharine de certaines cucurbitacées, j'ai pris une petite citrouille qu'un jardinier, qui la conservait depuis quelques semaines, m'avait donnée, et j'en ai soumis 26,50 gram. à la fermentation. J'ai aussi fait dessécher 26,50 autre gram., qui m'ont donné 2,75 gr. de matière sèche. Les 26,50 gram. de citrouille non desséchés, arrosés de 26,50 gram. d'eau et mélangés à 2,60 g. de levure, n'ont fourni que 0,575 gram. d'acide carbonique, et ne contenaient par conséquent, à l'état frais, que 2,75 pour 100 de sucre, en calculant que 51 en poids d'acide carbonique représentent 100 de sucre cristallisé. Une autre portion également de 26,51 gram. qui avait été râpée et soumise avec l'eau et la levure nécessaires au saccharomètre, a donné un peu plus de gaz, savoir : 0,424 gram. ou 3,11 pour 100 de sucre, ce qui, comparativement à la richesse saccharine de la betterave, est certainement un produit bien faible, mais qui provient peut-être en partie de ce que la citrouille avait été gardée pendant quelque temps et avait perdu un peu de sa richesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *du résultat des recherches précédentes sur la richesse saccharine de diverses substances.*

NATURE des SUBSTANCES ANALYSÉES.	VARIÉTÉS, SORTES ou ÉTAT DE CES SUBSTANCES.	POIDS en grammes des substances à l'état frais.	POIDS en grammes des substances à l'état sec.	QUANTITÉ absolue en grammes, d'acide carbonique.	QUANTITÉ absolue en grammes, de sucre.	POIDS du Sucre en centièmes des substances à l'état frais.	POIDS du Sucre en centièmes des substances à l'état sec.
A. I. Betteraves de forme allongée.	— blanches.	25.44	3.28	0.69	1.35	5.2	40.9
	— rouges.	26.5	3.34	1. »	1.86	7.»	55.0
	— jaunes.	26.5	4.26	1.05	2.98	7.3	44.9
II *a*. Betteraves globuleuses, analysées à l'automne.	— blanches.	26.5	4.26	1.21	2.33	8.8	54.55
	— rouges.	26.5	3.81	1.08	2.12	8.0	55.0
	— blanches à peau rose.	26.5	5.03	1.70	3.32	12.5	66.0
	— jaunes.	26.5	4.61	1.13	2.22	8.4	50.0
II *b*. *Id.* analysées en mars suivant.	— blanches.	26.5	4.42	1.24	2.41	9.1	54.4
	— rouges.	26.5	3.81	1.11	2.17	8.2	56.9
	— blanches à peau rose.	26.5	5.19	1.82	3.60	13.6	69.3
	— jaunes.	26.5	4.45	1.27	2.49	9.4	55.9
B. Malt; sortes.	N° 1, 5,3 grammes à	5.195	10.6	1.06	2.35	»	22.2
	N° 2, l'état frais se	4.91	10.6	1.16	2.58	»	24.4
	N° 3, sont réduits à	4.88	10.6	1.43	3.17	»	29.9
C. Citrouille.	— en morceaux.	26.5	2.75	0.371	0.728	2.75	26.4
	— râpée.	26.5	2.75	0.424	0.831	3.11	30.1

Essai chimique des houblons suspects.

Par le docteur KASTNER,

Publié par ordre du gouvernement bavarois.

Le houblon éprouve de graves altérations quand il reste en contact avec l'air atmosphérique, surtout dans les endroits qui ne sont pas parfaitement secs; ses cônes ainsi que la poussière jaunâtre à laquelle on a donné le nom de *lupuline*, ne tardent pas, dans cet état, à prendre une couleur foncée et noirâtre, et si on observe cette dernière de temps en temps avec une loupe, on aperçoit aisément que cette substance qui se compose de granules jaunâtres placées à la base des écailles calicinales ou des bractées pressées les unes contre les autres, qui contiennent une sécrétion d'une saveur aromatique et amère qui, en définitive, est la matière la plus importante pour la fabrication de la bière, perdent peu à peu leur belle couleur jaune de soufre ou de jaune doré, pour passer au jaune d'or foncé, puis au rouge jaunâtre, et enfin au brun. La cause de ce passage de la lupuline à la couleur brune repose uniquement sur les altérations que toutes les matières végétales éprouvent avec le temps. Mais ce qu'il est utile de savoir, c'est que cette matière, quand elle est devenue brune, peut être de nouveau rendue jaune en la combinant chimiquement avec l'acide sulfureux. La cupidité des marchands n'a pas manqué de s'emparer de ce moyen, et aujourd'hui, c'est un usage assez répandu de soufrer les houblons pour les rajeunir et leur donner une nouvelle apparence de fraîcheur.

Dans le soufrage, il se forme, avec le soufre chauffé à une haute température et l'oxigène de l'air atmosphérique qu'il absorbe, de l'acide sulfureux, sous forme de vapeur qui pénètre le houblon, ou bien paraît être attirée et absorbée par lui. Néanmoins la combinaison ou l'union entre les portions brunies du houblon et l'acide sulfureux, n'est pas très-intime, et il est aisé de la faire cesser, par exemple, lorsqu'il s'agit de démontrer que le houblon a été rajeuni ou jauni au moyen de cet acide; cas dans lequel il est nécessaire de s'emparer de ce dernier, afin que, séparé du houblon brun, on puisse le soumettre à quelques épreuves, et s'assurer indubitablement de sa présence au moyen de ses propriétés caractéristiques.

Si le houblon qu'on veut soumettre à l'épreuve consiste uniquement en houblon soufré, il suffit de le chauffer faiblement pour rendre sensible l'odeur du gaz acide sulfureux qui se manifeste aussitôt et qui est la même que celle du soufre qui brûle; mais s'il n'y a qu'une partie du houblon qui ait été soufrée, et que le reste ou la plus grande portion du mélange soit au contraire à l'état frais, et n'ait pas été soumise au soufrage, alors cette épreuve, ainsi que celle de l'observation de la lupuline à la loupe, deviennent insuffisantes, parce que d'abord l'odeur de la vapeur du houblon soufré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masque celle du houblon frais, et en second lieu, parce que la lupuline, dans le houblon soufré, paraît sous l'œil armé tout au plus de couleur jaune rougeâtre, rarement rouge jaunâtre, et généralement peu différente sous ce rapport de la couleur de la lupuline fraîche. On s'assurera donc que le houblon en expérience aura été, au moins en partie, soufré de la manière suivante : on prend une fiole à médecine d'une capacité de 350 grammes, bien propre et très-sèche, et on la remplit aux 5/6e de sa capacité avec le houblon qu'il s'agit de soumettre à l'épreuve, puis on introduit dans le col de la fiole de petites bandelettes de papier rouge de roses (1), ou bien quand on n'en a pas sous la main, de papier bleu de tournesol ; on ferme ensuite légèrement l'ouverture du vaisseau avec un bouchon de liége qui assujettit en même temps les bandelettes de papier. Ces dernières ne doivent pas toucher le houblon, mais en être distantes d'environ 12 à 15 millimètres. Dans cet état, on place la fiole dans un endroit chaud, ou mieux, dans l'eau chaude, en ayant l'attention toutefois que la chaleur de l'eau ne s'élève pas jusqu'à l'ébullition, mais seulement en approche. Si le houblon contient de l'acide sulfureux, le papier de roses blanchit, au plus tard au bout d'une demi-heure, c'est-à-dire au bout d'un temps qui suffit parfaitement pour porter le houblon à une chaleur voisine de celle du point de l'ébullition de l'eau. La vapeur de houblon frais ne donne lieu à aucune réaction semblable.

En cas de contestation judiciaire, il conviendrait de constater d'une manière plus exacte la présence de l'acide sulfureux dans les houblons, et pour cela on opérerait de la manière que voici :

On fera chauffer 60 grammes du houblon suspect pendant cinq quarts d'heure au bain-marie et à une chaleur voisine du point d'ébullition, dans un matras pas trop grand et qui soit rempli par la matière ; on coiffera celui-ci d'un chapiteau luté sur son col, et après avoir fait passer le bec de ce chapiteau à travers un bouchon de liége, on le conduira dans une autre fiole contenant 60 grammes d'eau distillée, de manière que l'ouverture du bec plonge aussi profondément que possible dans l'eau de la fiole, et que le bouchon que celui-ci traverse ferme l'ouverture du goulot de la bouteille.

On opère de même avec une deuxième quantité du même houblon ; mais au lieu d'eau distillée, on verse dans la fiole qui sert de récipient un mélange de deux grammes d'eau régale (mélange d'acide nitrique et chlorhydrique) et soixante grammes d'eau distillée, ou au lieu de ce mélange soixante grammes d'eau distillée saturée de chlore.

Enfin, quand on juge que cela est nécessaire, on prend une troisième portion du houblon, qu'on traite de la même manière, mais dont on reçoit les vapeurs dans une solution de une partie en poids de borax, et douze parties d'eau distillée (par exemple 5 gram. de borax dans 60 gr. d'eau).

En conduisant ainsi les vapeurs du houblon dans des liquides aqueux froids, il faut avoir l'attention de rafraîchir constamment la surface extérieure des récipients, avec de l'eau froide, et de ne pas soumettre immédiatement, après que les vapeurs ont cessé de se dégager, leur contenu à des épreuves ultérieures, mais de boucher aussitôt après avoir enlevé le bec et le bouchon du chapiteau, le goulot des fioles, avec un bouchon qui ferme hermétiquement, et à abandonner celles-ci au repos pendant quelque temps, dans un lieu frais, et à l'abri des rayons solaires. Au bout de ce temps, les épreuves qui vont être détaillées démontreront la présence de l'acide sulfureux, même quand la chaleur n'aurait dégagé du houblon qu'une quantité très-faible de ce gaz (1).

A. *Réactions que présente l'eau distillée chargée de vapeurs de houblon.*

Si cette eau renferme de l'acide sulfureux, elle blanchit le papier rouge de roses, le papier bleu de tournesol, et

(1) On remplit une fiole de pétales desséchées de la rose à cent feuilles, on verse dessus une quantité d'eau distillée, suffisante pour remplir la bouteille, et on laisse macérer le tout pendant 24 ou 36 heures, dans un lieu tranquille ; on obtient ainsi une infusion de roses, qui, décantée et mélangée à deux gouttes d'acide sulfurique étendu, paraît d'un beau rouge et forme la teinture rouge de roses. Du papier blanc à impressions qu'on plonge à plusieurs reprises dans cette teinture et qu'on fait sécher à une douce chaleur jusqu'à ce qu'il ait atteint une bonne nuance rouge, constitue le papier rouge de roses dont il a été question ci-dessus. K.-R.

(1) Il faut chauffer le houblon sur le bain-marie, et non pas sur un bain de sable ou de cendres, parce qu'autrement il est très difficile de ne pas dépasser le point d'ébullition de l'eau ou 100° C. ce qui conduirait inévitablement à des résultats erronés, attendu que le houblon renferme, indépendamment de beaucoup de sels, du sulfate de potasse, avec des traces de soufre, ainsi qu'une résine très-combustible, une huile éthérée, etc., et qu'il pourrait arriver que, par une forte chaleur, on décomposât l'acide sulfurique du sulfate et qu'on eût ainsi des traces d'acide sulfureux. K-r.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le papier d'impression, ou des bandes de toiles de coton chargées de fécules et bleuis avec une solution d'iode; elle a une odeur d'acide sulfureux, brunit la dissolution d'or, et trouble l'eau de baryte; l'addition de quelques gouttes d'acide nitrique fait disparaître ce trouble instantanément, mais il se montre presque aussitôt de nouveau, et devient permanent; elle se comporte à peu près de la même manière, avec une solution aqueuse d'acétate (surtout le basique) de plomb, et ne noircit pas celui-ci.

Quoique le houblon soit exempt d'acide sulfureux, il pourrait bien se manifester un léger nuage brun-pâle, ou brun-jaunâtre avec l'acétate basique de plomb, parce qu'un peu de gaz sulfhydrique, et de sulfide-carbohydrique, pourrait bien se trouver mélangé, à la vapeur du houblon (1), mais si l'acide sulfureux est en jeu, on voit disparaître cette coloration de la solution plombique.

B. *Réactions que présente l'eau distillée chargée de vapeurs de houblon et mélangée à du chlore ou à de l'eau régale.*

La solution aqueuse de chlorhydrate de baryte est troublée par elle; il en est de même de celle de l'acétate de plomb, sans que l'acide nitrique puisse faire disparaître ce trouble. Si, à la vapeur, dégagée du houblon, il s'est mêlé de l'acide sulfureux, celui-ci, dans la liqueur chargée de chlore, se transforme aussitôt en acide sulfurique; s'il n'y a pas d'acide sulfureux, mais que la vapeur ait été accompagnée d'hydrogène sulfuré, il ne se forme plus d'acide sulfurique, mais de l'acide chlorhydrique, tandis qu'il se sépare de la liqueur, du soufre, sous forme de nuage blanchâtre.

C. *Réactions que présente l'eau distillée chargée de vapeurs de houblon et tenant du borax en solution.*

La solution boracique absorbe aisement et complétement l'acide sulfureux, soit sous forme de gaz, soit sous celle de vapeur, quand elle est en contact avec lui, mais non pas l'acide carbonique. Elle l'abandonne aussitôt, quand on y verse un acide plus fort. Si donc, on ajoute à la solution de borax, chargée de vapeurs de houblon, quelques gouttes d'acide sulfurique rectifié, incolore et inodore, jusqu'à ce qu'une petite bande de papier de tournesol, qu'on y a plongée, commence à rougir, puis qu'on chauffe la fiole, au moyen de l'eau chaude, dans laquelle on la laisse seulement quelques instants, aussitôt l'odorat s'aperçoit de la présence de l'acide sulfureux, le papier rouge de roses, celui de tournesol, blanchissent, celui jauni par la solution d'or passe au brun, même quand il ne se trouve que les plus faibles traces de cet acide dans la dissolution boracique.

On peut aussi faire macérer à froid du houblon (par exemple 8 à 10 gram.), dans une solution de borax (300 à 350 gram. d'eau), pendant vingt-quatre heures, dans des vases clos, décanter aussi promptement que possible la liqueur dans un autre vase, la décomposer par l'acide sulfurique et la chauffer. C'est le moyen le plus prompt de démontrer la présence de l'acide sulfureux, dans le cas où le houblon en serait imprégné (1).

(1) Il est juste de dire que je n'ai jamais rencontré ce cas avec les houblons les plus purs et les plus frais. K-r.

Préparation de dextrine à l'usage des manufactures.

Par M. Ed. Heuzé.

M. Heuzé s'est proposé de transformer, par un moyen déjà connu des chimistes, la fécule de pommes de terre ou la farine des céréales en une matière gommeuse, propre à remplacer la gomme Sénégal dans l'impression et l'apprêt des étoffes de soie, lin et coton, ainsi que dans les différents usages pour la fabrication des papiers peints, des cartes de visite, et diverses préparations pharmaceutiques.

Ce moyen consiste à opérer cette transformation par l'acide nitrique. Voici les moyens indiqués par M. Heuzé (2).

(1) La solution de borax doit, dans ce cas, mériter la préférence sur celles de potasse ou de soude, parce qu'elle ne peut former un foie de soufre avec la petite quantité de soufre qu'on sait exister naturellement dans le houblon, et ne peut produire aucun dégagement de gaz sulfhydrique.

(2) Nous ferons remarquer d'abord que les gommes artificielles ont moins de liant que la gomme naturelle, et que, sous ce rapport, elles donnent des apprêts moins beaux et moins fins.

En second lieu, que la dextrine est une transformation que la diastase fait éprouver à l'amidon, mais que les matières gommeuses obtenues par les acides avec cette dernière substance ne sont pas de la dextrine.

Enfin, qu'en traitant l'amidon par l'acide nitrique, on obtient un corps qui se rapproche plutôt de la substance à laquelle M. Braconnot a donné le nom de *xiloïdine*, et dont M. Pelouze a fait connaître récemment les propriétés que de la gomme ou de la dextrine. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il prend de la fécule ou de la farine à l'état sec, et une partie d'acide nitrique d'une pesanteur spécifique de 1,4 égale à 1/400 du poids de la fécule ; il étend son acide d'eau jusqu'à ce que le liquide puisse mouiller complétement sa fécule, qu'on y mêle avec beaucoup de soin par une sorte de pétrissage, afin que toute la masse soit imprégnée bien également.

Il n'est pas nécessaire que la fécule ou la farine soit sèche, quoique cela soit préférable ; on peut l'employer telle qu'elle sort du séchoir ou des moulins ; dans ce cas, il faut employer une quantité d'eau moindre.

La pâte ainsi formée est divisée en pains de grosseur convenable, 12 kilog. par exemple, et mise à égoutter pendant quelques heures. Alors les pains sont brisés en morceaux plus petits et rangés dans une chambre chaude dont la température n'excède pas 80° C., et où on les laisse jusqu'à ce qu'ils soient secs ; ce qui, à cette température de 80°, a lieu en 20 heures. On les réduit alors en farine en les pulvérisant ou en les passant au moulin et au crible. La farine qui provient de cette opération est déposée dans un four où la température doit s'élever entre 100 et 120° et où on la laisse jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement desséchée et aride, ce qui exige, suivant le degré de chaleur du four, un temps qui varie entre 5 minutes et un quart d'heure. Plus la chaleur approchera de la limite inférieure indiquée, plus la dextrine sera blanche et d'un aspect avantageux.

Quand on veut faire usage de ce produit, on le mélange avec de l'eau froide ou chaude. La proportion d'eau varie suivant la consistance qu'on veut donner à la matière, et qui est différente pour atteindre des buts divers. Le résultat est une liqueur gommeuse, semblable à la dissolution de gomme Sénégal, et qui peut lui être substituée dans ses emplois divers.

Combustible artificiel

De M. Sth. Geary.

Le haut prix du combustible minéral, l'espace énorme qu'il occupe quand on veut en accumuler en grande quantité, le peu de valeur du menu sur le carreau de la mine, la fumée épaisse que ce combustible répand en brûlant, ont fait chercher depuis longtemps le moyen de produire, avec divers matériaux, un combustible qui n'offrît pas ces nombreux inconvénients.

On s'occupe beaucoup actuellement de cette question en France et en Angleterre, et depuis quelque temps on voit éclore une foule de procédés nouveaux pour parvenir à ce but. Nous ferons grâce à nos lecteurs de la description de ces procédés, qui au fond se ressemblent à peu près tous, et sur le mérite des produits desquels il n'a été fait aucune expérience, mais nous croyons devoir l'entretenir un moment du combustible artificiel ou du *Patent coal* de M. Geary, qui a été l'objet de quelque attention de la part d'hommes compétents et du public.

Le combustible artificiel de M. Geary consiste en un mélange des ingrédients suivants : 1° la moitié ou le quart de houille menue ; 2° de goudron obtenu de la distillation de la houille ou autre matière bitumineuse végétale ou minérale ; 3° de cendres de houille ou coke ; 4° de tourbe ou du tan en poudre ; 5° de l'argile, de la craie, du plâtre, de la terre, ou autre substance terreuse en poudre ; 6° enfin, d'un quarantième d'un acide, le sulfurique, par exemple, qui est à meilleur marché que les autres.

On fabrique le combustible ainsi qu'il suit : Le goudron est fondu dans une chaudière et on y ajoute les cendres peu à peu et en remuant constamment. L'argile en poudre est ensuite introduite graduellement, puis la moitié de la houille; aussitôt que ces matières sont bien mélangées, en ayant soin de les maintenir à une température suffisante pendant l'opération, on verse l'acide et on remue continuellement ; il se manifeste une effervescence, et aussitôt qu'elle paraît, on ajoute le reste de la houille menue. Le mélange des ingrédients étant opéré, on chauffe la matière pour en porter toute la masse à une chaleur bien uniforme, puis on jette dans des moules de la forme adoptée. Lorsque le mélange est en partie froid, on comprime ou on bat les briques ou blocs pour en augmenter la densité et les réduire à un moindre volume. Ce battage n'est indispensable que pour les blocs destinés aux bâtiments à vapeur où il faut ménager l'espace.

Quelques échantillons de ce combustible ont été examinés par M. le professeur Brande, qui s'exprime ainsi à leur égard:

« Ce combustible brûle bien, s'allume promptement et a la plupart des caractères des houilles très-bitumineuses. Il se consume un peu plus vite que la houille ordinaire de New-Castle, mais il paraît développer plus de chaleur et former un feu vif, agréable et très-actif. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'y a aucune objection à faire contre lui sous le rapport de l'odeur, de la fumée, de la poussière, de la suie et des cendres, et on n'y observe aucune propriété qui puisse avoir des inconvénients pour la santé.

» Il faudrait, pour déterminer définitivement la valeur relative de ce combustible, faire des expériences comparatives que je n'ai pas entreprises, mais d'après le petit nombre d'essais auxquels je l'ai soumis, il me paraît égal au moins à la houille de qualité supérieure. »

D'autres témoignages également très-favorables sont venus se joindre à celui de M. Brande, mais ce qui semble plus décisif, c'est que la compagnie dite *Commercial steam boat Company*, après avoir fait faire quelques essais, paraît avoir définitivement adopté ce combustible à bord de ses bâtiments à vapeur.

Dans l'un de ces essais, on a substitué à la houille ordinaire le combustible de M. Geary, et dans la même proportion que celle consommée pour se rendre à bord du *Prince George*, du pont de Londres à Chatam, Sherrness et Southend, et on a trouvé qu'on avait encore pu accomplir avec cette provision du combustible une partie du retour.

Un deuxième essai a eu lieu avec le bâtiment à vapeur la *Duchesse de Kent* qui consomme ordinairement cinq tonneaux de houille pour se rendre de Londres à Ramsgate. Le bâtiment a fait ce voyage avec 3,5 tonneaux du combustible de M. Geary.

Le prix auquel la compagnie paye la houille ordinaire est 25 shellings le tonneau, celui du combustible de M. Geary sera de 18 shellings le tonneau.

Il y aurait donc une économie considérable dans les frais avec ce combustible qui, à résultat égal, occuperait aussi moins de place et aurait moins de poids.

Dans le rapport des capitaines et des ingénieurs, on voit aussi que ce combustible ne laisse qu'un bien faible résidu de cendre après la combustion, qu'il n'y a pas d'escarbilles, qu'il ne dégage qu'une légère fumée ou vapeur, et que le travail de l'alimentation du foyer se trouve très-réduit.

Enfin, par suite de ce succès, il s'est fondé deux grands établissements pour la fabrication de ce combustible, l'un près de Londres et l'autre à Gravesend.

Nouveau procédé de préparation du pain.

M. James, ayant remarqué que, dans la préparation ordinaire de la pâte, l'eau n'est pas suffisamment incorporée dans la farine de manière à y être retenue, et qu'elle s'évapore par l'effet de la cuisson, ce qui produit, suivant lui, un pain lourd et d'une digestion difficile, a imaginé le procédé suivant pour remédier à cet inconvénient :

Pour un sac de farine pesant 140 kil., on prend 5 kil. de fleur de farine que l'on délaie dans 19 litres d'eau, on y ajoute ensuite 52 à 57 litres d'eau pure, tenue en ébullition sur un fourneau pendant environ un quart d'heure, et on agite continuellement jusqu'à ce que le mélange soit complet. Le liquide ayant acquis la consistance d'un empois clair, est passé au tamis, et lorsque sa température est descendue à 22 degrés centigrades, on le mêle avec la farine dans le pétrin en remplacement de l'eau qu'on y met dans l'ancien procédé. Le pétrissage se fait à la manière ordinaire, seulement on doit avoir soin d'ajouter un peu plus de sel à la pâte, dans la proportion de 360 gram. pour la quantité ci-dessus indiquée. L'auteur assure que non-seulement son pain est de meilleure qualité, mais que le rendement est plus considérable. C'est une expérience qu'il est très-facile de faire.

Acide sulfurique fabriqué avec les pyrites martiales.

Il paraîtrait, suivant M. Neumann, qu'on aurait réussi dans plusieurs fabriques d'acide sulfurique de la Bohême à remplacer le soufre, dont la combustion est destinée à fournir l'acide sulfureux aux chambres de plomb, par le sulfure natif de fer ou pyrite martiale, et que cette substitution, qui ne présenterait aucune difficulté sérieuse et nul inconvénient, aurait l'avantage de procurer une économie assez sensible sur les frais de fabrication de cet acide si utile dans les arts.

Falsification de l'amidon.

On vient de proposer un moyen tout à fait simple et économique pour découvrir si l'amidon est falsifiée avec de la farine ordinaire. Pour cela, on prend 1 gramme de cet amidon, et on le fait cuire avec 180 grammes d'eau; alors en battant la liqueur avec un tube en verre, on obtient une mousse épaisse, volumineuse, permanente, lorsque le corps essayé contient de la farine, tandis que dans le même cas l'amidon pur ne donne que des bulles en petit nombre qui disparaissent très-rapidement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Machine à fabriquer les draps par le feutrage.

Quoique l'art de filer et de tisser la laine soit d'une très-haute antiquité, il paraît néanmoins que celui d'en former des étoffes par le feutrage est encore plus ancien. Ce qu'il y a de certain, c'est que plusieurs peuples encore peu avancés dans la civilisation, notamment les Tartares en Asie, préparent encore des draps à leur usage qui ne sont pas tissés, et qu'ils obtiennent uniquement par la foule, comme nous fabriquons encore aujourd'hui les feutres de poils et de laine qui servent à la fabrication des chapeaux ainsi qu'à d'autres usages.

On a essayé à bien des reprises différentes de fabriquer des draps pour l'habillement par la foule seulement, et de se dispenser ainsi du filage et du tissage de la laine dans ce genre de produits; mais ces tentatives n'ont pas eu de suite, parce que les feutres ainsi préparés n'avaient d'un côté ni la souplesse ni l'élasticité et le moelleux des draps tissés, et d'un autre, parce qu'on n'a pas pu atteindre la même finesse, et enfin parce que les feutres manquaient souvent de consistance.

On annonce qu'un Américain vient de reprendre ce problème industriel, et qu'il est parvenu à établir une machine à faire des feutres qui ont toutes les qualités des meilleurs draps, et qui dispensent du filage et du tissage de la laine.

L'inventeur s'est pourvu d'un brevet dans les principaux pays où fleurit l'industrie, et en particulier en Angleterre, où ses produits ont excité la plus vive curiosité.

Des fabricants distingués de Leeds, auxquels on a soumis les échantillons de draps ainsi que les plans de la machine, ont été frappés, dit-on, de l'excellente qualité des premiers et de la simplicité de la seconde.

D'autres échantillons, ainsi que des plans, sont arrivés aussi en France, et nous croyons savoir qu'on organise déjà une société à laquelle s'intéressent des personnes et des fabricants recommandables pour exploiter ce nouveau mode de fabrication de draps.

Des capitalistes de Londres ont déjà déposé 5,000 livres sterlings pour la construction d'une machine, avec laquelle ils se proposent de faire des expériences. Des fabricants de draps de Leeds, qui ont acquis le droit d'exploiter cette invention, sont occupés dans ce moment à des essais sous la direction de l'inventeur.

Une machine simple, qui ne coûterait que 600 liv. sterl. (15,000 fr.), pourrait fabriquer, dit-on, en douze heures de travail, 600 mètres de drap d'un mètre de largeur.

Machine à préparer et à nettoyer la laine.

Par M. J.-G. Worth, de Manchester.

Plus on veut obtenir d'égalité dans la filature des matières textiles, et plus il convient de leur faire subir, avant de les livrer aux métiers à filer, des opérations préparatoires qui doivent les nettoyer et les débarrasser de tous les corps étrangers : tel est en particulier l'objet des machines connues sous les noms de diable, loup, willow, etc. Ces machines, dans l'état actuel de la mécanique, ne nous paraissent remplir leur but qu'imparfaitement, et il n'est pas étonnant qu'on cherche à les perfectionner, ou du moins qu'on propose d'autres machines qui compléteraient le travail qu'elles ont commencé.

Tel est l'objet de la machine qu'on doit à M. Worth, et qui est destinée à nettoyer la laine qui doit être soumise aux opérations ultérieures des fabriques, et après qu'elle a été soumise au loup ou au willow, afin de la débarrasser des boutons, des matières étrangères, de la rendre pure, nette et en état de recevoir toutes les autres façons.

Nous pensons qu'on comprendra aisément la description de cette machine, qui d'ailleurs est assez simple, sans le secours des figures.

Sur un bâti en fonte est monté un arbre de couche, portant la poulie qui transmet par une courroie à la machine le mouvement du moteur. Cet arbre sert d'axe à un tambour, qui, au moyen de courroies et de poulies de renvoi, fait tourner deux cylindres ou rouleaux indépendants, à coussinets distincts, à diamètre inégal, et placés l'un sur l'autre, le plus petit par-dessus. Les diamètres des poulies sont établis de telle façon que la vitesse à la surface de ces rouleaux est la même. Une lame, qui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute la largeur du bâti et fixée à ses extrémités sur des pièces particulières de celui-ci, et placée devant le cylindre inférieur sous un angle de 45 à 50 degrés. Le tranchant de cette lame est mousse, c'est-à-dire qu'avec un brunissoir on en a relevé le morfil, comme pour les couteaux de tanneurs.

Au-devant de ce cylindre inférieur, on a aussi disposé presque verticalement une raclette, consistant en une lame mince de tôle, dont le bord, celui qui presse sur le rouleau, est couvert de drap, afin que celui-ci, par son contact avec le cylindre, lui enlève toutes les portions de laine qu'il aurait pu entraîner.

Une semblable raclette, mais presque horizontale, sert à nettoyer le cylindre supérieur.

La machine étant mise en mouvement, de manière que les cylindres fassent environ 600 révolutions par minute, on prend de la laine sortant du loup, et on l'étale, aussi également que possible, sur une toile sans fin qui la fournit aux deux cylindres. Cette laine est entraînée par la rotation de ces cylindres ; mais elle ne peut s'avancer entre eux avant de passer entre le cylindre inférieur et la lame, qui en gratte les diverses parties, en sépare les pierres, les boutons, et les corps étrangers. Cette lame peut s'ajuster du reste à une distance convenable de ce cylindre, suivant la nature ou la qualité de la laine, son état d'ouverture et la quantité d'impureté qu'elle contient.

Si de petites pierres ou de la terre ont échappé à l'action de la lame, ils sont broyés en passant entre les cylindres et tombent en poussière.

Cette machine néanmoins nous paraît encore imparfaite ; mais il est probable que quelques perfectionnements pourraient la rendre utile dans l'industrie du filage et du tissage des laines.

Modification apportée au métier à la Jacquard.

Par M. W. Webb, fabricant à Spitalfields.

Depuis quelque temps, le velours figuré ou à ramage, à fond de taffetas, de tabis ou de satin, est redevenu à la mode pour confectionner des gilets ou autres objets de toilette. M. Webb s'est proposé d'apporter à la jacquarde qui sert à le fabriquer, quelques modifications qui permissent à l'ouvrier, lorsqu'il a disposé ses harnais pour produire un modèle donné, de varier ce modèle en faisant à volonté et réciproquement le fond ou la figure, soit en tabis ou satin, soit en velours.

Dans le métier de M. Webb, il y a deux cylindres ou axes carrés en bois, ayant chacun leur châssis mobile ou presse, afin de séparer les cartons de fond de ceux qui donnent le poil ou le figuré. Il évite d'abord ainsi de répéter plusieurs fois les cartons de fond, et obtient une diminution notable dans leur nombre comparé à ceux des métiers montés à l'ordinaire ; mais ce qui distingue particulièrement son invention, c'est, ainsi que nous l'avons dit, en ce que les deux cylindres, avec leurs séries respectives de cartons, peuvent changer leur rôle, et que chaque lamette de la griffe avec ses broches verticales et ses harnais peut travailler avec l'un ou l'autre cylindre à volonté.

Cette opération s'exécute au moyen de deux mécanismes à la Jacquard, placés l'un tout à côté de l'autre, l'un antérieurement et l'autre postérieurement, mais présentant toutefois cette différence dans leur construction, que dans le premier les lamettes sont placées comme à l'ordinaire, entre le cylindre et les broches, et propres à enlever toutes celles qui n'ont pas été repoussées par les cartons, tandis que, dans l'autre, les lamettes sont placées de l'autre côté des broches et ne peuvent enlever celles-ci que lorsqu'elles ont été repoussées par les cartons.

Les crochets des broches doivent, comme on l'imagine, être tournés dans chaque mécanisme du côté de leur lamettes respectives, et par conséquent recourbés en sens inverse.

Dans l'un des mécanismes, les trous percés dans les cartons déterminent quelles sont les broches qui doivent être enlevées, tandis que dans l'autre, ce sont au contraire les blancs de ces cartons. Ainsi, un carton sur l'un des mécanisme laisse en repos toutes les broches qui doivent être enlevées, et repousse les autres, tandis que ce même carton, sur l'autre mécanisme laisse en repos les broches immobiles et repousse celles à enlever. Par conséquent, si un velours figuré a été fabriqué sur fond uni ou de satin, en transportant seulement les cartons d'un mécanisme sur l'autre, on produira le même figuré en satin sur fond de velours.

Chaque mécanisme, ainsi qu'il est facile de l'imaginer, a un harnais complet qui lui est particulier, et qui tous deux sont la répétition l'un de l'autre pour que chacun puisse élever les mêmes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portions du fond ; et en outre, pour produire une égalité d'action, la planche percée est placée sous la ligne de jonction qui les sépare.

Au reste, en consultant les figures 21 et 22, planche II, on aura une idée de la disposition des deux mécanismes. Dans la fig. 21 les broches à crochets et les lamettes sont disposées comme à l'ordinaire, tandis que dans la fig. 22 leur situation respective est renversée.

aa Coupe du cylindre ou axe creux.
bb Portions dans la série des cartons percés de trous.
ce Aiguilles ou broches horizontales.
df Broches verticales à crochets.
g Lamettes.

Dans la figure 21, on voit que l'aiguille *c* n'ayant pas été repoussée par le carton, la broche *d* va être enlevée par la lamette *g*, tandis que la broche *f*, dont l'aiguille *e* a été repoussée, cesse d'être en prise avec sa lamette et reste en place. Dans la figure 22 c'est le contraire : l'aiguille *c*, qui n'est pas repoussée, ne permet pas à la broche *d* d'accrocher la lamette, tandis que l'aiguille *e*, que le carton a repoussée, a amené son aiguille *f* en prise avec sa lamette.

Machine pour limer, égalir et arrondir les dents de roues.

Par M. J. Pfaff et Aug. Kienzsler à Tryberg ; et décrite par M. Poppe fils, de Tübingue.

Peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt pour le public industriel, et surtout pour les personnes qui s'occupent du travail des roues dentées, de voir ici la description d'une petite machine ingénieuse et commode que j'ai trouvée usitée dans le Schwarzwald ou Forêt-Noire. Cette machine, qui est originaire de ces contrées déjà si célèbres par le génie inventif de leurs habitants, y porte le nom de machine rotative pour dents de roues (*Zahnwalzmaschine*) ; elle y est déjà commune, et sert, comme son nom l'indique, à limer les dents des petites roues. Lorsque ces roues ont été refendues à la machine à diviser, on sait qu'il faut abattre les arêtes trop vives, en égalir et arrondir les dents à la lime. Ces dernières opérations se font encore presque partout à la main ; et toutes les machines qu'on a inventées pour l'exécuter ont toutes donné un mauvais travail ou étaient proportionnellement plus dispendieuses.

La machine du Schwarzwald a été inventée pour cet objet, par J. Pfaff de Tryberg, et perfectionnée par le mécanicien Aug. Kienzsler ; elle est simple, commode et me paraît présenter tous les avantages qu'on peut exiger dans un appareil de ce genre. Avec cette machine, un ouvrier peut, en cinq quarts d'heure, limer 120 roues, travail auquel il employait auparavant un jour entier. Les figures que j'en donne ici ont été dessinées sur une machine de cette espèce que j'ai fait faire pour la collection des modèles de Technologie de Tübingue, par le mécanicien Kienzsler lui-même.

La fig. 23, planche II, représente la machine en élévation ;

La fig. 24 en est le plan.

Sur un bâti solide AA tourne un gros arbre en fer *aa*. Sur cet arbre sont enfilés six disques d'acier *bb*, *cc*, *dd*.... de 80 millimètres de diamètre, et fixés par les moyens connus à des distances égales entre eux. Le champ ou la surface convexe de tous ces disques est taillé en vis et porte ainsi quatre à cinq filets. Ces filets sont creusés de telle façon que le profil ou la coupe entre deux filets consécutifs a exactement la forme d'une dent de roue limée ou terminée, et de plus ils sont sur leurs flancs taillés en lime.

Si on se représente une roue qu'il faut égalir avec sa couronne amenée tout près de l'une de ces limes spirales, tandis que l'arbre *a* est mis dans un mouvement rapide de rotation, on aura une idée exacte du travail de la machine, surtout si on conçoit qu'en même temps que quelques dents de la roue s'engagent entre les filets des limes, elles y sont non-seulement limées et arrondies, mais de plus, et par suite de la forme spirale de ces filets, poussées latéralement, de manière que si la roue a 36 dents, toutes ces dents, après 36 tours de l'arbre *a*, ont été limées et arrondies.

Pour donner aux limes la vitesse requise, l'arbre *a* porte un pignon *f* de 16 dents qui engrène dans la roue en laiton *gg* de 48 dents. L'axe de cette dernière porte la manivelle B qui donne le mouvement à tout l'appareil.

Afin de pouvoir travailler sur la même machine des roues de divers diamètres et à dentures différentes, chacun des six disques montés sur l'arbre commun porte un pas de vis différent sous le rapport de la largeur et de la profondeur.

La roue qu'il faut arrondir est placée dans un châssis vertical en laiton *h*, *i*, *k*, *l*, où elle peut tourner par une disposition très-simple. Un cylindre d'un faible diamètre s'élève ou s'abaisse verticalement dans le châssis et s'ajuste à la hauteur voulue au moyen d'une vis. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre porte à sa partie inférieure une petite cavité ou bien un coup de pointeau ; cette cavité ainsi que la petite crapaudine *n* sont destinées à recevoir les bouts de l'arbre de la roue *e*. Le châssis lui-même est mobile à droite ou à gauche sur une barre *oo* sur laquelle on peut, avec les deux vis à oreilles *pp*, le fixer au point précis afin que la roue soit devant la lime qui doit arrondir ses dents.

Avant de commencer à limer la roue, il faut amener aussi exactement que possible son plan dans l'axe de l'arbre *aa*. En conséquence, la barre ronde *oo* sur laquelle se meut le châssis *h, i, k, l*, est fixée sur une planche ou plateau C, lequel peut, au moyen d'une vis qu'on ne voit pas dans les figures, s'élever ou s'abaisser en tournant sur les pointes *qq*, ou en décrivant des arcs dont ces pointes sont le centre.

Lorsque la roue est fixée dans le châssis et que son plan est bien parallèle à l'axe de l'arbre, et enfin qu'on l'a amenée devant la lime spirale qui doit en arrondir les dents, l'ouvrier saisit de la main gauche le châssis et presse légèrement la roue contre la lime, tandis qu'avec la main droite il fait tourner la manivelle B. On connaît, d'après ce qui a été dit plus haut, le résultat de l'opération, mais il est bon de remarquer que l'arbre *aa*, ainsi que le plateau C, étant soutenus entre des pointes à vis *rr*, on remédie le plus aisément du monde au jeu que pourraient prendre ces pièces.

Si on monte l'appareil sur un tour, il n'en devient que plus simple puisqu'on n'a plus besoin de manivelle ni d'engrenage. Dans ce cas, néanmoins, il faut adopter une autre disposition pour pouvoir approcher facilement les roues des limes.

Un appareil semblable à celui décrit est livré à Tryberg par M. Kienzsler, au prix de 48 florins (120 fr.). Celui qui se monte sur un tour, pour 16 à 18 florins (40 à 45 fr.).

Échappement nouveau pour les chronomètres, montres et pendules.

Par M. J. E. Macdowal, horloger à Londres.

Dans le mode le plus ordinaire de construction d'un échappement on emploie une roue (la roue de rencontre) portant un assez grand nombre de dents, et on ne fait passer qu'une seule dent à la fois (1). On comprend que dans ce mode la marche de la montre, du chronomètre ou de la pendule dépend de l'exactitude apportée dans la taille et la perfection de chacune de ces dents, et que plus le nombre des dents d'un pareil échappement est considérable, plus il doit y avoir de difficulté matérielle à donner à celles-ci cette forme rigoureuse et identique qu'il est désirable d'atteindre.

Le but de mon invention est de réduire le nombre des impulsions à une seule pour chaque révolution de l'axe d'échappement, et, dans aucun cas, de ne pas excéder trois impulsions à chaque révolution complète de cet axe.

Mon mécanisme diffère encore des autres en ce qu'il est à force constante pendant une portion très-considérable de la révolution de l'axe d'échappement, et que, dans le cas ou une seule impulsion est donnée pour une révolution de celui-là, il est en action à tous les instants pendant lesquels s'opère la révolution entière de cet axe, ou bien l'action est constante pendant la moitié ou le tiers de cette révolution, suivant que l'axe complète celle-ci par deux ou trois impulsions.

Mon échappement est représenté dans les figures 25 et 26 de la planche II. Les deux pièces principales en sont séparées dans la figure 25, et elles sont rapprochées et en action dans la figure 26.

A. Balancier.
B. Verge de ce balancier.
C. Cylindre.
D. Rubis fixé sur la verge comme une palette.
E. Plan incliné en spirale.
F. Arbre du dernier mobile, ou verge d'échappement portant un pas de vis.
G. Filet de vis monté sur cette verge.
H. Pignon ou dernier mobile.
I. Languette ou doigt fixé solidement sur le pignon et sur la verge.
K. Plan de cette pièce.
1, 2, 3, 4. Plans de contact successifs lorsque la vis et le plan incliné sont amenés en contact comme dans la figure 26, qui montre leur position respective pendant que ces pièces sont en action.

Supposons une force qui tend à faire

(1) C'est ce qui a lieu principalement dans l'échappement si connu et si répandu à roue de rencontre et à verge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourner le pignon H; supposons aussi que la languette I est engagée sur le rubis D; au moment où il se dégage; le filet de vis G de l'arbre F viendra se rouler sur le plan incliné E, qui fait corps avec le cylindre C, et, par conséquent, donnera une impulsion en avant au balancier. L'action terminée, la languette s'engagera de nouveau sur le rubis D, puisque l'arbre F aura fait une révolution dans le même espace de temps que la vis aura mis à se rouler le long du plan incliné. Une longueur de 3 diamètres du filet de vis, ou à peu près, est l'étendue de contact que j'établis entre le plan du cylindre et la vis qui doit venir s'y appliquer.

Le nombre de degrés pour l'impulsion dépendra du segment que le plan incliné embrasse sur le cylindre; ainsi on peut obtenir un nombre quelconque de degrés de vibrations par le nombre de degrés de l'impulsion, et celle-ci, à son tour, dépend de la longueur du bras de levier spiral F G. Une vis d'un tour sur un 8e de pouce peut fonctionner aussi bien qu'une autre vis d'un tour sur un pouce, et si on combine avec adresse les angles les plus convenables aux pièces qui commandent avec celles qui sont commandées, un changement quelconque dans la longueur de la vis modifiera directement l'inclinaison du plan.

La fig. 27 fait voir la structure et la marche d'un appareil à double filet de vis.

A. Balancier; la verge d'échappement fait une révolution complète pour deux impulsions.
B. Verge du balancier.
C. Cylindre.
D. Rubis en palette.
E. Plan incliné ou spiral.
F, M, G. Filet de vis double.
I, L. Double languette.
H. Pignon fixé comme dans les fig. 25 et 26.
K, L. Plan de la double languette.

La différence entre un filet de vis simple et double, c'est que le second peut avoir une hauteur deux fois moindre que l'autre, et cependant présenter la même inclinaison, puisque la double vis transmet deux impulsions pendant sa révolution, tandis que la vis simple n'en donne qu'une seule. Le principe qui a présidé à l'échappement dans les fig. 25 et 26 est donc maintenu dans la fig. 27; il n'y a de différence que le nombre des languettes et celui des filets de vis.

La fig. 28 est le plan du cylindre, du plan spiral, de l'arbre et de la vis.

La fig. 29 est l'application du même principe au pendule d'une horloge.

Le filet de vis s'étend entre tout l'espace compris entre les platines.

A. Verge.
B D. Plan incliné qui reçoit l'impulsion du filet de vis et est solidement fixé sur la verge A.
E. Levier faisant les fonctions de languette ou de doigt.
L. Pignon fixé sur l'arbre de la vis d'échappement D.
F G. Roue et pignon du rouage de mouvement de la pendule supposée mue par un poids ou un ressort.
M. Extrémité de la verge A sur laquelle s'arrête le levier E après chaque vibration.
H. Fourchette qui donne l'impulsion au pendule K.

La fig. 30 est une méthode pour faire des montres extrêmement plates d'après ce principe, combiné à peu près comme dans l'échappement de Dupleix.

A. Levier à bras variable. Ce levier commence à donner l'impulsion en *o*. Il continue en augmentant son bras à pousser le balancier, ainsi qu'on le voit en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et termine en 10, où il quitte le galet en tournant dans la direction de la flèche G.
B. Petit galet qui se meut librement sur son axe dans la fourchette du levier C.
C. Levier à fourchette ou d'impulsion monté sur la verge du balancier D, et qui ne peut prendre qu'un mouvement de va-et-vient à droite et à gauche.

Supposons qu'une force soit appliquée à l'arbre du levier à bras différentiel A; cette force le fera tourner, et il commencera au point *o* à être en contact avec le galet B fixé dans la fourchette du levier C, et, par conséquent, à enrouler le spiral vers la droite; il continuera ainsi jusqu'au point 10, où il arrive, comme on le voit, par des lignes ponctuées à son point de repos. A ce point la languette s'engagera sur le rubis, ainsi qu'il a été décrit dans les fig. 25, 26, 27. Le balancier, ayant ainsi reçu son impulsion, vibrera vers la droite, puis reviendra vers la gauche, en dégageant la languette du levier A, dont il recevra l'impulsion, et ainsi de suite, pour ses vibrations postérieures.

La fig. 31 est la vue en élévation de ce mécanisme; A est le levier à bras différentiel monté sur l'axe d'échappement H; E, F, deux vues différentes de la lan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

guette fixée sur l'arbre H et le pignon G; D, le balancier; C, le levier d'impulsion; B, son galet.

La fig. 32 est une modification du mécanisme représenté fig. 30; ici, le balancier reçoit deux impulsions pour une révolution de l'axe d'échappement; *a* est la roue du balancier; *b*, l'axe d'échappement.

La fig. 33 est une horloge établie sur ce principe: A est le levier à bras différentiel; F, la languette; B, le galet; C, un levier lié avec la fourchette et qui donne l'impulsion au pendule, comme dans la fig. 29. On voit clairement qu'on peut obtenir ainsi une longueur quelconque de levier pour une horloge, et même qu'un double levier peut être établi d'après le même principe.

On comprend que dans ce mode d'établir l'échappement le nombre des dents doit être un peu différent de celui des autres chronomètres, montres ou pendules, à cause du mouvement plus accéléré entre la 4e roue et la languette ou le levier tournant. Supposons la 4e roue de 90, le pignon de la 5e roue, 6, la roue 60 pignon 6, qui est fixée sur la languette, donnera 15+20 ou 300 battements par minute. En supposant que la 4e roue marque les secondes lorsque la languette est double, le rouage doit être moins nombré.

J'ai donné la figure du mécanisme à deux impulsions par révolution, et rien ne serait plus facile que d'en établir un à trois impulsions, qu'on reconnaîtrait être encore supérieur à l'échappement actuel; mais je considère qu'il n'est pas avantageux dans ce mécanisme de dépasser deux impulsions pour une révolution de l'axe d'échappement; mon but a été principalement de me dispenser de la roue de rencontre, très-nombrée, employée jusqu'ici, et de me mettre à l'abri de la possibilité des erreurs résultant de la taille d'une pareille roue; je perdrais donc une partie de ces avantages, si je multipliais les impulsions par chaque révolution, tandis qu'un ouvrier d'une habileté médiocre peut établir mon échappement avec beaucoup de précision, et procurer un résultat supérieur pour l'exactitude à ceux que donnent aujourd'hui les pièces qui sortent des mains des plus habiles artistes.

Peson à mercure.

Par le capitaine J. Ericsson.

L'objet de ce peson, qui est représenté en coupe verticale fig. 34, est de dispenser de l'usage des poids dans toutes les pesées de marchandises; en voici d'abord la description:

A Boite plate renversée en fonte, sur laquelle s'élève au milieu une tige creuse *aa*, également en fonte etranglée et percée au sommet.

B Tube de verre introduit dans la partie creuse de cette tige, dans laquelle il est fixé avec du plâtre ou autre moyen.

C Cuvette en fonte, solidement unie à la boîte A par des vis.

DD Nappe de caoutchouc, insérée entre la boîte A et la cuvette C, de manière à les rendre parfaitement étanches.

E Petite quantité de mercure renfermée dans la cavité de la boîte A et reposant sur la nappe de caoutchouc.

F Piston soutenant la nappe, et reposant sur la traverse GG, où il est solidement fixé par sa queue au moyen d'une vis.

HH Verges de suspension de la traverse GG. Ces verges, réunies par une petite traverse à leur sommet, sont percées dans cet endroit d'un trou dans lequel entre un boulon, comme on le voit dans la figure.

I Étrier fixé à la face inférieure de la cuvette C, sans toucher à la traverse G.

J Crochet au centre de cet étrier. C'est à ce crochet qu'on suspend les objets qu'il s'agit de peser.

K Petit robinet qu'on peut fermer lorsqu'on ne se sert pas de l'instrument, et qui s'opposerait ainsi à la perte du mercure, si on renversait le peson.

Dans la figure, un peu plus d'un quart de la circonférence de la tige creuse *aa* est enlevé, afin qu'on puisse apercevoir le tube de verre, ainsi que le mouvement du mercure et l'index ou plaque graduée, vissée sur un des côtés de l'ouverture.

Quoique le tube de verre soit protégé par environ les 3/4 de la surface de la tige *aa*, cependant, pour plus de sécurité, lorsqu'on ne fait pas usage de l'instrument, on a glissé un tube de fer sur cette tige avant de placer l'index; le tube, en tournant d'un côté ou d'un autre comme pour les petites figures renfermées dans des boîtes en ivoire, découvre ou protége à volonté l'index et le tube de verre dans la portion ouverte de la tige.

Le piston F, ainsi que le mercure à sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surface, sont soutenus par les verges H et le boulon M; mais les poids de la tige *aa*, avec ses diverses parties, ceux de la boîte A, de la cuvette C, de l'étrier I, et du crochet J, sont en équilibre sur le mercure, qui par conséquent doit s'élever dans le tube pour contre-balancer leur poids total. C'est à la surface du mercure, ainsi équilibré dans le tube, que commence la graduation de l'index.

Les articles qu'on veut peser sont suspendus par le crochet J à la boîte A et à la cuvette C, qui s'abaissent alors par pression sur le mercure à l'aide du piston resté immobile, et le contraignent, pour faire équilibre à ce poids, de monter dans le tube B.

Il est utile d'insérer dans la traverse G deux vis de sûreté ou d'ajustement LL, dont les extrémités s'opposent, en les élevant, à ce que la cuvette *c*, en s'abaissant trop bas ou trop vivement, ne fasse dégorger le mercure par le sommet de la tige creuse B, dans le cas où on suspendrait au crochet un poids qui dépasserait les limites de l'instrument.

Ces limites dépendent du diamètre du piston et de la boîte, ainsi que de la longueur du tube de verre. Un piston et une boîte d'environ 40 centimètres de diamètre, avec un tube d'un mètre de haut, pourront peser au delà de 1800 kilogrammes. Ce qu'il y a de remarquable dans un instrument de cette dimension, c'est que le plus grand mouvement que puisse prendre le piston ne s'élève pas à 1/3 de millimètre.

Les changements de température affecteront évidemment le poids spécifique du mercure, mais ces changements exerceront peu d'influence sur l'exactitude des indications; car, quoique le mercure se dilate plus que la matière de la boîte et du piston, il ne peut toutefois affecter les indications dans une proportion directe avec sa dilatation.

Il existe une autre cause d'erreur, légère il est vrai, qu'on préviendra aisément en fixant l'index à sa partie inférieure seulement et en laissant la supérieure libre pendant les changements de température.

Quant à la construction de l'instrument, il est important de prendre dans tous les cas un tube de verre dont le diamètre soit de 5 millimètres, et que l'espace entre la circonférence du piston et les parois de la cuvette n'excède jamais cette dimension quelque grand que soit l'instrument.

Voici, suivant l'inventeur, auquel la Société d'encouragement de Londres a décerné une récompense, les avantages de son peson à mercure:

1° Cet instrument n'est sujet à aucun frottement, et par conséquent son exactitude, comme dans les balances ordinaires, n'est pas affectée par des poids considérables.

2° Le mouvement dans toutes les parties est presque imperceptible, et la détérioration ou l'usure presque nulles.

3° Le poids peut être lu aussitôt que l'article est suspendu.

4° Enfin, en établissant cet instrument sur les grues de déchargement et sur les palans ordinaires, on peut obtenir immédiatement le poids des marchandises par les opérations seules de chargement et de déchargement.

Emploi de l'anthracite.

Depuis quelque temps, on fait des essais en France, en Angleterre et en Amérique pour employer l'anthracite dans les foyers des usines et dans ceux des machines à vapeur fixes ou mobiles.

C'est l'Amérique qui a fait la première application de ce combustible sur les bateaux à vapeur, et le succès obtenu a été tellement encourageant qu'on a songé dans ce pays à donner à l'anthracite une foule d'autres applications utiles, et même à s'en servir pour chauffer les foyers domestiques en remplacement de la houille. Nous ignorons toutefois encore quelles sont les dispositions nouvelles qu'on a été obligé d'adopter pour les foyers, pour y brûler cette matière, et aucune épreuve comparative n'est encore venue des États-Unis nous faire connaître sa valeur relative comparativement au bois, à la houille ou à la tourbe.

En France, nous savons positivement qu'on exploite avec le plus grand succès quelques gisements d'anthracite situés dans l'ouest de la France, mais nous manquons de documents positifs sur l'emploi qu'on en fait. Nous présumons qu'on s'en sert dans les fonderies ainsi qu'à la cuisson des calcaires qu'on veut convertir en chaux, peut-être même dans les foyers des machines à vapeur, mais ce qu'il y a de certain, c'est que ce combustible commence à être très-recherché chez nous, et que c'est à peine si les exploitations en activité peuvent suffire aux demandes qui leur sont faites.

On a été pendant longtemps convaincu en France, malgré quelques expériences concluantes, que ce combustible ne pouvait brûler qu'en grandes masses, qu'il ne pouvait avoir d'utilité que dans les opérations qui exigent la plus haute tem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pérature, et enfin qu'il ne pourrait jamais servir aux usages domestiques ; heureusement que ces préjugés commencent à se dissiper.

En Angleterre on s'occupe aussi activement des moyens d'utiliser l'anthracite, et il paraît que depuis longtemps les serruriers dans le Pembrok, comté du pays de Galles, connaissent les moyens d'employer ce combustible dans leurs forges. Les succès obtenus tout récemment dans les expériences qui ont été faites par M. Crane, aux forges de Yniscedwyn près Swansea, pour appliquer l'anthracite aux opérations des hauts-fourneaux, a même déterminé, dans la partie méridionale du même pays de Galles, la formation d'une société dont le but est de démontrer les avantages de cette matière dans une foule de circonstances où on l'avait négligée jusqu'ici; nous croyons aussi qu'on a commencé à faire en Angleterre des essais à bord de quelques bateaux à vapeur, et qu'on en a été satisfait; mais ce qu'il y a de positif, c'est que les expériences dans lesquelles on a remplacé en partie la houille par de l'anthracite dans des machines à vapeur locomotives et dans celles de quelques manufactures, semblent promettre de très-heureux résultats.

Parmi les diverses expériences de ce genre dont les résultats nous sont parvenus, nous allons citer quelques détails sur celles que vient de faire connaître M. J. Player et qui ont eu lieu aux usines de Gwendraeth près Carmarthen, dans des fourneaux à vent, sur des foyers de machines à vapeur et des forges de serrurerie.

« Le plus grand inconvénient, dit M. Player, qu'a présenté d'abord l'emploi de l'anthracite, inconvénient qui, pendant longtemps a rendu incomplètes toutes les expériences sur cette matière, c'est l'engorgement des foyers et la difficulté de tisonner sans nuire à l'intensité du feu. On y a remédié d'une manière assez simple en chauffant le combustible avant qu'il tombe sur le foyer, ce qui s'est opéré en le faisant arriver sur celui-ci sans mélange de coke ou de houille bitumineuse, par une chambre perpendiculaire placée au centre de la partie supérieure de la chaudière avec une ouverture d'environ 20 pouces de diamètre béante au-dessus du foyer même. En traversant cette chambre, et par son contact avec ses parois, le combustible acquiert une température considérable et descend par son propre poids à mesure qu'il se consume par dessous en remplaçant celui qui est brûlé ; ce qui procure une alimentation constante d'anthracite dans un état propre à éprouver une combustion complète.

» On a évité aussi par ce mode d'alimentation un autre inconvénient, et qui consistait en ce que du combustible neuf jeté sur le foyer enlevait à celui-ci une quantité considérable de chaleur et arrêtait la génération de la vapeur.

» Dans le système adopté, on n'a plus à s'occuper du foyer, on n'a pas besoin de registres; il n'y a plus de courants d'air froid qui entrent et passent par les carneaux, et il ne faut plus qu'un tirage beaucoup moindre.

» Une machine à vapeur a travaillé ainsi 72 heures consécutivement sans qu'il ait été nécessaire de tisonner, de dégager la grille ou de faire tomber les escarbilles ; on n'a pas mis une seule fois le tisonnier dans le foyer, et le résidu en cendres a été très-faible. Cependant dans cette expérience le combustible était de l'anthracite pur et menu, mais non en poudre, versé toutes les quatre heures dans la chambre alimentaire. On a eu soin aussi de placer dans le cendrier de l'eau qui, en s'élevant en vapeur, se décompose en passant à travers le combustible incandescent et fournit ainsi une nouvelle source active de chaleur.

» Dans l'usine en question, on a établi d'après le même principe cinq foyers de forgerons. Celui de l'ouvrier qui forge les outils est mis en activité par un soufflet de 30 pouces seulement (76 centim.), quoiqu'on y forge avec aisance de fort grosses pièces. L'anthracite est fourni au foyer par un conduit vertical en briques de 3 pieds 6 p. (1 mèt. 06 centim.) de hauteur, 2 pieds 6 p. (76 centim.) de profondeur, et 9 pouces (23 centim.) de largeur.

» Le fourneau de fonderie présente une disposition semblable, avec l'addition seulement, d'un conduit servant de décharge à la flamme. Le fourneau marche à l'air froid et la machine soufflante est mise en mouvement par une petite roue hydraulique. On y fond le fer qui coule très-fluide et est d'excellente qualité.

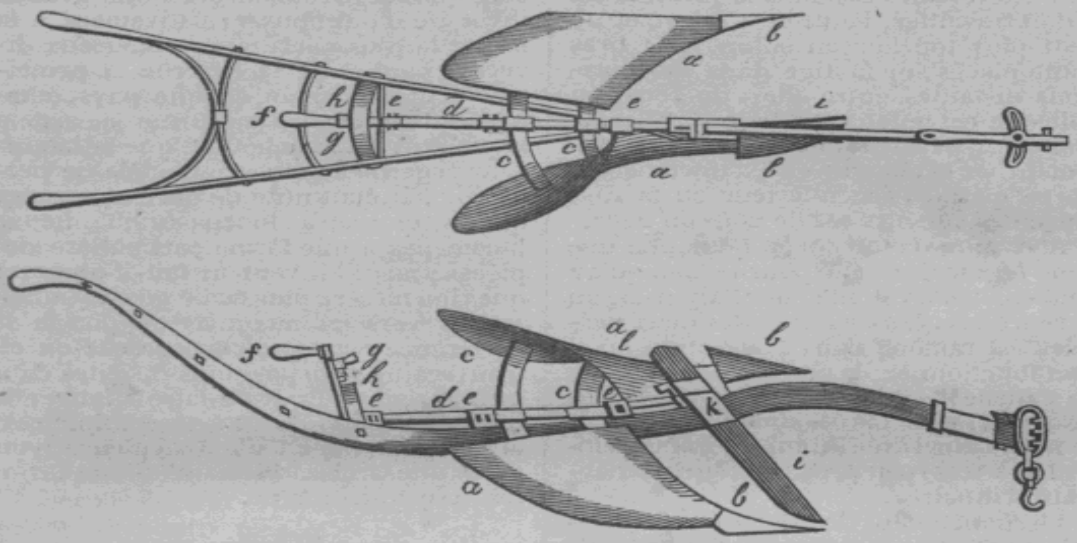
» On a depuis peu établi, d'après les mêmes principes, un poêle à l'usage des ouvriers. Cet appareil, chauffé seulement avec de la menuaille, a réussi parfaitement bien. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Araire tourne-oreille, de M. James Wilkie, de Uddingston, près Glasgow.

Les instruments établis d'après ce principe ne sont pas nouveaux ; mais tous les essais faits jusqu'ici pour construire des charrues tourne-oreille paraissent avoir été peu fructueux. Cependant on convient généralement qu'une charrue établie d'après ce système pourrait, dans diverses situations, être employée avantageusement, et l'auteur de l'instrument en question va même jusqu'à prétendre qu'une charrue de cette espèce pourrait fort bien remplir simultanément les fonctions d'une charrue ordinaire et d'une charrue à sous-sol, et tenir lieu, par conséquent, de ces deux instruments.

Dans l'araire Wilkie, l'age et les mancherons sont établis comme dans les charrues ordinaires à double soc, c'est-à-dire que cet age, au lieu de former la continuation du mancheron du côté du guéret, est placé dans une position moyenne entre les deux mancherons, ainsi qu'on le voit dans les figures ci-jointes, où la première est une vue en plan, et la fig. 2 une vue en élévation et du côté droit de cet instrument.



La partie qu'on peut appeler le corps de l'instrument consiste en une construction légère réunie à l'age, comme dans l'araire qu'on doit à M. Wilkie, et qui est très-connue. Ce corps se termine en avant en une sorte de museau destiné à former en partie le soc. Ici cette pièce n'a pas, à proprement parler, d'ailes fixes ni d'un côté ni de l'autre ; elle se termine comme un ciseau qui aurait environ 40 millimètres de largeur.

Les deux faces derrière le soc et par dessous sont garnies de plaques de fer qui constituent ce qu'on nomme le sep dans les charrues ordinaires, et forment, par conséquent, le sep droit et gauche de la charrue. Le corps ainsi établi est légèrement conique et a 40 à 45 millimètres d'épaisseur en avant et 55 à 60 en arrière.

Le coutre *i* est placé dans la position qu'il occupe dans la charrue ordinaire ; mais ici comme il y a deux faces du sep ou deux côtés par lesquels la charrue doit toucher le guéret, il est disposé de manière à prendre la position exacte qui convient des deux côtés du soc, ce qui s'exécute au moyen d'une disposition particulière. La mortaise qui reçoit le coutre a ses deux côtés transverses parallèles entre eux dans toute la hauteur, mais ses côtés longitudinaux divergent en allant de bas en haut. Le collet du coutre est taillé de manière à s'adapter aux côtés transversaux en avant et en arrière de la mortaise, ainsi qu'avec les côtés longitudinaux, mais par le bas seulement, par conséquent, par suite de la divergence de ces derniers côtés dans la mortaise, à mesure qu'on s'élève, le coutre a la liberté de jouer d'un côté à l'autre dans toute l'étendue de ces faces ; étendue réglée de telle façon que la pointe du coutre ne s'éloigne seulement de part et d'autre qu'un peu plus de l'étendue de la pointe du soc, c'est-à-dire de 40 millimètres environ.

Quant aux versoirs *aa* de cette araire,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui de droite a la forme ordinaire de ceux dont M. Wilkie s'est déjà servi dans son araire et est placé de même, tandis que celui de gauche, qui a les mêmes dimensions et la même courbure, est établi dans une position inverse, afin de rejeter la terre à gauche au lieu de la verser à droite. Pour manœuvrer ces deux versoirs, on fait usage d'une tige de fer *d*, qui tourne dans des boîtes ou gorges *e* fixées sur l'age. Cette tige porte deux couples de bras *c* ployés d'équerre à leurs extrémités et à des longueurs convenables suivant la forme des versoirs, pour y fixer ceux-ci au moyen de boulons à écrous. Par cette disposition, lorsque l'un des versoirs est dans la position où il doit travailler, l'autre est relevé et ne peut plus toucher au sillon. Les bras étant placés sur la tige dans des positions distantes entre elles de 180°, on voit que cet effet est facile à réaliser; mais on y parvient encore plus complétement, et la charrue en est mieux équilibrée quand l'arc inférieur ou la distance des versoirs est de 200° ou 220°.

A chaque versoir, on a boulonné une lame *bb* formant aile pour le soc, qu'on peut enlever à volonté pour l'aiguiser, ou la redresser. Lorsque l'un des deux versoirs est ramené dans la position où il doit fonctionner, la portion de droite ou de gauche de la lame vient s'appliquer exactement sur l'arête immobile du soc, et forme ainsi avec lui un soc entier semblable à très-peu près à celui des charrues ordinaires.

Le changement de position des versoirs s'effectue en tournant la manivelle *f* de la tige *d* d'un côté du guide circulaire *h* à l'autre, où cette manivelle est respectivement fixée par un petit verrou *g* jusqu'à ce qu'il faille de nouveau changer de versoir. Lorsqu'on veut que l'araire se meuve sans que ni l'un ni l'autre des deux versoirs travaille, le verrou *g* est poussé dans une petite ouverture intermédiaire qui permet de les tenir l'un et l'autre en l'air à une hauteur égale au-dessus du sol. C'est dans cette position que l'instrument pourrait servir, ainsi que l'a proposé l'auteur, de charrue à sous-sol, en traçant alternativement un sillon dans cette dernière position et puis un autre avec un versoir.

L'opération pour faire passer le coutre d'un côté à l'autre s'exécute simultanément et par le même mécanisme que le retournement des versoirs. Elle a lieu ainsi qu'il suit : La tige *d* est prolongée en avant jusqu'à ce qu'elle pénètre dans la boîte *k* attachée à la tête du coutre. A l'extrémité de cette tige se trouve une détente qui, agissant dans une cavité correspondante dans l'intérieur de cette boîte *k*, rejette alternativement le coutre d'un côté ou d'un autre en le maintenant avec fermeté par la pression contre les parois de la mortaise; la pointe du coutre étant toujours rejetée sur le côté opposé à celui sur lequel le versoir en activité a été abaissé, ce coutre est amené ainsi dans le plan ou à peu près du sep, comme dans les charrues ordinaires.

Cette araire tourne-oreille ne diffère pas du reste, sous le rapport des dimensions et de la position des pièces autres que celles décrites des autres charrues; mais on conçoit que comme il règne encore parmi les laboureurs une grande diversité d'opinions, relativement à la forme la plus parfaite à donner aux diverses parties de la charrue et principalement au versoir, chaque pays, chaque district ayant une forme spéciale à laquelle il est attaché, et que le laboureur regarde comme un modèle de perfection, il était utile de faire remarquer que cette araire tourne-oreille ne se borne pas à une forme particulière des pièces; aussi l'inventeur fait-il observer que rien ne sera plus facile que d'y adapter les versoirs auxquels on donne la préférence, et que dans le cas où on trouverait ses dispositions insolites dans un pays, il suffirait de faire allonger le museau du sep de 10 à 12 centimètres, et d'y boulonner l'aile à demeure pour avoir une araire ordinaire d'une forme très-recommandable.

Industrie du fer en Écosse et dans la partie méridionale du pays de Galles.

An mois de mai dernier M. J. Johnson a lu à la société polytechnique de Liverpool, un mémoire sur l'état actuel de l'industrie du fer en Écosse et dans la partie méridionale du pays de Galles. On trouve, dans ce mémoire, parmi une foule de détails qui n'intéressent que le commerce et les divers points où s'exerce cette industrie, quelques renseignements qui méritent d'être recueillis.

L'introduction du procédé à l'air chaud de M. Neilson, dans la fabrication du fer, a été une ère nouvelle, principalement pour l'Écosse où ce procédé a été employé pour la première fois, et où il fait chaque jour de nouveaux progrès.

Il y a actuellement en Écosse 50 hauts-fourneaux en activité, 5 en chômage, 7 en construction, 26 en projets, total 88. En supposant tous ces fourneaux en ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tivité en 1842, l'Écosse seule produirait au delà de 360,000 tonneaux de fonte par an, à peu près ce que produisait le Royaume-Uni il y a 20 ans.

Monklands, district au sud et au sud-ouest de Glasgow et à 10 milles de cette ville, comptera bientôt à lui seul 65 fourneaux sur les 88 indiqués. Ces fourneaux, qui ont à leur disposition et en abondance un minerai et un combustible excellents, livrent chacun, terme moyen, 100 tonneaux de fonte par 7 jours de travail. Ceux des presbytériens du même district sont arrêtés 12 heures chaque dimanche; mais on peut compter que dans toute l'Écosse un fourneau donne en moyenne 80 tonneaux de fonte par semaine. On a des exemples de fourneaux, entre autres ceux de Cinderford au nombre de quatre, qui produisent jusqu'à 120 tonneaux.

A l'usine à fer de Cyfarthafa, dans le pays de Galles, qui appartient à MM. Crawshay et fils, on voit la plus forte pompe qui soit probablement au monde. Le diamètre du cylindre à l'intérieur est de 6 pieds (anglais) et la hauteur à laquelle s'élève le piston à chaque coup, 4 pieds. Cette pompe enleve toute l'eau de la rivière Taff; cette eau, après avoir fait tourner toutes les machines de l'usine, est rejetée dans le lit de la rivière où elle continue son cours. A la première apparence, on serait tenté de croire que c'est là un mode bien dispendieux de se procurer de la force, et cependant l'expérience a parfaitement démontré qu'il était plus économique que la construction de plusieurs petites machines, et qu'une transmission pénible de mouvement par des mécanismes compliqués.

Une branche de l'industrie du fer dans ces pays, sur laquelle il importe beaucoup d'avoir des renseignements exacts, est celle qui a rapport aux proportions de matières consommées et de fer produit. Sur ce point les documents fournis laissent peu de chose à désirer.

On y voit que 15 fourneaux, produisant chacun en moyenne 90 tonneaux par semaine, donnent 1,350 tonneaux de fonte, en consommant 25 tonneaux ou 2,500 kilogramme de houille par tonneau de fer, y compris la calcination ou 3,375 tonneaux pour les hauts-fourneaux et la calcination, et 500 kilogrammes de houille par tonneau de fer, pour les machines soufflantes, ou 675 tonneaux.

Sur ces 1,350 tonneaux de fonte, il faut en déduire 100 tonneaux pour les renards, laitiers de halage, refontes, etc.; reste donc 1,250 tonneaux, qui donnent en *fine-metal* 1,110 tonneaux, avec 450 kilogrammes de charbon par tonneau ou environ 500 tonneaux de charbon par semaine pour les fineries. Ces 1,110 tonneaux de *fine-métal*, fourniront au puddlage, à raison de 1,050 kilogrammes de métal, et de 900 kilogrammes de charbon par tonneau, 1,045 tonneaux de fer puddlé avec 940 tonneaux de charbon. Enfin ce fer puddlé, passé aux cylindres forgeurs, produit à raison de 1,125 kilogrammes de fer puddlé et de 1,000 kilogrammes de charbon par tonneau, 915 tonneaux de fer marchand n° 2, avec 915 tonneaux de charbon consommé.

Depuis trois ans M. G. Crane, propriétaire de l'usine de Yniscedwyn, près Swansea, a découvert qu'en faisant usage de l'air chaud, il pouvait se servir d'anthracite pour fondre son minerai. Les avantages de cette découverte ont été si bien apprécies dans le pays, que déjà de vastes usines sont établies dans le district anthraciteux, qui est fort étendu, et qui, quoique riche en métaux, n'a point encore été exploité.

Le nombre des fourneaux de la partie méridionale du pays de Galles est actuellement: en activité 122; chômage 7; en construction 31, en projets 91; et admettant que sur les 12 fourneaux à anthracite qu'on projette il y en aura seulement, 5 d'établis d'ici à peu de temps, on voit que le nombre des fourneaux du pays s'élèvera alors à 244, qui, produisant 80 tonneaux par semaine, livreront la quantité énorme de 1,015,000 tonneaux, ou en nombres ronds, un million de tonneaux de fonte; production égale pour ce seul district à la quantité produite en 1858 dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne.

Foyer fumivore pour les machines à vapeur.

Par MM. Chanter et Comp^e.

Les conditions imposées sur les chemins de fer, savoir, que les machines locomotives travailleront sans répandre de fumée, ont contraint jusqu'ici les ingénieurs à ne faire usage comme combustible que du coke seulement pour les machines, aucun moyen *réellement* efficace n'ayant encore été trouvé pour consumer la fumée que la houille répand en brûlant. Le haut prix du coke en Angleterre, où l'on n'a pas trouvé le moyen d'utiliser la chaleur qui se dégage dans les fourneaux employés à la conversion de la houille en coke, a donné naissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à un nombre infini de combinaisons pour essayer si on ne pourrait pas faire usage, dans les locomotives, de la houille en nature en consumant entièrement toutes les matières fuligineuses qui se dégagent dans cette combustion, et ne laissant échapper par la cheminée qu'un courant d'air chaud et de vapeur aqueuse.

MM. Chanter et comp^e, ingénieurs anglais, paraissent être déjà parvenus depuis quelques années à brûler presque complétement la fumée dans les machines stationnaires, et un certain nombre de leurs fourneaux sont en activité dans diverses parties de l'Angleterre, où ils paraissent fonctionner à la satisfaction des propriétaires d'usines; mais leur méthode, qui a eu quelque succès pour ces machines stationnaires était considérée par les ingénieurs et les inventeurs eux-mêmes, dans son état primitif, comme complétement inapplicable dans les circonstances particulières où se trouvent placés les fourneaux des machines locomotives.

Les caractères principaux des modifications apportées par MM. Chanter dans la disposition des foyers des machines à vapeur, reposent sur les deux principes suivants :

1° Placer les barreaux de la grille sous un angle incliné, à partir de la porte du foyer.

2° Donner de même de l'inclinaison au fond de la chaudière superposée, de façon que ce fond soit à peu près parallèle au plan que forment les barreaux de la grille.

Supposons, en effet, que le fourneau soit en pleine activité, il y aura sur les barreaux de la grille une couche de combustible arrivé à des états très-divers de combustion. Dans la partie la plus basse du plan de cette grille, ou au fond du foyer, il n'y aura que du coke en pleine incandescence, tandis qu'au sommet du plan, il existera de la houille brute telle qu'on vient de la jeter sur le foyer, et dégageant un volume considérable d'une épaisse fumée, qui, se trouvant infléchie dans son ascension par le fond incliné de la chaudière, appelé par cette raison *déflecteur*, est contrainte de passer sur le coke brûlant, où elle se trouve consumée.

A mesure que le coke se convertit en escarbilles et en cendres, il tombe dans l'intervalle qui sépare les barreaux : alors la masse du combustible, qui n'est pas encore brûlé, et qui était au dessus de lui, glisse sur le plan incliné que forme la grille et vient prendre sa place, et le chauffeur remplace à mesure par de la houille brute, le combustible qui descend.

M. Witty paraît être l'inventeur de cette ingénieuse disposition, qui a été perfectionnée par W. Chanter et mise en pratique par lui avec un plein succès dans les machines stationnaires (1).

Ce succès a déterminé M. Chanter à faire l'application de ses grilles inclinées et de son déflecteur aux foyers des machines locomotives des chemins de fer. La première application de ce genre a eu lieu, en 1858, sur la locomotive appelée le *Prince-George*, mais en faisant fonctionner la machine, on trouva que les trépidations, et surtout la vitesse énorme du tirage dans le fourneau, s'opposaient à ce que le combustible demeurât sur les barreaux dans la position qui lui avait été assignée. Le déflecteur, qui n'atteignait que la troisième rangée des tubes, sur neuf que portait la chaudière, ne descendait pas non plus suffisamment, de façon que la fumée passait dans ces tubes sans éprouver beaucoup d'obstacle et sans avoir atteint la haute température qui devait la consumer.

Dans une seconde locomotive, le *Duc de Sussex*, on donna une inclinaison moindre aux barreaux, afin que le combustible y demeurât plus longtemps, et on y fixa une pièce additionnelle à la partie la plus basse du fond incliné de la chaudière, de manière à amener la base du déflecteur au niveau de la 6^e rangée des tubes de cette chaudière, ou aux 2/3 de sa profondeur. Cette modification fut un perfectionnement remarquable; une grande portion de la fumée fut consumée, et le chauffeur eut moins de peine pour charger et attiser le foyer par suite de l'inclinaison moindre de la grille. Cependant cette invention laissait encore à désirer avant qu'on pût l'appliquer définitivement aux locomotives, et c'est alors que M. Chanter eut l'idée de faire descendre le déflecteur jusque sur le coke incandescent au fond du foyer. Ce moyen eut assez de succès, mais le tirage dans le fourneau de la locomotive en mouvement était si considérable, qu'au bout de quelque temps d'activité sur un chemin de fer, il se formait sous le déflecteur un vide qu'il était impossible de combler, afin de maintenir constamment celui-ci dans du coke en pleine combustion. Cette difficulté a été surmontée comme les autres, et voici la dis-

(1) Il y a déjà bien longtemps que M. le baron Séguier a proposé, pour les générateurs, un système de grilles inclinées et de chaudières à fond non horizontal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position adoptée définitivement par M. Chanter :

La fig. 33, planche II, présente une coupe verticale et longitudinale de leur fourneau.

A le foyer.

BBB Barreaux de la grille placés sous trois inclinaisons différentes que la pratique a démontré être les plus favorables pour la marche du fourneau dans cette disposition.

C Le déflecteur, formant une sorte de poche dans la chaudière, et plongeant jusque dans le combustible incandescent.

D Porte qui sert à alimenter le fourneau avec de la houille.

E Autre porte qui sert à verser du coke sur le fourneau, par le tube de cuivre F, placé à l'intérieur du déflecteur.

G Houille en combustion.

H Coke incandescent.

La marche de ce fourneau est très-aisée à concevoir. On l'alimente par la porte D avec de la houille, qui se transforme peu à peu en coke et se consume. Pour maintenir constamment la partie la plus base du déflecteur dans un combustible qui brûle sans fumée, on verse du coke sur cette partie postérieure du foyer, par le tube E, qui est en cuivre et très-épais.

L'expérience a démontré qu'en faisant fonctionner la locomotive en question, on pouvait employer avec avantage 3/4 de houille contre 1/4 de coke, résultat avantageux, puisque, indépendamment du prix du coke en Angleterre, on a reconnu dans la pratique qu'un tonneau de houille produit plus de vapeur qu'un tonneau de coke, et qu'on sait que celui-ci est en général plus volumineux à poids égal que la première.

Au reste, les avantages du nouveau système paraissent assez bien démontrés par les expériences qui ont eu lieu à Liverpool, sous la direction de divers ingénieurs. Ces expériences ont été conduites par M. W. Peoples, ingénieur et examinateur des machines à vapeur des grands ateliers de construction de MM. Mather, Dixon et compe. Elles ont été faites en mars 1839, sur la locomotive le *Duc de Sussex*, sur le chemin de fer dit le *Grand jonction Railroad*, et ont consisté en quatre épreuves.

La machine a des cylindres de 33 centimètres de diamètre, et de 43 centimètres 72 de course de piston. On a produit la vapeur, avec de l'eau froide, en deux heures en employant principalement de la houille.

Dans la première et la seconde épreuve, on a usé 3/4 de houille et 1/4 coke, et la fumée a brûlé très-bien. La machine n'a présenté que de légères différences sur l'alimentation au coke, seulement et uniquement par intermittence.

Dans la troisième épreuve on a réduit le coke à 1/6e et 1/8e ; il y a eu un peu de fumée quand le foyer postérieur n'était pas rempli de combustible incandescent ou de coke, et un peu plus de travail de la part du chauffeur pour le tenir toujours plein.

La quatrième épreuve a été destinée à essayer la force de la machine, qui a marché avec une vitesse de 45 à 50 milles (72 à 80 kilom.) à l'heure. En route, on l'a alimentée avec de la houille seule, et la puissance de la locomotive devint si grande qu'on fut obligé d'ouvrir, pour la modérer, les portes du foyer ; on a évalué alors sa vitesse à 60 milles (96 kilom.) au moins à l'heure.

Pendant les épreuves, et après qu'on eut mis un peu plus de distance entre les barreaux de la grille inférieure, on n'a plus aperçu aucune trace d'un dégagement de fumée. M. H. Howitz, ingénieur du chemin de fer, qui assistait aux expériences, fait observer aussi qu'on n'a pas remarqué la moindre trace de cendres incandescentes et sous forme d'étincelles s'échappant par la cheminée, cendres qu'on voit dans toutes les cheminées des locomotives ordinaires, et qui incommodent les voyageurs, détériorent les bagages et peuvent mettre le feu aux récoltes, aux meules et aux granges, placées sur le parcours des machines.

On pense aussi, d'après plusieurs faits de pratique, que la substitution de la houille au coke empêchera la détérioration rapide des tubes en cuivre ou en laiton, des chaudières des locomotives. On sait, en effet, que les particules déliées de coke qui s'échappent sous l'influence d'un tirage puissant, agissent à l'intérieur de ces tubes comme les dents d'une lime, et les détruisent promptement, et on espère que cet effet n'aura plus lieu avec la houille.

MM. Chanter paraissent aussi avoir appliqué, avec de légères modifications, leur méthode pour brûler la fumée aux foyers des machines des bâtiments à vapeur, surtout ceux qui naviguent sur les rivières; mais nous n'avons pas encore de détails sur cette application qui, en cas de succès, nous délivrerait d'un des plus grands inconvénients de ce mode de transport, tout en économisant le combustible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machine à vapeur concentrique.

Par MM. Bunnett et Corpe, constructeurs à Broadway, Deptford.

Cette machine, qui présente des dispositions remarquables, attire depuis quelque temps l'attention des mécaniciens et des constructeurs en Angleterre, et quoiqu'elle n'ait pas encore été soumise à des épreuves décisives et comparatives propres à faire juger de son mérite, nous allons rapporter dans quels termes un ingénieur distingué, M. W. Baddeley, a cru devoir la faire connaître au monde industriel ; mais sans garantir toutes les assertions qui sont contenues dans son rapport.

« Un préjugé enraciné, et qui me paraît sans fondement, dit M. Baddeley, c'est qu'on perd invariablement une quantité considérable de force par la conversion du mouvement alternatif rectiligne de la tige du piston dans les machines à vapeur, en un mouvement circulaire continu au moyen d'une manivelle. Par suite de ce préjugé général, un grand nombre d'hommes ingénieux ont tourné toute leur attention vers les moyens d'arriver à cette conversion de la manière la moins irréprochable possible.

» L'adoption d'un mouvement circulaire emprunté directement à la puissance motrice de la vapeur, paraissait présenter un mode facile pour résoudre le problème, et on a eu recours en conséquence à un nombre infini de combinaisons. Néanmoins, des difficultés insurmontables dans la pratique, ont jusqu'ici fait échouer toutes les tentatives qui ont été faites pour construire une *machine à vapeur rotative* qui présentât une supériorité assez décidée sur ses rivales à mouvement alternatif pour les supplanter dans les divers travaux qu'elles exécutent aujourd'hui, et auxquels on applique avec succès et économie la force de la vapeur.

» Un grand nombre de machines à vapeur rotatives dont la construction était plus ou moins ingénieuse sont, il est vrai, en activité dans plusieurs parties de l'Angleterre, mais je n'en connais pas une seule qui possède une supériorité tellement incontestable, qu'il soit démontré qu'il y aurait un avantage particulier à adopter ce mode de construction.

» Il est même constant que depuis peu les machines à vapeur rotatives paraissent être tombées dans un grand discrédit, peut-être parce que quelques géomètres ont cherché à démontrer avec habileté le peu de fondement qu'il y avait à attribuer une utilité intrinsèque et réelle au mouvement continu. Quoi qu'il en soit, il est constant que dans le moment actuel, ces machines sont bien loin d'être en faveur, et je ne chercherai pas à discuter les raisons que les savants ont données pour les discréditer, ou les réponses qu'on a cherché à faire à leurs arguments ; mais je demanderai la permission de faire connaître une machine à vapeur de construction nouvelle et très-ingénieuse, qui, par le travail extraordinaire qu'elle exécute, me paraît de nature à offrir aux savants un problème qu'il serait de la plus haute importance pour le monde industriel de voir résoudre.

» Je veux parler de la *machine à vapeur concentrique* récemment brevetée de MM. Bunnett et Corpe, auxquels on doit déjà plusieurs inventions remarquables.

» Sans présenter aucun des défauts ou être sujette aux mêmes objections que les machines rotatives, la machine concentrique semble d'un côté réaliser tous les avantages qui ont été considérés jusqu'ici comme propres à cette forme, tandis que de l'autre elle réunit certains avantages qu'on rencontrerait difficilement dans toute autre machine à vapeur. Au moyen des figures ci-contre, j'espère rendre la construction de la machine de MM. Bunnett et Corpe parfaitement intelligible pour les lecteurs.

Planche II. » La fig. 36 est une vue en élévation d'une machine à haute pression.

Fig. 37. Une coupe verticale et longitudinale passant par le centre.

Fig. 38. Une coupe verticale et transverse par le même point.

» Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets.

» La machine consiste en premier lieu en un cylindre de fonte au centre duquel est placé un axe fixe A. La portion inférieure de ce cylindre ou le demi-cylindre inférieur qui est clos sur ses deux bases, constitue la chambre à vapeur B. Dans cette chambre est ajusté un piston quadrangulaire C construit d'après le principe des garnitures métalliques à ressort originairement inventées par Barton. D est la tige de ce piston ; c'est une barre carrée d'acier courbée en forme de cercle, qui passe à travers ce piston et y est solidement fixée. Cette tige du piston traverse deux boîtes à étoupes munies comme lui de garnitures métalliques. Dans un point diamétralement opposé à ce piston, la tige est fer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mement embrassée et soutenue par deux bras I I qui, de part et d'autre, s'appuient sur l'axe fixe A, de telle manière qu'ils peuvent osciller autour de lui en entraînant avec eux le piston dans leur mouvement alternatif. EE sont des portions de la boîte qui servent à attacher la plaque qui clôt le demi-cylindre ou la chambre à vapeur, et qui portent les boîtes à étoupes. De part et d'autre de cette chambre il y a des tiroirs distincts FF qu'on voit dans la fig. 37 au tiers de leur course, et qui empruntent leur mouvement à un excentrique L monté sur l'arbre M de la manivelle. Ces tiroirs ont chacun leur enveloppe et leur boîte à étoupe, afin qu'il n'y ait pas de déperdition de vapeur. Les ouvertures de sortie se trouvent ainsi largement ouvertes dès le commencement de la pulsation et dans l'étendue nécessaire à toutes les périodes subséquentes. Par ce système bien combiné et judicieux de tiroirs, la vapeur peut être employée à plein cylindre, et avec détente à tel degré qu'on désire, sans employer de robinet, de cames ou d'engrenage d'aucune espèce. Ce sont les tiroirs qui ferment l'accès de la vapeur en un point quelconque de la course du piston. G est le tuyau de sortie pour la vapeur qui a fonctionné; HH, les tubes qui amènent la vapeur aux deux tiroirs; KK, les conduits par lesquels la vapeur entre dans le cylindre et en sort. A l'un des bras I, on a brasé un boulon sur lequel est articulée la bielle de la manivelle qui met en mouvement l'arbre M du volant.

» Le mécanisme de cette machine est facile à comprendre à l'inspection seule des figures. Voici cependant en quelques mots la manière dont elle fonctionne :

» La soupape d'admission de la vapeur étant ouverte et celle de sortie fermée sur l'un des côtés de la machine, tandis que la soupape de sortie est ouverte sur l'autre, la vapeur pousse devant elle le piston vers le côté opposé de la chambre à vapeur. A cet instant, les tiroirs marchant en séns inverse, les soupapes échangent leur position; la vapeur est admise sur la face opposée du piston, qui prend une marche inverse et revient à sa position primitive. Ainsi, dans ce mouvement de va-et-vient, le piston parcourt deux fois l'arc de cercle que forme la chambre, en entraînant avec lui la tige circulaire D, laquelle, au moyen de la bielle horizontale, transmet, par la manivelle, le mouvement au volant.

» Il est bon de remarquer que la bielle a une action directe sur le volant, sans l'intervention de guides du mouvement parallèle d'aucune espèce, et qu'au moment où il est nécessaire d'exercer le plus grand effort sur la manivelle, elle ne fait pas, avec la ligne de terre, un angle de plus de 5 à 10 degrés.

» Les deux bras II, qui embrassent le piston en élargissant leur base sur l'axe central fixe de rotation A, donnent de la stabilité à ce piston et égalisent ses efforts.

» L'extrémité de la bielle, dans son mouvement alternatif, décrit un arc de cercle qui a une analogie si grande et un rapport si approché avec celui de la rotation de la manivelle, que les transmissions de mouvement s'opèrent avec une facilité et une rapidité surprenante, et produisent une douceur et une uniformité dans la vitesse et l'action, qu'on aurait de la peine à obtenir avec toute autre machine.

» J'ai vu cette machine marchant sans charge et donnant 250 à 260 coups par minute, sans qu'on aperçût la moindre vibration en posant la main sur le mécanisme.

» Le piston, qui est suspendu et entièrement porté par les bras II, est, de cette manière, peu disposé à s'écarter de la marche régulière, puisqu'il n'y a, en réalité, d'autre pression que celle des ressorts, qui est nécessaire pour maintenir en place les segments de la garniture.

» MM. Bunnett et Corpe ont fait une série d'expériences pour s'assurer avec une très-grande exactitude de la somme des avantages mécaniques que pouvait procurer cette disposition du piston, de la bielle et de la manivelle, comparativement avec les machines d'espèce ordinaire. Dans ce but, ils ont pris une verge de fer semblable à la tige du piston d'une machine à vapeur horizontale (comme celle d'une locomotive), sur laquelle ils ont articulé une bielle qui embrassait une manivelle. La manivelle étant placée sous une inclinaison de 5 degrés avec la ligne horizontale, on y a suspendu un poids de 7 kilogrammes. Une corde fut alors attachée à l'autre extrémité de la tige du piston, et à cette corde, qui passait sur une poulie, on a suspendu des poids jusqu'à ce qu'ils fussent suffisants pour relever la manivelle; on a trouvé qu'il fallait dans ce cas 89,5 kilog.

» La manivelle fut alors placée sous une inclinaison de 10 degrés, et le poids nécessaire pour la relever fut de 48 kilog., et ainsi de suite pour les autres inclinaisons.

» La même manivelle, ainsi que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même bielle, furent alors mises en communication avec une tige circulaire de piston disposée comme dans la machine de MM. Bunnett et Corpe, et les expériences conduites comme dans le cas précédent. Les résultats, ainsi que ceux avec la tige droite horizontale ci-dessus, sont consignés dans le tableau qu'on trouvera plus bas, ainsi que le cas où les manivelles n'étaient plus chargées de poids. La coïncidence des résultats dans ces deux cas présente une garantie de l'exactitude des expériences, et on y voit démontré que, terme moyen, la force de la machine concentrique, sous le rapport seulement du principe mécanique et de la disposition des pièces, est déjà d'un tiers plus grande que dans une machine à mouvement alternatif ordinaire.

Force nécessaire pour mettre en mouvement une manivelle de 22.86 *centimètres de bras de levier, et amener celui-ci à une situation verticale en partant d'un angle de cinq degrés avec la ligne horizontale passant par son centre ou point mort.*

DEGRÉS.	AVEC UN POIDS DE 7 KILOGRAM. Suspendu au bras de la manivelle.			SANS CHARGE.		
	Ancien principe.	Nouveau principe.	Différence.	Ancien principe.	Nouveau principe.	Différence.
	kil.	kil.	kil.	kil..	kil.	kil.
5	89.5	49. »	40.500	25. »	13.750	11.25
10	48. »	27. »	21. »	14.500	8.750	5.75
15	33. »	19.750	13. 50	9.250	6.750	2.50
20	26.750	17. »	9.750	7.250	5.375	1.875
25	20.375	14.500	5.875	6. »	4.875	1.125
30	16.500	13.250	3.250	5.250	4.250	1. »
35	14.750	11.500	3.250	4.625	3.875	0.750
40	12.375	10.500	1.875	4.125	3.500	0.675
45	10.50	9.125	1.375	3.500	3.250	0.250
50	9.250	8. »	1.250	3.250	2.750	0.500
55	8. »	7. »	1. »	2.875	2.375	0.500
60	7. »	6. »	1. »	2.375	2.125	0.250
65	5.750	5. »	0.750	2.125	1.750	0.375
70	4.750	4.250	0.500	2.067	1.375	0.692
75	4. »	3.625	0.375	1.750	1.375	».375
80	3.125	2.875	0.250	1.625	0.875	».750
85	2.375	2. »	0.375	1.562	».500	1.062
	316. »	210.375	155.625	101.125	67.250	33.875

» MM. Bunnett et Corpe ont établi des machines d'épreuve d'après leur système, dans leur usine, avec un piston de 155 centimètres carrés de surface et fonctionnant sous une pression de 1kil. 40 par centimètre carré. Ces machines font mouvoir des tours nombreux, des machines à percer, etc., qui travaillent dans leurs ateliers.

» Ces constructeurs se proposent aussi d'appliquer prochainement ces machines aux locomotives, aussi bien qu'aux bâtiments à vapeur. Et en effet, leur forme compacte les rend très-propres à ces applications et la bielle pouvant être attachée à un arbre dans une situation quelconque, il n'y a pas besoin d'appareil à mouvement parallèle. Le principe de la communication de la force motrice de la vapeur, étant le même que pour une balance, il s'ensuit que celle qui est appliquée au piston est transmise entière à l'autre bras de ce piston, déduction faite du léger frottement des garnitures métalliques.

» La machine concentrique présente aussi l'avantage de pouvoir accroître la puissance en ajoutant à la largeur du cylindre sans augmenter le diamètre, ou bien de la modifier en attachant la bielle à un point quelconque entre le sommet de la tige du piston et le centre de la machine.

» Les ingénieurs jusqu'ici ont toujours soutenu qu'il était impossible de se servir de pistons carrés; mais MM. Bunnett et Corpe semblent avoir démontré qu'il n'y a aucune difficulté réelle dans l'emploi effectif de cette forme quand on l'applique avec discernement.

» Ces constructeurs ont aussi obvié de la manière la plus ingénieuse à la principale objection qu'on avait faite contre les machines à vibrations ou rotatives en général, savoir, le frottement inégal du piston radial, résultant de l'inégale vitesse de ses parties. Dans la machine concentrique, les deux courbes de la chambre à vapeur, et conséquemment les vitesses des segments supérieur et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur du piston différent si peu l'une de l'autre, qu'il y a à peine une différence perceptible dans le frottement. »

Soupape à vapeur belge.

Le gouvernement belge a publié récemment une loi sur la police des machines à vapeurs. Parmi plusieurs mesures importantes prescrites par cette loi, et appuyées de tables et des documents nécessaires, on trouve la description de la soupape de sûreté, qui doit être adaptée, dans tout le royaume, aux chaudières de toutes les machines. Chacune de ces chaudières doit porter deux soupapes de cette espèce, dont l'une doit être constamment sous clef et inaccessible à tout le monde excepté au chef de l'établissement auquel la machine appartient ou au capitaine du bâtiment. Les poids que doivent porter ces soupapes sont placés par un ingénieur chargé de ce soin, et vérifiés par lui toutes les fois qu'il le juge nécessaire. Dans aucun cas et sous aucun prétexte, ce poids ne peut être augmenté sans son intervention.

Voici la description de la soupape prescrite par le gouvernement belge. Elle est représentée en coupe verticale dans la figure 39, pl. II.

A est la soupape; c'est un disque en cuivre, portant une queue triangulaire dont on aperçoit mieux la forme dans la figure 40, qui en est une section par la ligne *o o*. Les ailes de cette queue triangulaire entrent à frottement juste dans un cylindre à bride C, monté sur la partie supérieure de la chaudière. Cette soupape en forme de disque à chanfrein ne repose que sur une arête vive circulaire sur son gîte ou appui; sur sa tête est articulée une tige B, à laquelle est attachée une chaîne D; l'autre bout de cette chaîne est accroché au levier E, du premier genre, ayant son centre de rotation en F. G est la colonne ou pied qui porte ce levier; K, les poids plus ou moins nombreux qui chargent la soupape au maximum de pression, c'est-à-dire celle qu'on ne veut pas dépasser dans le travail; L, le tuyau de décharge de la vapeur avec ses ouvertures d'évacuation, L′ L′; I, une corde ou chaîne attachée à l'autre bras du levier E, et qui sert au chauffeur, placé devant le foyer, à ouvrir la soupape quand il le juge nécessaire; M, un petit tube de retour d'eau, pour la vapeur condensée dans le tuyau de décharge; H, un cadenas passant par un trou du boulon qui sert à clore le couvercle de la boîte en fonte qui enveloppe la soupape et à empêcher qu'on ne l'ouvre.

L'ordonnance prescrit en outre que chaque machine sera pourvue d'un manomètre, dont le modèle est indiqué, mais qui ne présente pas de dispositions assez nouvelles pour qu'il soit nécessaire d'en donner une figure.

Rapport économique entre la force et le tonnage des navires à vapeur.

Par M. J. S. Russell.

Un des sujets qui doit occuper le plus l'attention des propriétaires et constructeurs de navires à vapeur du commerce, c'est de rechercher quelle doit être la somme totale de force qu'on doit donner à un navire de ce genre pour qu'il réunisse au plus haut degré l'économie la rapidité et la régularité.

Posée ainsi, la question est accompagnée de nombreuses difficultés, car si d'un côté on désire donner une capacité considérable ou un grand chargement, ce qui est généralement le cas, il faut réduire la puissance de la machine pour lui faire occuper la moindre place possible et consommer une plus faible proportion de combustible; et si, dans ce cas, on a moins de vitesse qu'avec une plus grande force de machine, il n'est pas douteux non plus qu'on ne consomme aussi moins de combustible avec une petite machine qu'avec une grande, en même temps qu'on pense effectuer une économie sensible.

Cette maxime, d'une faible proportion de la puissance relativement au tonnage, est celle qui a servi pendant longtemps de principe à beaucoup de compagnies.

Mais d'un autre côté, quand la vitesse est absolument requise, on est obligé de faire usage d'une bien plus grande puissance, et une plus grande puissance consomme une bien plus grande quantité de combustible qu'une petite dans un temps donné. Ce fait est non-seulement exact, mais, en outre, on sait très-bien que cette consommation additionnelle suit une marche plus rapide que celle de vitesse qu'on peut gagner, au point qu'une consommation quadruple en combustible ne procure guère qu'une vitesse double. Il semble donc que l'emploi des grandes puissances avec une grande consommation de combustible ne produit, en définitive, qu'un trop faible accroissement dans la vitesse pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on pût songer à cet avantage, et ces considérations théoriques paraîtraient démontrer qu'il y a économie à n'employer qu'une faible puissance relativement au tonnage.

Ces avantages des faibles puissances et des vitesses peu considérables qui paraissent aussi démontrées sous le point de vue économique, ne sont cependant qu'apparents et ne se sont pas réalisés dans la pratique; au contraire, on a cru remarquer dans tous les bâtiments où l'on avait augmenté graduellement la puissance et ainsi accru la vitesse, que la consommation du combustible, au total, avait diminué.

Pour s'assurer de ce fait, M. Russell a examiné les livres de bord de bâtiments appartenant à diverses compagnies,et, d'après les états de consommation du combustible, il a trouvé, en effet, qu'elles avaient fait économie en employant une grande puissance et de grandes vitesses au lieu de faibles et petites avec lesquelles elles marchaient auparavant. Ce fait l'a conduit à un résultat remarquable qu'il regarde comme entièrement neuf, et d'une haute importance au moment actuel où tant d'intérêts majeurs se trouvent engagés dans l'extension successive de la navigation maritime à la vapeur.

Le principe général auquel M. Russell est parvenu est celui-ci :

« Dans un voyage par bâtiment à vapeur dans une mer ouverte et exposée d'ailleurs à des vents contraires, il y a une certaine vitesse et une puissance *maxima*, qui peuvent être obtenues avec une plus petite consommation de combustible, et avec une moindre capacité ou emplacement, qu'avec une vitesse et une puissance moindres. »

Ce principe, l'auteur a cherché à le démontrer au moyen du cas suivant, où il suppose un même bâtiment mis en mouvement par des machines de forces différentes, et le résultat relatif ou la dépense du combustible déterminée au préalable arithmétiquement; alors, au moyen d'une formule générale, il trouve aisément tous les cas particuliers; ainsi il obtient :

Temps favorable. — Tonnage : 1,200 tonneaux; force 400 chevaux, 9 milles à l'heure ou 216 milles par jour; 1 tonneau de houille par heure; — 2,160 milles en 10 jours, 240 tonneaux de houille.

Tonnage : 1,200 tonneaux; force 500 chevaux, 10 milles à l'heure; 240 milles par jour; 1 1/4 tonneau de houille par heure; — 2,160 milles en 9 jours, 270 tonneaux de houille.

Temps défavorable. — 1,200 tonneaux; force 400 chevaux, 5 milles à l'heure, 120 milles par jour; 1 tonneau de houille par heure; — 2,160 milles en 18 jours, 456 tonneaux de houille.

1,200 tonneaux; force 500 chevaux; 6 3/4 milles à l'heure, 162 milles par jour; 1 1/4 tonneau de houille par heure; — 2,160 milles en 13 1/3 jours, 393 tonneaux de houille.

Une autre circonstance, où l'on pourrait aussi tirer avantage de l'application d'une grande puissance, c'est celle où les compagnies, possèdent des navires, qui accomplissent ordinairement leur voyage en 15 jours, mais où ils sont contraints parfois, et par suite des vents contraires, et des tempêtes, d'employer 20 jours, cas, dans lesquels, il faut régler le départ des navires, de maniere à tenir compte de ces circonstances. Il est nécessaire alors d'avoir 4 à 5 de ces navires, pour maintenir une communication régulière, tandis que 5 ou 4 navires devraient suffire, si, par un accroissement de puissance, la durée moyenne du voyage était réduite à 10 jours, et celle par temps contraires, à 14 jours. On épargnerait donc ainsi un fort capital, et on opérerait, de plus, un plus grand nombre de voyages.

Au reste, le principe indiqué ne s'applique qu'aux navires qui doivent faire de longues traversées; car, s'ils n'étaient pas exposés aux chances des vents et à des tempêtes, un accroissement de puissance ne serait qu'un pur surcroît de dépense.

Jauge aréométrique et appareil d'évacuation pour prévenir les incrustations dans les chaudières.

Par M. Seaward.

La méthode actuelle pour mettre hors, c'est-à-dire pour évacuer la saumure ou l'eau chargée de sel qui remplit au bout de très-peu de temps les chaudières des machines des bâtiments à vapeur, est aussi incertaine qu'infructueuse. Elle consiste tout simplement à ouvrir le robinet d'un tuyau qui a sa prise d'eau sur le fond même de la chaudière ou sur une de ses parois, mais près de ce fond, et qui de cette chaudière conduit au dehors du bâtiment.

Lorsqu'un bâtiment à vapeur a voyagé pendant quelque temps sur la mer, il est d'usage de mettre hors, parce qu'on présume que l'eau s'est considé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rablement concentrée, qu'elle renferme beaucoup de sel, et qu'il s'est déjà produit un épais dépôt. Mais le mécanicien ou le chauffeur n'a en réalité aucun moyen pour juger de cet état de choses, il agit uniquement sur des présomptions et ne peut en conséquence manquer de faire évacuer trop ou trop peu de l'eau de la chaudière. Dans un moment il évacuera 5 centimètres, dans un autre 10 et même 15 sur la hauteur du liquide (quantité qui dépend d'ailleurs de la forme de la chaudière et de l'étendue de la surface de ce liquide) ; lorsque peut-être dans chacun de ces cas il eût suffi d'en faire évacuer seulement la moitié.

Cette opération tout arbitraire, il la répète toutes les deux, trois ou quatre heures, suivant son caprice, et s'il parvient par hasard à éviter, pendant tout son voyage, les incrustations dans sa chaudière, c'est-à-dire la détérioration de celle-ci par le dépôt des sels, il considère qu'il a conduit parfaitement bien cette opération, tandis qu'il a peut-être mis hors cinq ou six fois plus souvent que cela n'aurait été nécessaire pour obtenir le même effet. La conséquence de ces évacuations fréquentes est une consommation extraordinaire de combustible, puisque toute l'eau ainsi évacuée est de l'eau salée bouillante sous la pression des soupapes de sûreté, c'est-à-dire à 108 ou 109 degrés centig.

D'un autre côté, s'il suit une marche contraire, et si par sa négligence il n'évacue pas suffisamment d'eau, les sels se déposent très-promptement ; toute la partie inférieure de la chaudière se recouvre d'incrustations qui ne tardent pas à la détériorer, puisqu'on sait que ces sels ainsi déposés, s'opposant à ce que l'eau enlève continuellement aux parois de la chaudière la chaleur que leur communique le foyer, celles-ci s'échauffent, rougissent, se gercent et cèdent sous la pression de la vapeur.

Enfin si le chauffeur laisse par malheur le robinet d'évacuation ouvert quelques minutes de plus que cela n'est prescrit ou nécessaire, chose qui arrive très-communément, alors l'eau dans la chaudière descend au-dessous des carneaux, et laisse les parois à découvert; celles-ci rougissent et la chaudière éprouve dans ce cas des avaries telles qu'il faut absolument la remplacer.

Pour apporter un remède à ces inconvénients qui ont été incontestablement une source de pertes considérables pour l'État et les compagnies, M. Seaward a proposé deux appareils qui paraissent d'un emploi assez certain pour qu'il soit à désirer qu'on en fasse l'expérience sur un plan un peu étendu, et qu'en cas de succès on les adopte généralement.

Le premier de ces appareils est une jauge aréométrique représentée dans les fig. 41 et 42, et qui indique à l'œil le degré de densité de l'eau dans la chaudière, de la même manière que le manomètre à mercure fait connaître le degré de pression.

Un tube épais en verre *aa* de 20 millimètres de diamètre à l'intérieur, et de 38 centimètres de longueur, est solidement fixé à chaque bout dans des montures en laiton *bb* qui portent quatre robinets, un pour chaque extrémité *cc'*, fig. 41, et deux sur les côtés *dd'*, fig. 42. C'est par le boisseau des deux derniers, ou robinets latéraux, que l'instrument est attaché sur le devant de la chaudière A, à une hauteur telle qu'on puisse apercevoir le niveau de l'eau de celle-ci dans le tube de verre. On ouvre ces robinets latéraux, et l'eau monte du fond de la chaudière dans le tube au même niveau que dans la chaudière. Ces robinets *dd'* étant fermés, on ouvre celui des deux autres, qui est supérieur ou *c*, et on fait tomber dans le tube deux boules ou ampoules *e, e'* en métal. Le poids de la première de ces boules *e* est gradué pour un degré au-dessus de la densité qu'on veut conserver à l'eau dans la chaudière ; et celui de la seconde ou *e'*, un degré au-dessous. Alors on ferme le robinet supérieur, et on ouvre une seconde fois les robinets qui mettent le tube en communication avec l'intérieur de la chaudière.

Maintenant, comme l'eau de mer que celle-ci renferme croît en densité, proportionnellement à la quantité de matières salines qu'elle contient, il s'ensuit que lorsque cette eau dans la chaudière est au degré de saturation qu'on désire maintenir, la boule la plus légère *e* flotte au niveau de l'eau, tandis que la plus pesante *e'* reste au fond, et que tout changement quelconque dans la densité est accusé par la position respective de ces boules.

Par exemple, lorsque l'eau devient sursaturée, la boule inférieure *e'* s'élève, et quand elle devient moins dense, la boule supérieure *e* descend et tombe au fond, de façon qu'un léger changement devient ainsi apparent.

Toutes les fois que les boules changent de position relative, c'est une indication que l'opération périodique de la mise hors de la chaudière doit commencer ; mais tant qu'elles n'éprouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun mouvement, on peut être certain qu'il n'y a nul dommage à craindre pour la chaudière.

Les boules sont graduées d'après la table suivante, dans laquelle on suppose que l'eau de mer ordinaire renferme 1/32 de son poids de sels, ce qui est en général un terme moyen.

N° 1.	1/32 ou eau de mer ordinaire, bout à. . . .	105.55 deg. cent.
2.	2/32 de sel dans la même eau.	106.66
3.	3/32	107.22
4.	4/32	107.77
5.	5/32	108.61
6.	6/32	108.88 (1)

On a observé qu'on pouvait très-bien faire fonctionner, sans inconvénient pour la chaudière, de l'eau de mer qui contenait 6/32 de sels, représentés par la boule n° 6 ; mais que quand on dépassait cette densité, il commençait aussitôt à se former des incrustations très-nuisibles à sa durée.

Les robinets supérieurs et inférieurs *c*, *c'* permettent au mécanicien de changer et de nettoyer les boules quand cela est nécessaire, l'ouverture dans la clef de chacun d'eux étant égale au diamètre de ces boules.

La deuxième invention de M. Seaward consiste en un appareil pour maintenir l'eau dans la chaudière, à tel degré de saturation qu'on désire.

C'est un vase A, figure 45, clos de toutes parts, en fer ou toute autre matière, et capable de soutenir une pression égale à celle qui subsiste dans la chaudière; et en outre d'une capacité à pouvoir contenir 1/20e de toute l'eau que renferme cette chaudière. Ce vase ou récipient est placé dans un endroit convenable dans la chambre où se trouve la machine à vapeur, au-dessus du niveau de l'eau dans la chaudière, et à une hauteur telle, à partir du fond du bâtiment, que le liquide qu'il contient puisse être évacuée, soit à fond de cale, soit par la pompe, soit sur les flancs du navire.

A ce récipient est attaché un robinet *b*, et un tube *c* qui se prolonge dans la chaudière, et descend en se recourbant jusqu'à 8 centimètres de son fond. Un autre robinet *d*, placé également près du fond dudit récipient, est monté sur un second tube de décharge *e*, qui se rend à la mer par la cale, ou vient, si on veut, percer les flancs du bâtiment. Ces deux robinets sont solidaires, c'est-à-dire qu'ils se manœuvrent ensemble en tournant une seule et même clef, de manière qu'il ne peut y avoir que l'un d'eux qui soit ouvert dans un même instant, afin qu'il n'y ait jamais aucune communication directe entre l'intérieur de la chaudière et le tube de décharge *e*. On pourrait très-bien remplacer ces deux robinets par un seul à trois fins. Quoi qu'il en soit, lorsque l'eau salée, dans les chaudières, après avoir travaillé pendant quelque temps, est arrivée à ce degré de densité ou de saturation qu'on veut maintenir et ne pas dépasser, et tel qu'il est indiqué par les boules ci-dessus décrites, alors il faut augmenter l'eau d'alimentation de la chaudière et ouvrir le robinet *b*, qui conduit de la chaudière au récipient, et par suite fermer simultanément le robinet *d*. L'eau saturée qui repose sur le fond de la chaudière, poussée par la pression de la vapeur, s'élève alors dans le récipient et le remplit; quand il est plein, on ferme le robinet *b*.

En faisant ainsi monter l'eau par ascension, dans le récipient, au lieu de l'évacuer par le moyen ordinaire, l'inventeur a eu pour but de prévenir les engorgements que les incrustations détachées de la chaudière, ou toute autre matière pourraient y produire, ce qui n'arrive que trop fréquemment dans le mode actuel d'évacuation, et qui rend souvent ces tubes inutiles. Une petite soupape *f*, placée sur le récipient A, ou un petit tube en forme de syphon et conduisant au cendrier du fourneau, indiqueront quand ce vase sera plein, et suffiront pour l'admission de l'air, quand on voudra en faire évacuer l'eau salée.

Lorsque l'eau, dans la chaudière, a repris son niveau, on peut décharger le récipient dans la cale, en ouvrant le robinet inférieur *d*, opération qui ferme celui *b* qui mettait en communication la chaudière et ce récipient. L'évacuation opérée, on fait jouer les robinets en sens inverse, on remplit une seconde fois le récipient, et ainsi de suite.

Si après une ou plusieurs évacuations faites dans la masse d'eau de la chaudière, les boules dans la jauge aréométrique prennent et conservent leur position relative, c'est-à-dire, si l'une d'elles reste au fond tandis que l'autre flotte à la surface de l'eau, alors il est évident qu'on a atteint le degré convenable de saturation; si la boule inférieure est montée près de la supérieure, on est certain qu'il y a encore excès de saturation; enfin si la boule

(1) Nous ne garantissons pas l'exactitude de cette table, dans les chiffres de laquelle il s'est sans doute glissé quelque erreur, les termes d'ébullition ne suivant aucune loi de proportionnalité avec les densités, ou même une loi régulière quelconque. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieure va à fond, on a la preuve que le point de saturation n'est pas encore atteint ; dans ce second cas, on met un terme aux évacuations, et dans le premier, on les continue jusqu'à ce qu'on ait rétabli l'équilibre.

C'est donc en définitive, par l'observation des mouvements des boules dans le tube de verre, qu'on parvient à maintenir dans l'eau de la chaudière le degré de densité requis, et à écarter tout danger d'incrustations salines, quel que soit le degré de salure de l'eau dans laquelle le bâtiment navigue.

M. Seaward conseille aussi de placer dans le récipient un serpentin dans lequel circulerait l'eau d'alimentation de la chaudière ; par ce moyen on soutirerait à l'eau saturée une portion de la chaleur qu'elle emporte et on le restituerait à la chaudière.

Union des canaux et des chemins de fer.

On se rappelle sans doute encore avec quel étonnement les ingénieurs et les savants apprirent, il y a quelques années, que des expériences concluantes, faites par M. John Macneil, ingénieur très-distingué du canal de la Clyde, venaient de démontrer que la résistance que l'eau oppose à un corps en mouvement ne croissait pas ainsi qu'on l'avait admis jusque-là comme le carré de la vitesse de ce corps pour toutes les vitesses qu'il peut prendre, mais que cette loi n'était exacte que lorsque le corps se mouvait avec lenteur et que, passé une certaine vitesse, un bateau qui voguait avec rapidité sur un canal, éprouvait proportionnellement une résistance beaucoup moindre que lorsque sa marche était moins accélérée.

Cette heureuse découverte a donné lieu à l'établissement de bateaux de poste, traînés par des chevaux qui sillonnent aujourd'hui quelques canaux en France et en Angleterre. Mais il n'était pas probable qu'on resterait en si beau chemin, et qu'on ne chercherait pas à donner quelques développements nouveaux à ce mode de transport ; c'est en effet ce que nous allons voir prochainement chez nos voisins d'outre-mer, auxquels appartient déjà l'honneur de la première découverte. Voici à ce sujet ce que nous transmet la correspondance de ce pays :

Les 21 et 22 juillet, M. Macneil, ingénieur du canal du Forth et de la Clyde, a fait sur ce canal des expériences qui nous paraissent nouvelles et très-intéressantes.

On sait que le halage des bateaux sur ce canal s'opère actuellement avec des chevaux, à raison de 1 1/2 à 2 milles (2,41 à 3,22 kilom.) par heure pour les gros bateaux marchands, avec 2 à 3 chevaux suivant l'état du temps, et de 8 à 9 milles (13 à 13 kilom.) par heure pour les bateaux de poste traînés par 2 chevaux.

L'objet des expériences a été de s'assurer si l'on ne pourrait pas, au lieu de chevaux, se servir pour cet objet de la force locomotive de la vapeur.

En conséquence, on a établi un chemin de fer à une seule voie, sur blocs en pierre et à la manière ordinaire, sur l'une des banquettes du canal, à partir de l'écluse n° 16, et sur une longueur considérable, et la locomotive la *Victoria*, avec son allége construite par M. W. Dodds, ayant été descendue par eau, a été établie sur les rails.

Le 21, en présence des directeurs du canal et de plusieurs ingénieurs, les expériences ont commencé, et, pour premier essai, M. Macneil fit accrocher à la locomotive, convenablement chauffée, la corde de halage du premier bateau de poste qui arriva, et qui portait 90 passagers avec leur bagage. Il y eut bien un peu de temps de perdu pour dételer les chevaux et pour fixer la corde à la machine, mais cette perte fut promptement réparée par la *Victoria*, qui s'élança sur la voie avec aisance et rapidité, et ne tarda pas à acquérir une vitesse de 17 1/3 milles (28 kilom.) à l'heure, et soutint cette vitesse même dans deux courbes qu'elle franchit tout aussi lestement, jusqu'au moment où il fallut l'arrêter en approchant du point où le chemin de fer se terminait.

Cette expérience a été répétée à plusieurs reprises dans la journée, et chaque fois qu'un bateau de poste s'est présenté, la locomotive s'en est emparé et l'a conduit aussi vivement à l'extrémité du chemin. Dans une de ces épreuves, la corde de halage, qui était fort usée et en mauvais état, frappa avec force sur une pierre et se rompit, mais il n'en résulta aucun inconvénient si ce n'est un retard d'une minute environ.

La machine locomotive dont on s'est servi n'est destinée qu'à marcher avec lenteur, et à remorquer des fardeaux pesants ; elle n'a pas été construite pour marcher avec une vitesse de plus de 18 milles (29 kilom.) à l'heure, mais toutes les personnes présentes à l'expérience, sont convenues qu'avec une des locomotives ordinaires qui transportent les voyageurs sur les chemins de fer, on aurait facilement atteint une vitesse égale à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle avec laquelle on parcourt aujourd'hui ces chemins, surtout quand on songe que ceux-ci jouissent rarement de l'avantage que présente la banquette d'un canal d'avoir un niveau parfait dans toute son étendue.

Les voyageurs ont aussi été beaucoup plus satisfaits du mouvement du bateau, qui a été plus uniforme, plus ferme et plus doux qu'avec les chevaux.

Quelques bateaux de transports de marchandises, portant des mâts, ont aussi été remorqués pendant ces deux jours d'expérience, avec des vitesses de 3, 3 1/2, 4 et même 5 milles (4,825 mèt., 5,631 mèt., 6,436 mèt. et 8,045 mètres), et dans une occasion deux sloops chargés, et un gros bateau, furent attachés à la machine et remontés facilement avec une vitesse de 2 3/4 milles (4,425 mèt.) par heure, en laissant toutefois échapper un quart de la vapeur par la soupape de sûreté.

Ces expériences paraissent promettre d'importants avantages dans l'application de la vapeur au halage des bateaux, puisqu'une seule machine à vapeur pourrait ainsi remorquer au moins six sloops, qui exigent aujourd'hui pour cette opération de 18 à 24 chevaux, et, au besoin, avec une vitesse double de celle que peuvent donner ces animaux. En outre, l'économie des transports n'augmenterait pas seulement l'activité commerciale des canaux, elle accroîtrait aussi sans doute, dans une forte proportion, le nombre des passagers, et on semble fonder en Écosse les plus brillantes espérances sur cette union des chemins de fer et des canaux.

Voici, au reste, au sujet de ces expériences quelques nouveaux détails qui viennent de nous parvenir :

« On sait, au moins les personnes au fait de ce qui a été écrit sur ce sujet, que le flot du canal du Forth et de la Clyde, voyage, à cause de sa grande profondeur, à peu près avec une vitesse de 11 à 12 milles (17 à 18 kilom. par heure) et par conséquent, pour *monter sur ce flot*, il serait nécessaire d'y traîner les bateaux avec une vitesse de 14 à 15 milles (22 à 24 kilom.) par heure ; vitesse qu'on n'a pu atteindre jusqu'ici parce qu'elle dépasse les facultés des chevaux qui remorquent les bateaux.

» On avait bien prévu qu'avec ces grandes vitesses, la houle considérable qui se produit ordinairement avec des vitesses de 8 à 9 milles (13 à 14 kilom.) à l'heure, disparaîtrait, et que le bateau glisserait sur la crête d'un flot à ondulation légère, qui exciterait comparativement peu de mouvement dans les eaux du canal. Cette prévision, comme on sait, est confirmée ; mais deux expériences nouvelles, faites avec beaucoup de soin, ont mis dans tout son jour l'exactitude du raisonnement sur lequel elle avait été fondée.

» L'expérience n° 3 a été faite avec un bateau de transport de voyageurs d'une très-mauvaise forme, et que la machine à vapeur n'a jamais pu parvenir à faire monter sur le flot, tandis que l'expérience n° 1 a été faite avec un bateau coupé et construit pour marcher avec les plus grandes vitesses.

» Dans cette expérience, n° 3, on a trouvé que le bateau se mouvait avec une vitesse moindre que le flot, qu'il soulevait une houle d'une hauteur considérable à l'avant, qui inondait les berges et laissait à l'arrière un bouillonnement et un flot puissant très-nuisible aux bords du canal ; dans l'expérience n° 1, au contraire, le bateau, qui marchait avec une grande vitesse, montait et glissait doucement sur la crête d'un flot calme et peu considérable, sans laisser derrière lui d'autre mouvement que le rapprochement subit des eaux qui avaient été divisées. »

Voici ces expériences :

Expérience n° 1. — Bateau de poste chargé de voyageurs et remorqué par la machine à vapeur avec les vitesse de

100.54	mètres en	12,4 secondes.
201.08		24,5
301.62		36,8
402.16		49,2
502.70		61,8

ce qui fait à peu près une vitesse de 30 kilom. ou 19 milles à l'heure en montant sur le flot, et avec une houle et un clapotement peu sensibles.

Expérience n° 3. — Bateau de transport chargé de voyageurs avec leur bagage, impropre à marcher avec de grandes vitesses, remorqué par la machine à vapeur, avec les vitesses de

100.54	mètres en	34,2 secondes.
201.08		65,•
301.62		96,2
402.16		127,8
502.70		158,8
603.24		190,8
703.78		221,8

ce qui fait une vitesse moyenne d'environ 11 kilomètres ou 7 milles à l'heure, avec un flot énorme à l'avant, inondant les berges, et un flot derrière fatiguant les bordages et les bords du canal. Le bateau ne montant pas sur le flot.

» Indépendamment de ces expériences, il en a été fait plusieurs autres d'un très-grand intérêt sous le point de vue pratique :

Une flottille, composée de 3 schooners,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 sloops, 2 bateaux de canal et 1 petit bateau, présentant un poids brut de 800 tonneaux, a été remorquée dans le canal sans autre force que l'adhérence des roues de la locomotive sur les rails du chemin.

» Dans une autre expérience, un convoi, composé de 5 bateaux d'une capacité propre à transporter 4 à 500 voyageurs, a été enlevé avec une vitesse de 15 milles (24 kilom.) à l'heure.

Les résultats de ces expériences paraissent devoir être très-avantageux; d'abord ils appelleront l'attention sur l'examen des phénomènes du mouvement des fluides et des corps qui s'y meuvent, sur lesquels on n'avait encore que des notions assez vagues et divergentes, puis ils provoqueront de nouvelles applications des puissances mécaniques, auxquelles on n'avait pas songé jusqu'ici, et qui tourneront au profit du commerce et des relations sociales.

Égouts en briques de ciment hydraulique.

L'administration fait construire en ce moment à Paris, rue de Rivoli, sous la galerie parallèle à celle des tableaux, une portion d'égout de 25 à 30 mètres d'après un nouveau mode qui nous paraît mériter d'attirer l'attention des ingénieurs et des constructeurs.

Cet égout est construit avec une espèce de briques crues faites en ciment de Pouilly, dans la masse desquelles on a noyé des éclats de pierres dures ou de meulières. Ces briques sont de deux espèces, les unes consistent en des parallélipipèdes rectangles de 24 à 25 centimètres de longueur sur 10 à 12 de largeur et d'épaisseur, et les autres des blocs dont les dernières dimensions sont un peu moindres, mais façonnés en voussoirs. Les premières servent à la construction des pieds droits des égouts; les secondes à celle des voûtes qui les couronnent.

Pour établir l'égout avec ces briques, on a procédé comme si on se servait de pierres de tailles d'une petite dimension, c'est-à-dire qu'on a élevé les murs et établi la voûte à joints croisés, opération qui a marché très-rapidement par suite de l'identité dans les dimensions des pierres factices qui entrent ainsi dans l'établissement de chaque assise et de chaque série de voussoirs. Mais ce n'est pas là le seul avantage qu'elles présentent, et nous en avons remarqué d'autres qu'il est bon de signaler.

D'abord, on n'a pas établi derrière le parement en briques, qui n'a cependant que 12 centimètres d'épaisseur, de massif en maçonnerie; on s'est contenté de bloquer l'intervalle entre ce parement et le terrain avec un bon béton sur une épaisseur de 30 à 35 centimètres, comme on le fait au reste aujourd'hui pour tous les égouts en construction dans la capitale. Ainsi la masse des constructions à établir, a été beaucoup moindre, à longueur égale pour cet égout, que pour les anciens; il occupe par conséquent moins de place, et il a donné lieu a un déblai de terre moindre.

Le parement, cimenté et jointoyé avec soin et également avec du ciment de Pouilly, doit présenter une paroi où les infiltrations sont presque impossibles et absolument inattaquable à l'humidité qui règne toujours dans ces conduits souterrains.

Ces parois sont unis, lisses et ressemblent à un revêtement en stuc; par conséquent les gouttières qui se forment par la condensation des vapeurs émanées des eaux courantes, et qui se déposent sur la voûte et les parois, y coulent avec facilité le long du parement, pour rentrer dans le courant. Cette circonstance n'est pas indifférente, attendu que dans certaines circonstances, par exemple, lorsque l'eau des égouts est à une température supérieure à celle de l'atmosphère, il s'elève une grande abondance de vapeurs qui, en se condensant sur la voûte y sont arrêtées par les anfractuosités des matériaux de constructions, y forment bientôt des gouttes d'eau qui retombent comme une sorte de pluie et incommodent beaucoup les hommes chargés du soin de visiter ou de nettoyer les canaux d'écoulement des eaux superflues.

Il est probable que la voûte et les parois se trouvant ainsi constamment lavées par une eau d'évaporation, qui est à peu près exempte de corps solides, ne se chargeront plus de ces amas de matières, résultant du jaillissement lors du nettoyage, matières qui fermentent lentement et ajoutent notablement à l'insalubrité des égouts. Quand on aura curé les immondices qui s'amassent sur le fond de ceux-ci, il est présumable que les conduits seront parfaitement assainis.

L'égout de la rue de Rivoli, passant sous la portion du château des Tuileries où se trouve l'état-major de la garde nationale, on n'a pas pu le construire au moyen d'une tranchée et à ciel ouvert comme tous ceux en construction dans la capitale. Il a fallu d'abord creu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ser un puits, puis pousser une galerie, ainsi que cela se pratique dans l'exploitation des mines. C'est à cette occasion qu'on doit avoir reconnu, sans doute, les avantages du nouveau mode de construction, qui n'exige qu'un moindre déblai de terre, puisque la galerie n'a pas besoin d'avoir de chaque côté plus de 45 centimètres au delà de la largeur de l'égout, et combien il était commode d'avoir à sa dispotition des matériaux d'un même échantillon, d'un volume et d'un poids peu considérables.

Ainsi donc, dans des cas semblables, où les égoûts sont établis à une grande profondeur, et peut-être même pour des profondeurs beaucoup moindres, il nous semble qu'on pourra accorder la préférence à ce mode de construction avec briques de ciment hydraulique, mode qui paraît présenter beaucoup de garanties et n'oblige pas à des remuements de terre considérables.

Nous ajouterons au reste que dans ce mode de construction, il y a très-peu de danger pour les ouvriers, attendu que la construction de la voûte suit pas à pas les terrassements et le prolongement de la galerie.

Dans les changements de direction, dans le raccommodement des embranchements où il faut donner aux briques des formes particulières, les coupes s'opèrent très-aisément sur ces briques à l'aide de scies, de hachettes et de marteaux.

Reste à savoir quel est le prix de ces briques et l'économie que leur emploi présente d'après les avantages ci-dessus énoncés sur la méthode employée communément pour la construction des égouts. C'est ce que nous ignorons encore, attendu que ce n'est qu'un essai. Tout ce qu'il nous est permis de dire, c'est que ces briques peuvent servir à construire des égouts ou conduits souterrains impermeables, plus salubres, d'une grande légèreté et probablement aussi durables que les anciens.

Barque en caoutchouc.

— On mande de Pétersbourg que l'on a fait, sur la Newa, l'essai d'une barque construite par un architecte naval, qui a employé pour cet essai de la toile à voile recouverte de caoutchouc. La barque se roule sur elle-même en forme de ballot, et quand on veut s'en servir, il suffit de dix minutes pour l'emplir d'air au moyen de quatre robinets, et alors elle prend la forme d'un petit bateau qui peut naviguer là où l'on ne pourrait passer avec les barques ordinaires. Celle dont il s'agit était montée par trois hommes et excitait l'intérêt de tous les spectateurs par l'élégance de ses formes et la légèreté de ses mouvements.

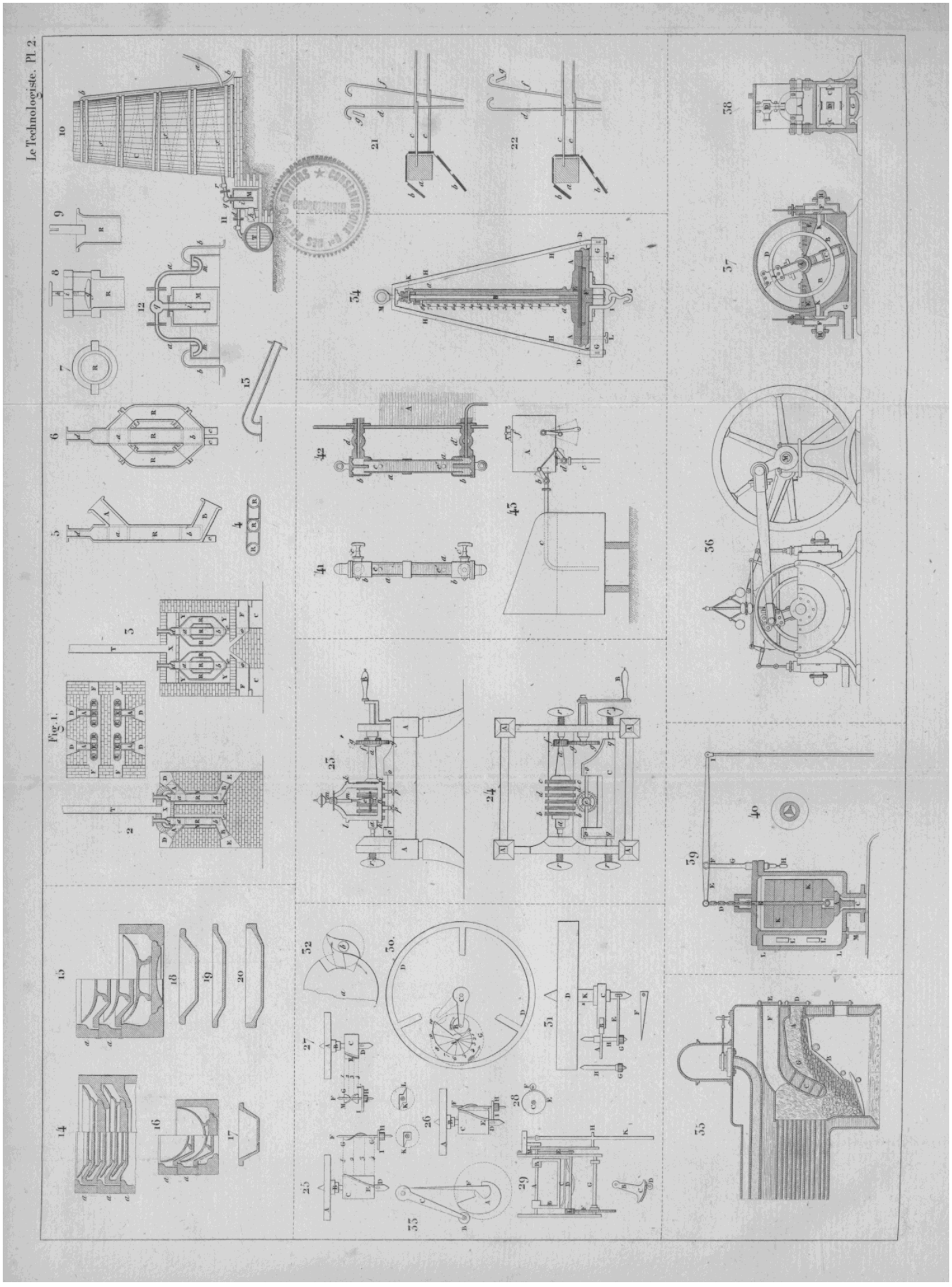
Gaz de marc de raisin.

— Les journaux ont annoncé qu'on avait récemment obtenu à Bordeaux du gaz hydrogène d'excellente qualité du marc de raisin décomposé en vases clos. Cette découverte avait déjà été faite par un chimiste distingué, M. le docteur Berhardt, qui a obtenu un brevet à ce sujet et qui est sur le point d'éclairer la ville de Compiègne par ce nouveau gaz. Nous apprenons que le même savant va appliquer, dans une de nos premières fabriques de sucre de betteraves des procédés entièrement nouveaux qui rendront à cette industrie tous les avantages que lui enlève le dégrèvement, et qui ne profiteront pas moins à l'agriculture.

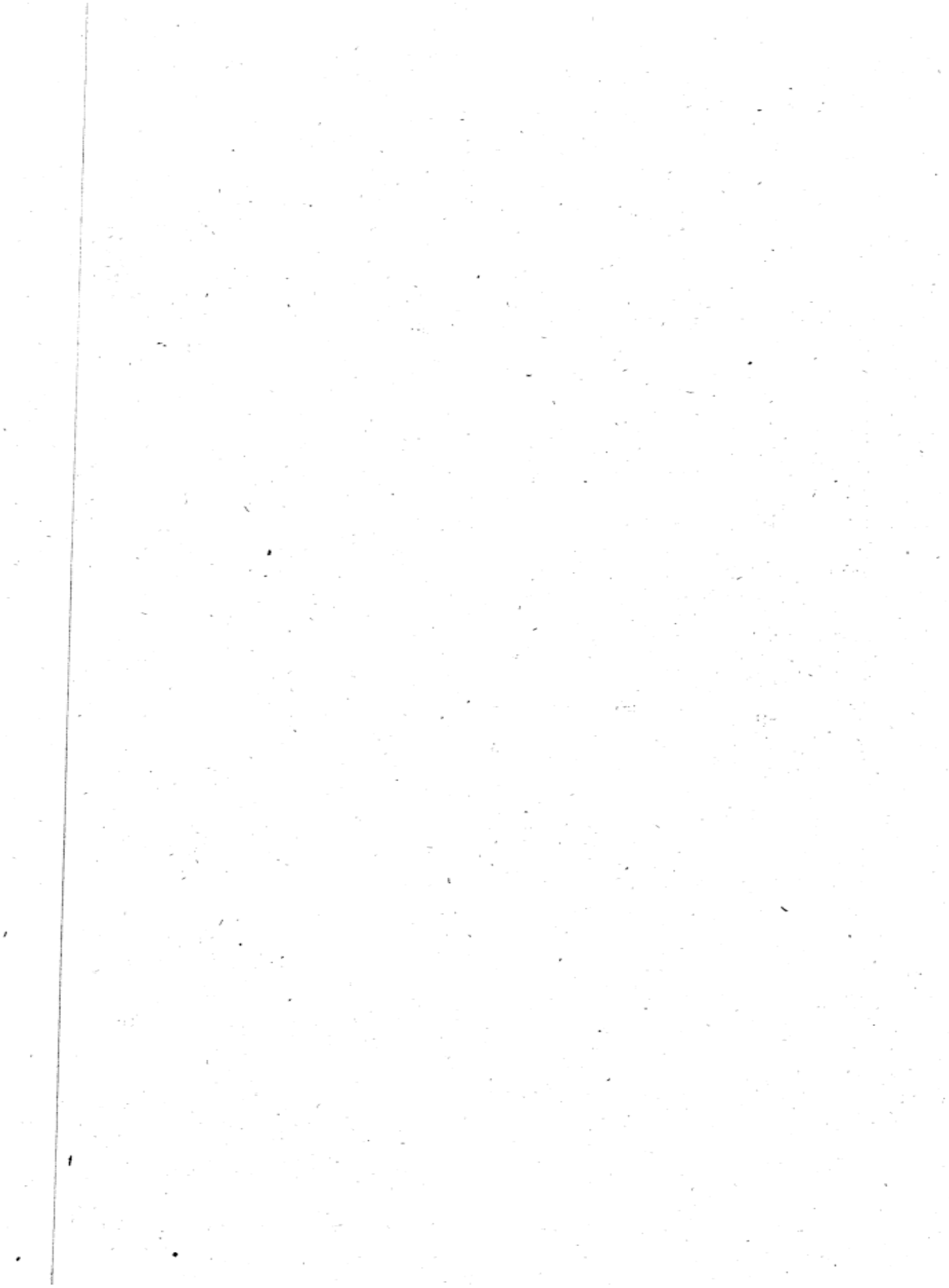
Force mécanique de l'homme.

Parmi les papiers inédits de Smeaton, M. J. Farrey a retrouvé un mémoire où cet ingénieur célèbre rapporte quelques expériences qu'il a faites pour évaluer l'effet ou la puissance mécanique de l'homme et du cheval, et la quantité d'eau élevée par diverses machines. Les expériences relatives à la force de l'homme sont les plus complètes, et Smeaton a trouvé en dernière analyse, pour sa puissance mécanique, 3,672 livres anglaises élevées à un pied anglais en une minute; ce qui correspond, suivant la manière d'évaluer les forces en France, à 9 kilogram. 104 gram. élevés à 1 mèt. en une seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Fourneaux et foyers marchant à l'anthracite.

Par M. J. PLAYER, ingénieur à Loughor, près Swansea.

Dans notre dernier numéro, nous avons parlé des tentatives heureuses qu'on fait, depuis quelque temps, dans divers pays et en particulier aux environs de Swansea, dans le pays de Galles, pour appliquer l'anthracite aux divers besoins des arts, et nous avons cité en particulier les expériences faites par M. J. Player, aux usines de Gwendraeth, près Carmarthen. Nous sommes actuellement en mesure de donner la figure et la description des appareils dont cet ingénieur s'est servi dans ses diverses applications, et qui paraissent avoir eu du succès. L'invention consiste :

1° En un mode de construction des fourneaux ou foyers des chaudières, ou autres appareils, pour générer de la vapeur ou pour évaporer les liquides : construction qui les rend propres à brûler l'anthracite seul, ou combiné avec un autre combustible ;

2° En un mode de construction des forges de serruriers, qui les dispose pour faire usage du même combustible ;

3° En un mode de construction des hauts-fourneaux et fourneaux de fusion pour fondre le minerai de fer, et pour mettre de nouveau la fonte en état de fusion à l'aide aussi de l'anthracite ;

4° Enfin, en un mode de construction des fours d'affinage pour le fer, encore avec l'anthracite.

Voici maintenant la description de ces appareils :

La fig. 1re, planche III, est la coupe transversale d'une chaudière à vapeur, d'un générateur, ou d'une chaudière à évaporer ou à faire bouillir des liquides.

La fig. 2, une coupe horizontale du même appareil, à la hauteur de la ligne ponctuée *aa*, fig. 1re.

Fig. 3, une autre coupe horizontale, opérée à la hauteur de la ligne *bb*, fig. 1re.

Cette chaudière est construite et établie de manière à former par le bas deux anneaux cylindriques, ou chambres A et B (fig. 1 et 3), réunies à leur partie supérieure par les tubes C (fig. 1 et 2), et à leur partie inférieure par les conduits DD (fig. 1 et 3). EE sont les carneaux au travers desquels passent la flamme et les produits brûlants de la combustion pour se rendre dans la cheminée. FF indiquent la grille et le cendrier, qu'on peut élever ou abaisser à volonté, au moyen d'une crémaillère G et du pignon H.

Le but de cette disposition est de pouvoir à son gré accroître ou diminuer les dimensions du foyer, et, par conséquent, la masse du feu. Elle permet également d'abaisser ce foyer, lorsque la grille a besoin d'être nettoyée ou changée.

On a trouvé qu'il était avantageux d'avoir dans le cendrier F une auge KK, contenant de l'eau ; la chaleur qui rayonne du foyer fait évaporer cette eau, qui passe à l'état de vapeur à travers la grille, et produit alors les effets avantageux qu'on connaît.

I, dans la fig. 1re, indique le magasin d'alimentation du combustible, qu'on doit avoir soin de maintenir toujours rempli. Il porte un couvercle, et passe à travers le corps de la chaudière ; par conséquent, l'anthracite éprouve déjà une certaine température, qu'il em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prunte à la vapeur ou l'eau bouillante qui entoure et baigne les parois de ce magasin. C'est là le caractère le plus important et le plus neuf de l'invention, attendu que, par cette disposition, l'anthracite brûle beaucoup plus avantageusement, et n'est pas sujet à cette décrépitation qu'il éprouve lorsqu'on le jette à l'état froid sur un foyer incandescent.

L'anthracite, dans cette situation, descend donc graduellement, et vient remplacer celui que la combustion a consommé; il arrive à la partie inférieure du magasin d'alimentation, où il éprouve une haute température; et on conçoit aisément que ce n'est que lorsqu'il parvient à cette partie inférieure, qu'il commence à être en contact avec le courant d'air atmosphérique qui traverse la grille, et au milieu du tirage qui s'opère par les carneaux EE.

Les fig. 4 (*a, b, c*) et 5 (*a, b*), présentent les coupes de deux autres dispositions des chaudières à vapeur, construites pour brûler l'anthracite. Dans ces figures, les mêmes lettres indiquent les mêmes objets relatifs à l'invention que dans l'appareil de la fig. 1re.

Il est bon de faire remarquer, relativement à la disposition particulière du magasin d'alimentation de l'anthracite, que ce combustible, d'abord placé en dehors du courant qui passe par les carneaux, et, par conséquent, n'éprouvant encore aucune influence de la part de l'air atmosphérique, est nécessairement échauffé par les surfaces à température élevée qui l'entourent; en outre, s'il s'en enflamme quelque portion, toute la chaleur qu'elle développe par la combustion se transmet à l'eau ou à la vapeur qui l'environne. Enfin, un point sur lequel il faut insister, c'est que le magasin d'alimentation soit constamment maintenu, aussi parfaitement que possible, rempli de combustible.

La fig. 6 représente la coupe, et la fig. 7 l'élévation d'une forge de serrurier ou de forgeron, établie d'après le principe de M. Player, c'est-à-dire pour brûler l'anthracite.

Dans cette disposition, on fait également usage d'un magasin I d'alimentation, constamment rempli d'anthracite. J est un plateau ou bloc en brique réfractaire, suspendu au-dessus du foyer, et K un autre plateau, de même matière, au-devant du foyer; le but de ces deux plateaux est de concentrer le feu de ce foyer.

En alimentant le magasin I avec de l'anthracite, celui-ci s'échauffe progressivement jusqu'à un degré très-élevé, avant de parvenir au point où il va être frappé par le courant d'air du soufflet Cet air, par cette disposition, peut être à la température de l'atmosphère, et n'a pas besoin d'être chauffé.

On voit avec quelle facilité un combustible aussi riche en carbone que l'anthracite peut, au moyen des deux plateaux ou blocs en argile J et K, et par l'échauffement successif du combustible dans le magasin avant son contact avec l'air, s'appliquer à la forge du serrurier ou du forgeron.

La fig. 8 est une coupe verticale d'un haut-fourneau à anthracite.

La fig. 9 est le plan de ce même fourneau.

Les fig. 10 et 11, son élévation et la vue perspective de sa partie supérieure.

La seule différence que présente ce fourneau avec ceux ordinaires, consiste dans l'addition à la partie supérieure d'une chambre à calcination I.

LL sont des conduits qui emportent la majeure partie de la flamme qui s'échappe de l'intérieur du fourneau M. Dans cette disposition, les charges d'anthracite, de minerai de fer et de castine, en proportions convenables, sont jetées par le sommet dans la chambre à calcination I; là ces matériaux s'échauffent peu à peu, et se calcinent avant d'atteindre le corps du fourneau M.

Dans un fourneau à manche pour la fonte de moulage, et qui est de dimensions bien moindres, les dispositions sont les mêmes, et on charge la chambre avec de la fonte au lieu de minerai.

La fig. 12 est une élévation d'un fourneau d'affinage, pour la fabrication du fer à l'anthracite.

La fig. 13 en est une coupe verticale, et la fig. 14 le plan.

Dans ce fourneau, I est le magasin d'alimentation qu'on tient constamment plein d'anthracite, et où ce combustible s'échauffe successivement à mesure qu'il approche du foyer. M est un plateau ou bloc en brique, ou toute autre matière réfractaire, mobile sur un axe, afin qu'on puisse l'élever ou l'abaisser à volonté. Ce bloc est destiné à conserver ou réverbérer la chaleur et maintenir l'anthracite constamment à une haute température.

Ce combustible réussit parfaitement bien dans les feux d'affinerie, par suite de l'analogie de sa composition, sous le rapport chimique, avec le charbon de bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil pour économiser le combustible dans l'évaporation des liquides et la génération de la vapeur.

Par M. J. Neville, ingénieur civil.

Dans presque tous les foyers qui sont destinés à l'évaporation des liquides ou pour produire de la vapeur, les barreaux qui constituent la grille sont solides, et c'est sur ces barreaux qu'on jette le combustible, qui s'y enflamme en dégageant dans la cheminée les produits brûlés de la combustion.

L'énorme perte de combustible qu'on fait ainsi, a suggéré l'idée d'essayer si on ne pourrait pas disposer les foyers avec un tirage en sens inverse de celui qui a lieu aujourd'hui, c'est-à-dire en faisant passer les portions non brûlées qui s'exhalent du combustible frais dont on vient de charger un foyer, à travers celui qui est en pleine combustion sur la grille; mais cette disposition ne paraît pas avoir réussi, et les grilles étaient promptement mises hors de service.

On a donc conservé le tirage de bas en haut; mais plus tard, au lieu de grilles à barreaux pleins, on s'est servi de barreaux creux, dans lesquels on a fait circuler de l'air.

Tout récemment, on a percé ces barreaux creux d'un grand nombre de trous, et on y a lancé de la vapeur d'eau, qui, en s'échappant par ces ouvertures, a servi, en se décomposant en ses éléments, à vivifier le foyer. On est, dit-on, ainsi parvenu à réaliser, pour obtenir le même effet, une économie de combustible, qu'on porte jusqu'à 33 pour cent. L'expérience n'a pas encore prononcé sur la réalité de cet accroissement dans la faculté calorifique du combustible, ni les dépenses en appareils additionnels en détérioration des grilles ou des chaudières, qui doivent avoir lieu pour l'obtenir; nous n'avons donc rien pour le moment à annoncer de nouveau sur ce sujet.

En attendant, M. Neville persiste à croire qu'il y aurait beaucoup d'avantage à revenir au tirage en sens inverse; mais que, pour cela, il faudrait modifier les appareils de manière à ce que les grilles n'éprouvent point la détérioration à laquelle ce mode les expose, et que les chaudières profitent néanmoins de la plus grande quantité possible de la chaleur rayonnante que dégage le combustible.

Pour réaliser ces conditions, M. Neville supprime, à proprement parler, la grille de son foyer, et il la remplace par deux séries horizontales, un peu inclinées, de petits bouilleurs aplatis, en fonte, ayant la forme des barreaux des grilles ordinaires, mais plus hauts, qui partent à quelque distance l'un de l'autre du fond ou d'une des parois inclinées de ses chaudières. C'est sur la série supérieure qu'on jette le combustible.

Le foyer est recouvert d'une voûte en brique, comme dans les fourneaux à réverbère, excepté qu'elle est percée de quelques trous qui servent de passage à la chaleur, pour chauffer une partie du fond de la chaudière qui la surmonte, mais sans issue pour les gaz. On alimente ce foyer d'air avec un soufflet ou une machine soufflante quelconque, ou bien on produit un fort appel dans la cheminée. Dans ces circonstances, il s'établit un courant renversé, et les produits brûlés, ne trouvant pas d'autre issue, traversent d'abord la première série de bouilleurs qui leur sert de grille, puis la seconde série placée plus bas; et la flamme, après avoir léché une partie des parois de la chaudière dans des carneaux intérieurs, s'échappe enfin par la cheminée.

Dans cette disposition, on voit que la grille de bouilleurs, dont les parois intérieures sont constamment en contact avec l'eau de la chaudière, ne peut éprouver de coup de feu violent; que l'eau intérieure profite ainsi de la plus grande partie de la chaleur que développe le combustible; que celui-ci ne peut s'échapper sous forme de fumée et sans être brûlé au passage sur la grille par les matériaux incandescents qui s'y trouvent rassemblés; et enfin, qu'on pourrait faire ainsi un emploi plus fructueux de la houille ou du coke.

Mais, en admettant ces faits, il restera encore à démontrer que la construction de cette série de bouilleurs n'est pas très-dispendieuse; que ceux-ci ne s'incrusteront et ne se détérioreront pas promptement; qu'il y aura une économie assez grande dans l'appareil pour rembourser les frais d'acquisition d'une machine soufflante, et la dépense journalière qu'elle occasionnera; qu'il ne s'échappera pas, au contraire, sans brûler une grande partie du combustible, entre les interstices assez grands des bouilleurs; qu'on pourra tisonner sans crainte sur ces bouilleurs; que ce tisonnement ne devra pas être continuel pour dégager la grille et livrer passage aux produits de la combustion, etc. Tant que ces conditions n'auront pas été étudiées, et qu'on ne saura comment elles sont remplies, le nouvel appareil ne pourra guère être admis dans la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication de l'acier fondu à l'usine royale d'Uslar, dans le Sollingerwald, royaume de Hanovre.

Par M. Werlisch.

1° *État de la fabrique.*

Cette fabrication a été montée en 1831, et établie pour produire au besoin 1,000 quintaux d'acier par an.

L'établissement possède quatre fourneaux de fusion pour l'acier, ayant plusieurs cheminées d'appel particulières construites toutes le long d'un mur; ces fourneaux constituent, avec plusieurs fours à recuire les creusets, l'ensemble de la fabrique d'acier fondu.

Les fourneaux à fondre l'acier appartiennent à la catégorie des fours de verreries et leur ressemblent. Ils ont 1 mètre de hauteur, 75 centimètres de longueur et 40 à 45 de largeur, et contiennent deux creusets, de façon que dans la fabrique on peut fondre à la fois dans huit creusets. Au-dessous de chaque fourneau il y a un cendrier de 2 mètres de profondeur sur la partie antérieure duquel on a construit un conduit commun de tirage, qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté à ses extrémités, et dans lequel passe un courant d'eau pour refroidir promptement les cendres qui tombent du foyer. La grille se compose de barreaux mobiles qu'on peut à volonté rapprocher ou éloigner, ou même enlever tout à fait pour nettoyer le foyer.

Ces fourneaux sont surmontés d'un plateau en briques réfractaires maintenues par un cadre en fer. Chacun d'eux communique avec sa cheminée par un canal horizontal qui s'ouvre immédiatement au-dessous du plateau et présente une ouverture de 20 à 21 centimètres de largeur sur 15 à 16 de hauteur. La cheminée a 12 à 13 mètres de hauteur et une section de 7 décimètres carrés environ. L'intérieur du fourneau, aussi bien que le canal horizontal et la demi-hauteur du conduit de la cheminée, sont en briques réfractaires faites avec la terre dont on se sert pour fabriquer les pipes, mélangée à 2/3 de la même argile moulée et calcinée fortement.

La chaleur à laquelle sont exposés l'intérieur du fourneau et le canal horizontal, est si considérable, que ces parties, au bout de trois semaines au plus de travail continu, ont besoin d'être renouvelées. La partie inférieure de la cheminée exige aussi d'assez fréquentes réparations.

Les fours à recuire les creusets, qui font le service de deux fourneaux seulement, sont établis sous une ancienne cheminée; ils ont 64 centimètres cubes et peuvent recevoir quatre creusets. Le cendrier n'a que 33 centimètres de hauteur; ils n'ont pas de cheminée d'appel, attendu qu'il ne s'agit ici que de produire une forte chaleur rouge. Au besoin, ces fourneaux peuvent être recouverts avec un chapeau de tôle.

On trouve encore dans l'établissement un local pour fabriquer, sécher et conserver les creusets, et qui est muni des outils nécessaires pour cette fabrication; mais il ne présente rien de particulier.

Pour réduire en ciment l'argile calcinée ou pulvériser l'argile brute, on se sert d'un bocard ordinaire à trois pilons, dont l'auge est doublée de plaques de fonte.

L'établissement possède en outre toutes les machines nécessaires pour forger et étirer l'acier.

2° *Fabrication des creusets.*

La fonte de l'acier s'opère dans des creusets réfractaires, fabriqués, comme il a été dit, dans l'établissement. La matière qui sert à cette fabrication se trouve dans le voisinage, où elle est connue sous le nom de terre à pipe; on la choisit avec soin pour ce service, on l'assortit, on l'épluche et la débarrasse de toutes les veines ferrugineuses ou du sable qu'elle peut contenir.

La plus grande partie de cette argile, avant de servir à fabriquer les creusets, a besoin d'être cuite, et pour cela on la moule en plaques carrées de 20 à 25 centimètres carrés, et de 16 à 18 millimètres d'épaisseur qui, après avoir été desséchées suffisamment, sont cuites dans un fourneau à cuire les pipes aussi complétement que possible, sans toutefois les vitrifier, ce qui serait tout à fait nuisible pour en fabriquer des creusets.

Après avoir cassé et bocardé ces briques pour les réduire en grains de la moitié de la grosseur d'une lentille, on mélange cette grosse farine avec de l'argile brute séchée et réduite en poudre, ainsi qu'avec du charbon de bois pulvérisé; les proportions en poids sont :

14 parties d'argile calcinée;
9 . . . d'argile crue;
6 . . . de charbon de bois.

Ces matières sont mélangées ensemble jusqu'à ce que le mélange présente une couleur bien uniforme dans sa masse.

Ces matériaux pulvérisés et mélangés sont déposés dans de grandes caisses et humectés avec de l'eau; lorsque le liquide les a suffisamment pénétrés, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les corroie avec des pilons à main, en forme de massue ; on les retourne, les corroie encore jusqu'à ce que la masse soit parfaitement imbibée d'humidité, et ait acquis une consistance qui permette de la mouler à la main.

On la découpe alors en gros blocs ou patons qu'on conserve à peu près pendant quinze jours dans des caisses fermées et qu'on travaille au moins tous les deux jours sur un banc solide avec une batte en fer de 20 millimètres carrés qui sert à en former des galettes rondes et minces, qu'on relève ensuite de champ pour les battre encore et amener une répartition parfaite dans la masse de toute l'humidité qu'elle contient, et lui procurer la ductilité nécessaire pour la fabrication des creusets.

Quand ces opérations ont été répétées suffisamment pour atteindre ce but, on pétrit encore à la main toute cette masse comme la pâte à faire le pain, et il ne reste plus qu'à en chasser quelques bulles d'air qu'elle contient, en la jetant par petites portions et avec une très-grande force sur un corps dur et uni ; alors on la divise en morceaux de la grosseur nécessaire pour faire un creuset, on la pèse pour que celui-ci ait un poids déterminé, et on lui donne à la main une forme conique, qui est celle des creusets.

L'appareil pour soumettre les creusets à la presse consiste en deux parties, l'une extérieure, dite *forme à creuset*, et l'autre intérieure, appelée *moine*, qui présente la figure de la forme ovoïde intérieure du creuset, et qui, à sa partie supérieure, s'ajuste parfaitement avec le bord supérieur de la forme.

La forme est en fonte ; son fond est mobile et porté sur un bloc de bois, avec lequel il est uni par des crochets et des oreillons. Le moine est également en fonte, quoique par économie on puisse l'établir en bois, en le consolidant avec des garnitures en fer ; il porte à sa partie inférieure une longue broche, qui entre dans un trou correspondant, percé dans le fond de la forme, et qui lui sert, par conséquent, de guide lorsqu'on l'insère dans celle-ci.

La tête de ce moine, qui s'élève au-dessus de son bord supérieur, est percée d'un trou portant un manche, au moyen duquel on peut le faire tourner ; à son sommet, cette tête est aplatie pour recevoir plus uniformément le coup d'un mouton, qui doit le chasser dans la masse d'argile déposée dans la forme.

On commence d'abord par percer un trou au centre de la masse d'argile, pour faire entrer la broche du moine dans l'œil correspondant de la forme ; aussitôt que cette introduction a eu lieu, on fait tomber toujours, en faisant tourner le moine, quelques coups, d'abord légers, du mouton sur sa tête, puis on augmente peu à peu la force de ces coups, jusqu'à ce qu'enfin son bord ait pénétré entièrement dans la forme, et que l'argile s'élève en lames ou lanières au-dessus de sa tête ; c'est une preuve que la forme est parfaitement remplie, et que le creuset a acquis la densité convenable.

Alors on enlève avec précaution le moine de la forme, puis avec un levier on transporte cette forme sur un tourteau de bois rond, haut de 40 millimètres, mais dont le diamètre est un peu moindre que celui du fond de la forme. Ce fond reste sur le tourteau avec le creuset, tandis que la forme tombe sur le bloc de bois.

C'est ainsi que, sans effort et sans accident, l'ouvrier dégage son creuset de la forme ; mais on conçoit que, pour obtenir ce résultat, il est nécessaire que la forme, ainsi que le moine, présentent un moyen quelconque pour s'opposer à l'adhérence de la matière plastique.

Dans ce but, la forme est garnie d'une doublure en toile, et c'est dans celle-ci qu'on jette l'argile qui doit former le creuset. Le moine, avant d'en faire usage, est frotté avec de la graisse de porc, mais en ayant soin de n'en pas mettre en excès.

Après avoir été dégagé de la forme, le creuset reste deux jours dans sa chemise de toile sans qu'on y touche ; alors on le débarrasse de cette chemise ; puis, avec un instrument qui ressemble beaucoup à une cuillère, on en gratte, unit et polit les surfaces, tant extérieure qu'intérieure ; on ferme, avec un bouchon d'argile bien battu, le trou du fond, et enfin on arrondit les bords.

La dessiccation du creuset a besoin d'être conduite avec beaucoup d'attention ; elle exige au moins trois mois, et ce n'est qu'après qu'elle a été parfaitement operée à l'air, qu'on peut se permettre de lui appliquer une chaleur artificielle pour le sécher complétement.

Cette dessiccation accomplie, le creuset est propre au service, et a 40 à 41 centimètres de hauteur, 17 à 18 de diamètre extérieur à la base, 22 dans sa partie renflée, et 17 à 18 à son bord supérieur. Les parois ont par le bas 40 millimètres d'épaisseur, par le haut 27. Sa capacité intérieure peut contenir 12 à 13 kilogrammes de matière fondue.

Il faut pour chaque creuset un couvercle épais de 32 à 33 millimètres, et un tourteau ou fromage de 10 à 11 cen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

timètres d'épaisseur, et dont le diamètre est le même que celui de la base du creuset. Ce couvercle se fait avec la même matière qui sert à fabriquer les creusets. Le fromage est en argile réfractaire, et se moule comme des briques.

3° *Recuit des creusets.*

Les creusets, parfaitement desséchés à l'air, sont déposés dans une chambre chaude, d'abord loin du poêle qui sert à la chauffer, puis peu à peu sur des gradins placés immédiatement sur le poêle même, et ainsi exposés à la plus grande chaleur que celui-ci puisse produire.

Ces creusets, à proprement parler, ne sont pas cuits avant d'en faire usage, ainsi que cela se pratique pour tous les vaisseaux servant aux opérations de fusion ; mais on les place, pendant qu'ils sont encore à la chaleur de la main, dans un fourneau à recuire, afin de leur faire subir une opération des plus nécessaires, et qui consiste à les faire passer graduellement de cette chaleur jusqu'au rouge, pour les préparer à supporter la température de la fusion des matières.

D'abord, on chauffe légèrement le fourneau à recuire, à moins qu'il ne soit encore chaud des opérations précédentes ; puis on y place quatre creusets remplis de charbon menu, on les coiffe de leur couvercle, qu'on tient soulevé par des tessons de vieux couvercles, afin que l'air puisse s'introduire dans leur intérieur ; on les retourne et on les place sur la grille du fourneau.

Lorsqu'on a bien espacé régulièrement entre eux ces quatre creusets, et qu'on a jeté quelques charbons incandescents sur la grille, on remplit le fourneau de charbon de bois, qui doit avoir depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle d'un œuf de poule. Des charbons plus menus passeraient à travers la grille; des charbons plus gros laisseraient pénétrer et s'élever le feu trop rapidement, et feraient éclater les creusets.

Au moment où on introduit les creusets dans le fourneau, on ferme en même temps la porte du cendrier, et on la lute avec de l'argile pour empêcher toute introduction de l'air.

On laisse ainsi les creusets exposés au feu qui se propage avec lenteur de bas en haut, et qui met ainsi à monter environ trois heures. Alors on donne un peu de tirage, en ouvrant très-légèrement la porte du cendrier ; on augmente successivement cette ouverture et le tirage, jusqu'à ce qu'enfin celui-ci ait atteint le plus haut degré de vivacité.

Ordinairement, il faut pour cela quatre autres heures, pendant lesquelles il faut ajouter de temps à autre du charbon. L'opération du recuit des creusets dure donc en tout sept heures, et l'on doit l'organiser de telle façon qu'elle se termine au moment même où vont commencer les opérations de fusion.

Du fourneau à recuire, les creusets passent immédiatement dans le fourneau de fusion de l'acier, après avoir été débarrassés avec soin, surtout à l'intérieur, de quelques charbons qui y sont adhérents

4° *Combustible.*

Pour fondre l'acier dans des creusets réfractaires, on a besoin d'une très-haute température. Celle-ci ne saurait être obtenue économiquement avec le charbon de bois ; au moins les essais qui ont été faits sous ce rapport, dans les fourneaux de fusion et avec de grands creusets, n'ont pas eu de succès. On est donc contraint de ne brûler que du coke de la première qualité, fabriqué dans les fours propres à cet objet.

5° *Acier-matière.*

Dans cet établissement, on ne fait pas, comme à l'ordinaire, usage d'acier cémenté comme matière, et on n'y fond que de l'acier naturel ou acier de forge.

On tire cet acier naturel des usines de Gittelde, en barres carrées, qu'on trempe et brise en morceaux ayant depuis 8 jusqu'à 27 centimètres cubes. Quelquefois, on s'en procure aussi à Schmalkad tout tiré en barres carrées.

6° *Chargement des creusets.*

Au moment où on brise l'acier en morceaux, on le soumet ordinairement à quelques épreuves pour s'assurer de la quantité de carbone qu'il contient. Pour cela, on en prend quelques échantillons dans la masse, de même qualité, qui doit être traitée à la fois, et on les soumet à la fusion avec la quantité de charbon qu'on juge nécessaire. Cette épreuve rapide indique la nature de l'acier fondu qu'on obtiendra de la masse, et la manière dont il faudra traiter celle-ci, ou bien les modifications qu'il convient d'apporter dans une deuxième épreuve, lorsqu'on juge celle-ci nécessaire.

C'est suivant les qualités particulières qu'on se propose de procurer à l'acier, qu'on règle la quantité de charbon qu'on doit ajouter à la masse dans le creuset. Ainsi, par exemple, il peut n'y avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucune addition de charbon à faire pour obtenir de l'acier soudable ; ou bien cette addition, pour produire de l'acier non soudable (ou mieux, de l'acier qui se soude moins aisément), est déterminée par les essais qui ont été faits.

Les essais multipliés qui ont eu lieu sur les deux principales sortes d'acier fondu qu'on produit, et des pesées fort exactes, ont démontré qu'en résumé l'acier soudable renfermait 1/120e de carbone, et celui qui l'est moins 1/90e.

Il est d'une haute importance de pouvoir obtenir plusieurs sortes intermédiaires d'acier fondu. On l'a tenté déjà à plusieurs reprises avec succès, et c'est un des grands avantages de l'établissement de pouvoir, avec des matériaux donnés, rectifier ou modifier, par un traitement différent, la quantité du carbone qui joue un rôle si important dans ces combinaisons.

On a essayé aussi de faire des alliages de diverses natures, principalement des aciers avec de l'argent ainsi que du wootz, mais on a rencontré quelques obstacles, et quoique les consommateurs aient considéré ces aciers comme de bonne qualité, on leur a reproché de manquer d'homogénéité, ce qui en a fait abandonner la fabrication.

7° *Personnel.*

Le personnel, pour la fonte des aciers, se compose d'un contre-maître, de deux fondeurs et d'un aide.

La chaleur intense à laquelle ils sont exposés, exige qu'ils fassent usage de quelques moyens de protection. Ces moyens consistent en une espèce de cuirasse, composée de plusieurs doubles de grosse toile de lin, cousus les uns sur les autres, et légèrement humectés, dont ils se recouvrent les jambes et la partie inférieure du corps ; ensuite, en chapeaux à grands bords, nécessaires pour garantir le visage et une partie du corps contre les brûlures que peut causer l'acier fondu qui se projette parfois hors des creusets ou le soulèvement des scories.

Un bon moyen pour ne pas être incommodé par une haute température et par un air rendu irrespirable et transformé en oxide de carbone, c'est d'avoir une éponge humectée avec de l'eau froide, ou mieux du vinaigre étendu d'eau. On attache cette éponge devant la bouche, ou bien on la tient entre les lèvres.

Les tentatives qui ont été faites pour garantir la vue avec des lunettes vertes n'ont pas réussi, parce que, d'abord, la monture n'a pas pu soutenir longtemps ce degré de chaleur, et ensuite parce que les yeux, cachés derrière les verres, souffrent bien davantage par leur échauffement que dans le cas contraire.

8° *Fusion de l'acier.*

Le recuit des creusets étant terminé, on commence immédiatement l'opération de la fusion de l'acier. D'abord, le fourneau est chauffé au point où les creusets, encore rouges, n'éprouvent pas de changement sensible de température quand on les transporte du recuit dans le fourneau, sur les tourteaux où ils doivent reposer.

Ordinairement on chauffe à la fois deux fourneaux, qui contiennent chacun deux creusets ; ces creusets y étant donc placés et coiffés de leurs couvercles, on jette dans le fourneau du coke léger et facile à enflammer, et on élève peu à peu la température des creusets jusqu'au rouge-blanc intense.

Lorsque le fourneau, au moment où on y transporte les creusets, est à une température trop élevée, le rouge-blanc arrive trop promptement, et il en résulte des fissures dans les creusets, tandis que s'il est trop froid, ou quand la grille n'est pas suffisamment garnie, ou que le coke est trop difficile à enflammer, les creusets éprouvent en commençant plutôt un refroidissement qu'une élévation de température, et l'air froid qui pénètre à travers la grille, y produit également des fissures.

L'appréciation du degré exact de température que doit avoir le fourneau, exige donc une expérience qu'on n'acquiert que par la pratique : toutefois, cette attention minutieuse n'est peut-être rendue nécessaire ici que par le retrait considérable de l'argile qui sert à fabriquer les creusets.

On ne commence ordinairement a opérer dans le deuxième fourneau qu'environ quinze minutes après, pour avoir le temps nécessaire au coulage des produits du premier.

Aussitôt que les creusets ont atteint la chaleur blanche, on enlève leur couvercle, et avec un long entonnoir en tôle, on les charge avec les matières, c'est-à-dire avec de l'acier naturel en morceaux, auquel on ajoute la quantité de charbon qu'on a jugé nécessaire ; on replace, aussi promptement que possible le couvercle, qui ne tarde pas à y adhérer par suite de la fusion superficielle des bords du creuset.

A dater de ce moment, on charge le fourneau avec du coke pesant de gaz,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et on commence à compter le temps que doit durer l'opération, sur une horloge placée dans l'usine.

C'est d'après des principes fondés sur l'expérience, et en ayant égard au tirage et à la température que les fourneaux prennent pour que la fusion soit complète, qu'on règle le temps au bout duquel cette fusion doit être opérée.

Pendant que la fusion s'opère, on veille à ce que le fourneau soit abondamment pourvu de coke, et que la grille soit tenue parfaitement propre. Seulement, environ une heure ou une heure un quart avant la coulée, on cesse d'alimenter le fourneau en combustible, et on laisse celui qu'il renferme se consommer, afin de découvrir le creuset et de pouvoir le saisir et l'enlever.

Au bout du temps prescrit, le contremaître enlève, avec une pince appropriée à ce service, le couvercle du creuset, et, d'un coup d'œil, juge de l'état de la fonte et de son degré de température, et s'il convient de procéder à la coulée. Si la fusion n'est pas complète, il recouvre le creuset et fait charger de nouveau le fourneau de coke.

Ce dernier cas, dans une usine bien dirigée, ne doit jamais, ou au moins très-rarement, se présenter, attendu qu'il y a toujours pour amener après coup cette fusion complète une grande consommation de combustible. Quant à l'enlèvement du creuset, il faut, pour l'opérer de suite ou le différer, se régler sur l'état de la température, attendu que l'acier fondu ne réussit bien à la coulée que quand on a saisi la température convenable.

En effet, si on coule l'acier trop chaud, il occupe relativement une capacité trop grande dans la forme, et éprouve ensuite un retrait si considérable, que toute l'enveloppe extérieure de la portion, qui a pris postérieurement ce grand retrait, est perdue. D'un autre côté, si l'on diffère trop longtemps la coulée, l'acier, dans cette opération, ne donne plus une matière d'une densité convenable, parce qu'il a manqué de la fluidité nécessaire.

Les formes ou lingotières dans lesquelles on coule l'acier, sont en fonte, et composées de deux pièces assemblées l'une à l'autre dans leur longueur, et maintennes par des frettes et des coins. Ces pièces réunies présentent ainsi un canal à section rectangulaire.

On fait usage, suivant le besoin, des formes les plus variées sous le rapport de la grandeur et de l'étendue de leur surface de section. Ainsi, il y a des formes qui peuvent recevoir l'acier de quatre creusets, ou de deux creusets, ou d'un seul. Ce sont ces dernières dont on se sert le plus communément; elles présentent une profondeur de 54 millimètres, une largeur de 81, et une longueur de 65 centimètres.

On fait chauffer les formes avant la coulée, et on les enduit, pour que l'acier y coule mieux, avec du goudron de houille, puis on les laisse refroidir jusqu'à la chaleur du corps humain, état dans lequel on les tient prêtes à la coulée, en les plaçant verticalement ou très-peu inclinées.

Lorsque le contre-maître juge que le moment de la coulée est arrivé, il saisit le creuset avec une forte pince et le soulève; les deux fondeurs l'assistent et opèrent le renversement de ce creuset et la coulée de la matière qu'il contient, à l'aide d'une tenaille dont les branches saisissent le creuset soulevé. Dans ce coulage, il faut apporter une certaine rapidité d'exécution que l'expérience apprend à déterminer lorsqu'on veut que l'acier fondu acquière la densité convenable, attendu qu'une coulée trop précipitée présente les mêmes inconvénients qu'une température trop élevée.

La coulée étant opérée, le creuset, sur le fond duquel le tourteau s'est fondu et soudé, est retourné et débarrassé, avec une tige de fer, des scories qui y sont adhérentes, puis déposé aussitôt dans un four à réserve qui a été préalablement chauffé.

On opère de la même manière sur le deuxième creuset, et pendant que tous deux sont déposés dans le four à réserve, les fondeurs nettoient les fourneaux de toutes les matières scorifiées qui pourraient s'y rencontrer. Pour cela, ils enlèvent la grille, et, avec le ringard, ils détachent des parois toutes ces scories.

Ce travail s'opère avec rapidité; quand il est terminé, on remet la grille, on tire les creusets du four à réserve, on les replace dans le fourneau, et on procède à une deuxième opération, qu'on conduit de même que la première.

Le nettoyage du fourneau, travail excessivement pénible, est la conséquence de la mauvaise qualité du combustible dont on se sert dans l'usine; avec du coke bien pur et de première qualité, il n'est pas nécessaire, et, en outre, on épargne tout le combustible nécessaire pour chauffer le four à réserve.

Ce n'est pas tout encore : un combustible qui n'est pas pur détruit très-promptement les parois du fourneau, ainsi que les creusets, et la quantité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scories qui se forment alors nécessite un personnel plus nombreux que cela ne serait nécessaire dans le cas contraire.

Par suite des matières scorifiées qui s'attachent aux tourteaux sur lesquels reposent les creusets, ceux-ci adhèrent avec tant de force sur l'aire du fourneau, qu'il faut non-seulement trois hommes pour les soulever, mais que l'aide, au moyen d'une tige en fer qu'il passe par-dessous entre les barreaux de la grille, manœuvre encore pour détacher toutes les parties qui sont adhérentes; autrement il pourrait arriver que le creuset, saisi fortement et soulevé par les efforts de trois hommes, cédât sous leurs efforts, ce qui ferait perdre en partie ou totalement la coulée.

Dans une première fusion, et lorsque les creusets sont chargés de 12 à 13 kilogram. d'acier, il faut en général de quatre à quatre heures et demie pour que la fusion soit accomplie. Dans une deuxième fusion, où les creusets sont déjà d'une capacité plus petite, et où l'on ne peut les charger que de 11 à 12 kilogram., l'amincissement de leurs parois ainsi que la température que possède déjà le fourneau, réduisent le temps de la fusion de 3 1/4 à 3 3/4 heures. La troisième fusion ne s'opère que sur 10 à 11 kilogram., et elle dure ordinairement 2 3/4 à 3 heures.

Lorsqu'on désire ou qu'il est nécessaire d'avoir des coulées plus pesantes, on peut charger jusqu'à 13 kilogram. de matière dans les creusets; ce qui ne doit toutefois se faire que lorsqu'il y a urgence.

Quelquefois on a essayé d'opérer une quatrième fusion dans les mêmes creusets; mais comme d'un côté, la résistance et la durée de ces creusets décroît rapidement avec le nombre des fontes, que les forces des ouvriers sont complétement épuisées par trois opérations successives, et d'un autre côté, que les deux fondeurs sont chargés aussi du recuit des creusets, on s'est décidé à renoncer à cette quatrième opération, quoique ces creusets offrissent encore une force suffisante après les trois premières.

Dans tous les cas, l'usure des creusets varie considérablement et paraît dépendre du tirage du fourneau. Dans les grands vents, les orages, les ouragans, les creusets sont attaqués avec violence. L'opération marche avec le plus de régularité dans les temps froids et calmes.

L'acier, à l'état fluide, peut se répandre et se perdre, tant par des crevasses que par des perforations qui se forment sur les parois des creusets; le succès de l'opération repose donc en partie sur la bonne fabrication de ces vaisseaux, et en partie sur les précautions qu'on prend dans leur emploi. Ainsi, il faut veiller à ce que ces creusets ne s'affaissent pas sur eux-mêmes; qu'ils ne se gercent pas à l'extérieur, ce qui exige que lors de l'enfournement et pendant la coulée, ils ne soient pas frappés par des courants d'air frais, et oblige à faire ce travail dans des chambres fermées au grand détriment de la santé des travailleurs.

9° *Forgeage ou étirage de l'acier fondu.*

Au bout de 5 à 10 minutes, les barreaux d'acier fondu peuvent sans danger être retirés des formes, mais il ne convient pas de les forger avant qu'ils soient refroidis, si on ne veut pas les voir s'égrener sous le marteau.

L'étirage s'exécute au moyen d'un martinet emmanché d'une longue solive et mis en mouvement par l'eau. Ce martinet doit, pour la bonne exécution du travail et pour précipiter les coups, être mu par un cylindre plus gros et comptant un plus grand nombre de cames qu'à l'ordinaire (14 cames). Dans ce dernier cas en effet, ils ne donnent que 220 à 240 coups à la minute, tandis que pour l'étirage parfait de l'acier il en faut de 280 à 300. Dans tous les cas, des martinets légers, marchant avec rapidité, conviendraient mieux à la nature de l'acier fondu que ceux en usage, parce que de cette manière on mettrait mieux à profit l'uniforme répartition de la chaleur, qu'on aurait moins à craindre l'égrenage, et que les crevasses, quand il s'en forme, s'étendraient moins loin.

Cette observation s'applique plus particulièrement à l'acier fondu tiré très-fin, qui ne peut être forgé convenablement et sans présenter des défauts, avec de lourds martinets.

Afin d'empêcher que le martinet avec ses coups multipliés ne vienne frapper à vide sur l'enclume, celle-ci, aussi bien que la panne du martinet, sont disposées de telle manière, qu'on peut former la carne et le plat du barreau sans que le forgeron change de place et cesse d'avoir le martinet du côté gauche. Pour cela, une moitié de l'enclume porte une partie étroite pour la carne, et l'autre consiste en une table carrée pour le plat.

Les fourneaux pour chauffer l'acier fondu ont les mêmes dimensions que ceux à réchauffer le fer en barre dans les forges à cingler le fer au martinet, seulement leur longueur n'est que les 2/3 de celle de ceux-ci, et on y a prati-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qué sur le côté une chambre où pénètre librement la flamme du foyer, et où l'on place les barreaux d'acier fondu pour les préparer à recevoir une plus haute température.

On réchauffait autrefois l'acier avec un mélange de coke léger et de bon charbon de bois, mais aujourd'hui on a abandonné entièrement le premier pour se borner au second qui procure une température moins élevée, il est vrai, mais plus uniforme. Les meilleurs charbons pour cet usage sont ceux des espèces de bois tendres, parce qu'ils donnent un développement rapide de chaleur.

C'est une règle invariable, quand on réchauffe l'acier fondu, de ne pas rester au-dessous de la chaleur rouge, et de ne pas dépasser le jaune ou le degré inférieur de la chaleur blanche.

Chaque barreau d'acier reçoit d'abord une première chauffe dans la chambre du fourneau indiquée ci-dessus, puis à la suite un passage préalable sous le martinet, pour donner de la densité aux parties poreuses internes, et pour rendre l'acier plus propre à se laisser pénétrer uniformément par le degré de chaleur convenable en diminuant sa surface de section.

Il est de la plus haute importance dans l'étirage de l'acier fondu, que la température soit très-uniformément répartie dans toute la masse, et qu'elle soit renfermée dans des limites convenables. Aussi cette opération ne peut-elle être exécutée que par les ouvriers les plus habiles et les plus attentifs. Si l'acier est à une trop haute température, il perd de ses qualités et s'égrène sous le martinet; quand on le forge au contraire à une température trop basse, les coups du martinet, surtout avec des barreaux de fortes dimensions, ne le pénètrent pas, et cet acier manque de la densité requise.

Une température inégalement répartie, qui par exemple ne pénètre pas jusqu'au centre des barreaux, a aussi des suites désastreuses. Il faut donc considérer un réchauffement préalable comme un moyen d'accroître la conductibilité à l'intérieur, et par conséquent comme une méthode utile.

Le forgeage exige, à cause de la rapidité des coups de martinet et des faibles dimensions auxquelles on doit amener les barreaux, une grande dextérité, surtout parce que l'acier, à cause de sa densité considérable, présente beaucoup de résistance, et en outre, parce que cette opération doit être beaucoup plus parfaite pour l'acier que pour le fer de même dimension.

Pour les sortes plates et de petit échantillon, l'étirage devient plus aisé, en ce qu'elles n'ont pas besoin d'être forgées à vives arêtes, ce travail pouvant leur être préjudiciable en donnant trop facilement lieu à des gerçures.

La rapidité avec laquelle se succèdent les coups du martinet ne permet pas de mesurer pendant le forgeage les dimensions des barreaux, et, par conséquent, le forgeron doit se laisser seulement guider par la vue. Au reste, quand il possède une bonne enclume présentant une table unie et une carne vive, et que le martinet est monté convenablement, il lui est aisé de planer et parer son ouvrage, attendu que l'acier fondu, par suite de la grande densité qu'il peut prendre à la forge et sous le marteau, est susceptible de recevoir une sorte de poli qu'on n'obtient jamais avec le fer, et, en outre, parce que l'acier fondu au moins pour les barreaux les plus minces qui sont forgés, même au brun-obscur, sont considérés à la forge comme des produits de bonne qualité, ce qui n'est pas généralement là le cas du fer, et contribue sensiblement à produire des barreaux d'acier fondu parfaits, irréprochables, et d'une texture parfaitement homogène.

Après le forgeage, chaque barreau est soumis à un examen sévère, et non-seulement on les affranchit en en coupant les bouts bruts, mais, en outre, on les délivre de toutes les défectuosités en creusant et enlevant toutes les parties qui en sont affectées. Ces extrémités et ces morceaux défectueux sont ajoutés en petites proportions aux chargements postérieurs des creusets.

Pour forger, il faut deux ouvriers, dont l'un chauffe et l'autre dirige le martinet.

Dans quelques cas, surtout quand il s'agit de barreaux d'acier fondu d'un très-faible diamètre, tel que l'acier rond, on a volontiers recours à des cylindres; alors l'acier, après avoir acquis la densité convenable sous le martinet, est traité absolument comme le fer en barre, si ce n'est qu'il faut beaucoup plus d'attention pour le réchauffer.

Il faut remarquer, toutefois, que l'acier fondu, à cause de sa densité et de sa dureté, exige, pour se parer et effacer les traces des passages, d'autres conditions que le fer, et qui ne doivent pas être perdues de vue.

10° *Des différentes sortes d'acier fondu.*

Déjà, en décrivant les procédés pour la fusion et le chargement des creusets,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a pu se convaincre que, sous le rapport de la qualité, et, en particulier, sous celui de la quantité de carbone qu'il contient, l'acier fondu devait présenter plusieurs sortes diverses. Néanmoins, pour ne pas apporter de confusion dans le commerce, l'établissement n'a d'abord divisé ses produits qu'en deux espèces, savoir : l'acier soudable et l'acier non soudable. Ces espèces se partagent ensuite en sortes de diverses dimensions, seule condition qui ait alors de l'influence sur le prix.

Pour faciliter le commerce de ce produit on a formé quatre sortes, ainsi qu'il suit :

1re sorte, en barreaux ou en lames de 380 millimètres carrés ou de section.
2e ——— de 169 et 264.
3e ——— de 95.
4e ——— de 42.

On prépare aussi les échantillons des plus petites dimensions, et le prix se fixe d'après les difficultés du travail. L'acier rond est rangé, suivant ses dimensions, dans les deuxième, troisième ou quatrième sortes.

Au-dessous de 66 millimètres carrés, on n'étire plus d'acier aux cylindres ; mais on peut obtenir aisément à l'argue des sortes rondes d'un moindre diamètre.

11° *Qualité des aciers fondus.*

Il n'est pas rare d'entendre les jugements les plus contradictoires portés sur la qualité des aciers, suivant que les artistes et les ouvriers qui les emploient savent ou non les travailler, ou se sont donné la peine d'en étudier les propriétés.

Les aciers d'Uslar, sans être complétement à l'abri de quelques reproches, se prêtent très-bien, ainsi que l'expérience l'a démontré, à tous les travaux des arts, depuis les plus délicats jusqu'aux plus grossiers.

L'acier soudable offre cet avantage sur l'acier anglais, qu'on peut le souder beaucoup mieux, et avec beaucoup moins de travail que celui-ci, quoiqu'il faille toujours apporter de l'attention à cette opération ; il est donc, par conséquent, plus propre à la fabrication des gros objets d'acier, tandis que l'acier anglais, par la finesse de son grain, la perfection qu'on peut donner à son taillant, est, malgré son prix plus élevé, meilleur pour donner d'excellents instruments tranchants.

La fabrication des faux fait, toutefois, exception, et elle a pris, dans le Sollingerwald, un développement considérable ; il faut même espérer que cet exemple sera imité ailleurs, et donnera lieu à l'application de cet acier à la fabrication de beaucoup d'autres objets de quincaillerie.

L'acier non soudable est excellent pour le tour et les machines à percer, comme étoffe pour les objets de coutellerie, ainsi que pour la fabrication des limes. C'est, du reste, ce que l'expérience a démontré depuis longtemps. On en a même fabriqué cette année avec succès de beaux instruments de chirurgie, ainsi que de magnifique coutellerie fine. En effet, la propriété dont il jouit de donner, par une température moins élevée à la trempe que les aciers anglais, des tranchants très-fins, le rend très-propre à cet usage. On lui a reproché, pendant quelque temps, d'être alors très-cassant, mais des perfectionnements apportés dans le mode de fabrication ont entièrement fait cesser les plaintes.

Cet acier est dépourvu de la faculté d'acquérir le plus haut degré de poli, qui est basé sur une très-grande densité ; mais, à cet égard, il est bon de faire observer que les améliorations apportées dans le coulage, ont fait disparaître les gerçures de sa surface, qui s'étendaient quelquefois à l'intérieur, et mettaient l'acier hors d'usage.

Le retrait des barreaux jetés en forme, après que la surface en est déjà refroidie, produit à l'intérieur des cavités vides d'air, qu'on parvient à faire disparaître à la forge et à amener à la même densité que le reste, tant qu'il n'y a pas d'ouverture correspondante à la surface par où l'air extérieur puisse pénétrer dans ces cavités.

Mais, dès qu'il existe malheureusement quelque communication entre ces cavités intérieures et la surface, il est impossible d'éviter une fissure ; par conséquent, on doit procéder avec le plus grand soin si on veut obtenir dans ces barres une surface unie, dense et continue.

L'acier fondu trempé a donné, ainsi qu'on en a fait l'essai, d'excellents coins pour frapper des monnaies et des médailles. L'acier soudable lui-même, où l'on sacrifie un peu de la dureté, a donné aussi dans ces épreuves de très-bons résultats.

Quoi qu'il en soit, tous les efforts doi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent être dirigés aujourd'hui vers un seul but, celui d'obtenir à la fois le plus haut degré de dureté avec une certaine élasticité ; c'est là le problème que la fabrication de l'acier fondu est appelé à résoudre.

12° *Prix courant actuel.*

En barreaux ou lames de	42 à 95	millimètres carrés de section,	2 fr.	15 c. le kilogr.
——— *Id.* ———	95 à 169	. . . . .	2	05
——— *Id.* ———	169 à 380	. . . . .	1	60
——— *Id.* ———	380 à 676	. . . . .	1	50

Cémentation du fer avec l'ammoniaque.

On a rappelé depuis quelque temps dans les journaux scientifiques ou industriels une méthode connue depuis longtemps pour cémenter le fer, et qui consiste à le couvrir avec du prussiate de potasse et à l'exposer en cet état à un feu de forge. Cette méthode paraît être fort bonne, et elle laisse le fer parfaitement net et exempt d'écailles et d'oxide, mais le prussiate de potasse a un inconvénient, c'est qu'il fond à une température un peu élevée comme de la cire sur les surfaces chauffées, et qu'il est sujet à couler sur les parties qu'on ne veut pas cémenter ; il vaudrait donc mieux faire usage de quelque substance qui présentât les mêmes résultats pour la cémentation du fer sans avoir les inconvénients du prussiate. La substance la plus propre à atteindre ce but, est le sel ammoniac ordinaire ou hydrochlorate d'ammoniaque des chimistes ; et quoiqu'il soit peut-être difficile de parvenir à expliquer le rôle que joue ce sel dans cette opération, les faits en sa faveur n'en paraissent pas moins bien constatés. Voici du reste la manière d'opérer :

On prend un morceau de ce sel proportionné à la masse du fer qu'on veut traiter, et on le fixe sur l'extrémité d'une petite verge de fer ou d'un clou, en appointissant celle-ci, la recourbant en crochet et plongeant dans la masse cristalline. Le fer qu'il s'agit de cémenter est chauffé au rouge, et lorsqu'il est dans cet état on le frotte sur les parties qu'on se propose d'aciérer pendant une ou deux minutes avec le sel ammoniac, en ayant soin de maintenir, pendant tout le temps, au rouge intense. L'ammoniaque ne s'étend jamais et ne coule pas au delà des points où on le frotte. Lorsqu'on juge l'opération terminée, on plonge immédiatement dans l'eau froide.

En tout temps on s'est servi dans l'aciérage du fer, dans certaines professions, du vieux cuir, de la corne, de la suie et autres substances qui renferment de l'ammoniaque, et Réaumur, dans ses recherches, a déclaré que ce sel lui avait fourni les meilleurs résultats parmi toutes les substances qu'il a essayés ; mais les indications de cet homme célèbre sont longtemps restées stériles : toutefois, il est à notre connaissance qu'on fait usage actuellement avec succès de l'ammoniaque dans quelques fabriques pour la cémentation d'un assez grand nombre de petits objets en fer.

Teinture des étoffes de laine dites mérinos et des laines filées.

Les étoffes qui portent le nom de mérinos sont, comme on sait, des tissus faits en laine peignée, filée et retorse. Ces tissus, à cause de leur texture serrée et du fil retondu qui les compose, sont plus difficiles à teindre que les autres étoffes de laine à texture lâche et à fil moins serré. Cette circonstance a obligé les teinturiers à renoncer autant que possible à l'emploi de certaines matières, employées généralement dans la teinture en laine, telles que la noix de galle, le sumac, le bois de campêche, le sulfate de fer ou couperose verte, attendu qu'avec ces matières les mérinos teints ne prenaient que des couleurs ternes et boueuses, et n'avaient jamais l'éclat et le brillant qui sont une des qualités recherchées dans ces tissus.

Beaucoup d'ateliers en France ont bien réussi dans la teinture en toutes couleurs des mérinos, mais on a presque partout gardé le secret sur les moyens employés ; au moins nous ne nous rappelons pas qu'il ait été publié d'ouvrage spécial sur ce sujet. Dans d'autres ateliers on n'a pas été aussi heureux, et on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'a pas atteint l'éclat et la pureté qui distinguent les produits des premiers.

Ces circonstances nous déterminent à faire connaître les principales recettes employées pour cet objet en Angleterre, où on réussit très-bien dans cette industrie, d'autant mieux que quelques-unes de ces recettes seront peut-être nouvelles pour nos teinturiers.

Dans ce qui va suivre nous supposons toujours que les étoffes ont été lavées, séchées, puis grillées de la manière employée aujourd'hui dans presque tous les ateliers de teinture et d'impression.

Nous prévenons aussi que les doses indiquées conviennent pour 25 kilogrammes de mérinos, et que tous les nombres donnés, à moins d'indication contraire, désignent des kilogrammes de mordants, de drogues, ou de matières colorantes.

Gris d'argent clair.—On jette 1/2 d'alun, 1 de tartre, 1 1/2 d'acide sulfurique anglais dans une cuve contenant de l'eau bouillante; on ajoute une petite quantité d'acide sulfo-indigotique (indigotine, dissoute dans l'acide sulfurique), et de 120 à 180 grammes d'orseille moulue; puis on donne à l'étoffe un bouillon dans ce bain pendant 20 à 30 minutes.

Gris jaunâtre et gris verdâtre.—On procède comme précédemment, excepté que le bain se compose de 1 d'alun, 1 de tartre, 1 d'acide sulfurique, et de 350 grammes de bois jaune.

Gris rougeâtre. — On teint dans le bain précédent, auquel on ajoute 1 d'alun, 3/4 de tartre, 1 d'acide sulfurique et 1/4 de garance.

Chamois — On jette dans de l'eau bouillante 2 de tartre cristallisé, 1/4 de bois jaune, 60 grammes de cochenille, 350 grammes de dissolution d'étain (1).

Ecarlate. — On mélange dans une capsule de porcelaine 2 de lak-dye en poudre, et 2,5 de dissolution d'étain, et on laisse en repos pendant douze heures. On dissout ensuite dans la chaudière 2 de tartre, on y ajoute la moitié de la dissolution de lak-dye, on fait bouillir pendant 15 minutes, on plonge l'étoffe dans le bain et on laisse bouillir pendant 3/4 d'heure, alors on évente, on ajoute au bain l'autre moitié de la dissolution de la lak-dye avec 1/2 de dissolution d'étain, et on donne un second bouillon de 3/4 d'heure. On égoute, on exprime, on lave, on fait sécher. Cette couleur le cède à peine à l'écarlate sous le rapport de l'éclat. On peut, par des additions de bois jaune, modifier les teintes.

Rouge rosé à reflet bleuâtre. — On dissout dans 1 d'ammoniaque caustique, 1/4 de cochenille, en chauffant pendant un quart d'heure; on étend de 4 d'eau, puis, dans une chaudière d'étain, on chauffe de l'eau jusqu'à l'ébullition, on y ajoute 1 1/2 d'alun bien exempt de fer, 3/4 de tartre cristallisé, la cochenille dissoute et préparée, et 1/4 de dissolution d'étain; on porte à l'ébullition et on donne à l'étoffe un bouillon de 20 à 25 minutes.

En augmentant la quantité de cochenille on a des tons plus foncés. Pour le rouge-rosé foncé, on prend moins d'ammoniaque et un peu plus de dissolution d'étain. Les étoffes ou les fils qui ne sont pas en laine blanchie ont besoin d'être souffrées avant l'opération.

Cramoisi au fernambouc (1). — On jette dans de l'eau bouillante 6 1/2 d'alun, 1 de son de froment, et on y fait bouillir l'étoffe pendant trois heures; on la laisse reposer, puis, au bout de trois jours, on la lave et on la plonge dans un bain tiède de 6 de fernambouc et 1 de potasse, et on l'y travaille une heure en élevant successivement la température, mais sans toutefois la porter à l'ébullition.

Une plus grande quantité de potasse rend la nuance plus bleuâtre.

Brun cannelle.— On fait bouillir 5 de bois jaune, 1 1/2 d'alun, 1 1/2 de tartre, 2 de camwood (espèce de santal), 1 de garance, 1 1/2 d'acide sulfurique anglais, et une petite quantité d'acide indigotique. On plonge l'étoffe dans ce bain, et on fait bouillir trois quarts d'heure.

Une plus grande quantité de bois rouge ou de garance donne une nuance plus rouge; plus d'indigo une nuance bronze. Le bain sert pour les suites, c'est-à-dire pour obtenir des dégradations de teintes du brun.

Brun foncé. — On ajoute à de l'eau, ou mieux au bain précédent, 8 de camwood, 2 de bois jaune, 1 1/2 d'alun, 1 de tartre, 1 d'acide sulfurique, et on donne à l'étoffe un bouillon de trois quarts d'heure.

Si la nuance n'est pas assez rouge, on fait bouillir encore une demi-heure avec addition de bois rouge.

(1) Composée de 12 d'acide hydrochlorique, 1 d'acide nitrique, 1,75 d'étain; le tout en poids. La dissolution est terminée au bout de douze à seize heures, et peut se conserver sans altération.

(1) En Angleterre, on ne se sert plus que de bois de teinture en poudre, qu'on met dans la chaudière même. Ce perfectionnement est déjà très-répandu en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La nuance la plus foncée s'obtient en ajoutant au bain de la dissolution sulfurique d'indigo.

Bronze. — Au bain précédent épuisé on ajoute 1 1/2 d'alun, 1 d'acide tartrique, 5 de bois jaune, 1 d'acide sulfurique anglais, et une petite quantité de dissolution d'indigo.

Vert olive. — 1 1/2 d'alun, 1 de tartre, 5 de bois jaune, 1 d'acide sulfurique anglais, 1/2 de garance, 1/2 de camwood, une petite quantité de dissolution d'indigo. On donne à l'étoffe un bouillon d'une heure.

On produit des nuances plus foncées avec l'indigo, et plus brunes avec le bois rouge ou la garance.

Bleu noir. On dissout dans de l'eau tiède 2 1/2 de sulfate de fer, on y passe le mérinos à teindre partagé en trois portions par tiers successifs, pendant un quart d'heure pour chacun, et on évente ou laisse refroidir. On élève la température du bain et on y passe de même l'étoffe par parties, pendant un quart d'heure; enfin on porte à l'ébullition, et on effectue un troisième passage également par tiers et de la même durée. Le mérinos reste ainsi froid et sans être lavé jusqu'au lendemain; alors on le passe dans un bain de 12 1/2 de campêche et 1 de tartre, d'abord chaud, puis qu'on porte un quart d'heure à l'ébullition; enfin on lave et on fait sécher.

Un peu de sel d'étain donne une nuance rougeâtre.

Noir charbon. On augmente la quantité de campêche et on prolonge la durée du bouillon.

Les mérinos teints en noir sont lavés et nettoyés avec de l'argile à foulon.

Bleu de roi pour fil et tissu. Dans 10 d'acide sulfurique anglais, on dissout 6 de *caput mortuum* (1), puis on prend 8 de cette solution et 1 1/2 de tartre, et on fait bouillir l'étoffe pendant une heure à un feu doux; on évente, puis on abandonne dans un lieu humide 3 à 4 jours, pendant lesquels on étend à plusieurs reprises. Au bout de ce temps, on lave et on travaille l'étoffe pendant un quart d'heure dans un bain tiède de 1 1/2 de prussiate de potasse et 1/2 d'acide sulfurique. On retire du bain, on ajoute 1/2 d'acide sulfurique et on donne un bouillon de demi-heure; on répète une seconde fois cette série de manipulations, on enlève, on lave et on fait sécher.

Les nuances rougeâtres s'obtiennent par l'eau froide, à laquelle on ajoute un peu d'ammoniaque. On produit des couleurs plus foncées en augmentant la dose du prussiate de potasse, ou bien en passant à une température peu élevée dans un bain faible de campêche.

Bleu de Saxe. On jette dans de l'eau bouillante 1/2 de son de froment, et au bout de quelques minutes 5 1/2 d'alun bien pur; on écume et on ajoute une petite quantité d'extrait d'indigo; on fait bouillir quelques minutes, on plonge les étoffes, on les travaille une demi-heure à une température élevée; on retire et on lave.

Le bain ne doit pas toutefois être porté jusqu'à l'ébullition, attendu que l'étoffe prendrait une nuance verdâtre.

Violet. On mordance avec 1/2 de tartre cristallisé, 2 1/2 d'alun et 1/2 de son, par une ébullition de demi-heure. On évente et on abandonne pendant 12 heures. On lave, puis on teint dans un bain tiède de 5 de campêche qu'on porte au bout d'une demi-heure à l'ébullition. On enlève, on évente; on ajoute au bain un peu de sel ammoniac; on travaille une demi-heure à une douce chaleur et on lave.

Une plus grande proportion d'ammoniaque bleuit la couleur.

Jaune citron. On fait bouillir 2 1/2 d'alun, 2 de bois jaune, 1/2 de dissolution d'étain, 1/2 de tartre cristallisé, pendant 8 minutes; puis on donne à l'étoffe un bouillon d'une demi-heure.

Jaune foncé. On double les doses du campêche et de la dissolution d'étain.

Orange bon teint avec la lak-dye. On procède comme pour l'écarlate, mais on prend moins de lak-dye et on ajoute 2 ou 3 de bois jaune.

Vert. La cuve au pastel et le campêche ne réussissent pas bien; il faut avoir recours à l'acide indigotique, au bois jaune et à l'alun.

Pour le vert tendre, on prend 4 d'alun, 4 de bois jaune et une petite quantité d'acide indigotique bien pur. On donne un bouillon de trois quarts d'heure.

Pour le vert foncé, on augmente la dose d'acide indigotique.

Rose de Berlin à reflet bleuâtre. Pour 2 de fil ou de mérinos, on fait dissoudre dans de l'eau chaude 60 gram. d'alun, 30 gram. de tartre cristallisé, 60 gram. de cochenille préparée à l'ammoniaque, 15 gram. de dissolution

(1) Le mémoire d'où nous extrayons cet article ne s'explique pas sur la nature de ce *caput mortuum*; mais c'est certainement le résidu de la distillation de la couperose verte, qui consiste en colcothar ou peroxide de fer, et qui, mélangé à de l'acide sulfurique, donne du sulfate de peroxide de fer ou sulfate ferrique. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'étain. On donne un bouillon pendant 20 à 25 minutes et on lave.

Pour préparer la cochenille, on fait digérer à l'aide de la chaleur sur 1 kilogram. de cochenille, 4 kilog. d'ammoniaque caustique, pendant 20 minutes, et on étend avec de l'eau pure.

La dissolution d'étain se compose de 5 kilog. d'acide nitrique, 5 kilog. d'eau, 12 kilog. d'acide hydrochlorique et de 720 gram. de grenaille ou de copeaux d'étain. On laisse reposer et on tire au clair.

Rose rouge français. On prend pour 30 gram. d'acide tartrique, 120 gram. de cochenille préparée comme ci-dessus. On fait bouillir pendant quelques minutes, on rafraîchit avec de l'eau froide, et on travaille sans porter à l'ébullition pendant 15 à 20 minutes.

Autre rose à reflet ponceau. On prend 90 gram. de sulfo-nitrate d'étain et 7,50 gram. de cochenille, et on donne un bouillon d'un quart d'heure.

La sulfo-nitrate d'étain s'obtient en dissolvant 720 gr. d'étain dans un mélange de 2 1/2 kilog. d'acide nitrique et 2 1/2 kilog. d'acide sulfurique anglais étendus de 5 kilog. d'eau.

Amarante. On teint en écarlate avec le lak-dye, comme il a été dit ci-dessus, et on donne un bouillon dans un bain auquel on a ajouté de 30 à 120 gram. d'orseille.

Brun bon teint. On fait bouillir 2 de campêche, 5 de santal, 2 de sumac pendant un quart d'heure dans l'eau, puis on y plonge l'étoffe; au bout d'une heure et demie on retire, on évente, on laisse refroidir, on ajoute au bain 2 de couperose verte et on donne un bouillon d'une demi-heure. Si on désire une teinte plus foncée, on ajoute encore un peu de couperose et d'ammoniaque caustique; on travaille sans ébullition pendant un quart d'heure et on lave.

Bronze bon teint. On fait bouillir 6 de bois jaune pendant une heure dans l'eau, puis on ajoute 3 de santal, 2 de sumac, et on fait bouillir un quart d'heure; on passe ensuite l'étoffe au bouillon dans ce bain pendant une heure et demie; on enlève, on ajoute 1 1/2 de couperose verte et 1 1/2 de couperose bleue ou sulfate de cuivre; on fait bouillir pendant une demi-heure. Une plus grande quantité de couperose verte donne un ton plus foncé.

Gris bon teint. On piète en bleu de cuve, on lave, puis on teint en rose de Berlin. En augmentant la dose de la cochenille on vire au violet.

Gris foncé. On donne un bouillon d'une demi-heure dans un bain de campêche, et on laisse refroidir. On ajoute alors 120 gram. de couperose verte et on passe sans bouillon. Une addition d'orseille fait virer au gris rougeâtre.

Vert bon teint. Pour 40 kilog. de laine non ouvrée, on fait bouillir 15 de bois jaune et 6 de quercitron pendant une heure. On ajoute 3 d'alun, 1 1/2 de tartre, 180 gram. d'acétate de plomb, 480 gram. de dissolution d'étain anglais; on porte à l'ébullition et on plonge la laine dans ce bain. Après qu'elle y est restée pendant quelque temps et lorsque la température commence à baisser, on ajoute 1/2 de potasse dissoute dans de l'eau; on abandonne jusqu'au lendemain matin, puis on passe au bain des guèdes.

Autre vert. On donne un pied bleu barbeau dans la cuve des guèdes. Puis on fait bouillir dans un bain de 8 de bois jaune, 6 de fustet, 3 de campêche auquel on a ajouté 4 d'alun, 1 de tartre, 1/2 de couperose bleue, 1/2 de vitriol de Salzbourg. On avive avec 1/2 de potasse et on ne retire que le lendemain matin.

Vert olive bon teint. On donne un pied bleu tendre dans la cuve des guèdes; puis un bouillon d'une demi-heure dans un bain de 25 de bois jaune, 2 de campêche, 1 de couperose bleue, 1 1/2 de tartre, 1/2 de garance, auquel on ajoute, quand la laine est teinte et a perdu sa chaleur, 1/2 de couperose verte. Au bout de quelques heures sans ébullition, on retire du bain.

Bronze bon teint. Pied de bleu perle et teinture avec 25 de bois jaune, 1 1/2 de tartre, 1/4 de vitriol bleu, 1 1/2 de garance, 2 1/3 de santal et 2 de curcuma, pendant 2 heures. On ajoute enfin au bain 1 1/2 d'une dissolution de couperose verte, et on avive à l'urine.

Brun foncé bon teint. Pied bleu barbeau dans la cuve des guèdes; bouillon de 2 heures dans un bain de 4 de bois jaune, 3 d'alun, 1 1/2 de tartre, 3/8 de couperose verte. On abandonne pendant 12 heures; on lave et on plonge dans un bain à la chaleur de la main, de 2 de campêche, 14 de fernambouc, 3 de sumac; on porte rapidement à l'ébullition qu'on soutient pendant trois quarts d'heure. Lorsque la température du bain est descendue, on ajoute 1 1/2 de couperose verte et on avive à l'urine. Si on désire un reflet bleuâtre, on supprime le bois jaune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carton photogénique.

Par M. A. Petzholdt, de Dresde.

Jusqu'ici on a cru que l'argent réduit chimiquement à l'état métallique, pouvait se présenter sous divers états d'aggrégation, suivant la nature du réactif qui avait produit la précipitation ou le mode de réduction, et qu'on l'obtenait tantôt blanc et tantôt noir. C'est une erreur. L'argent métallique réduit est toujours blanc lorsqu'il est pur, et ce qu'on a pris pour de l'argent noir n'est, d'après des expériences qui me sont propres, que de l'oxidule d'argent.

On connaît quelques corps organiques à réactions acides, tels que l'acide gallique, le tannin et beaucoup d'autres, qui mis en contact avec le nitrate d'argent, réduisent ce métal à l'état d'oxidule seulement, et qui, par conséquent, le précipitent sous forme d'un corps noir, tandis que quand on les fait agir d'une manière convenable sous l'influence de la lumière, ils donnent de l'argent métallique blanc pur.

En conséquence, si on enduit un papier avec un mélange d'une dissolution de ces acides et de nitrate d'argent, dissolutions qui doivent être amenées à un degré convenable de concentration, et qu'on soumette ce papier à l'influence des rayons solaires, on obtient de l'argent métallique blanc; mais si on laisse dans les ténèbres, le papier reste complétement noir.

En plaçant le papier ainsi préparé dans une chambre obscure, et en faisant tomber dessus l'image d'un objet quelconque qui traverse une lentille d'un court foyer, les parties claires de l'image restent blanches sur le papier, tandis que les ombres et toutes les parties sombres prennent des teintes plus ou moins noires. Dans le premier cas, il se forme de l'argent blanc réduit, et dans le second de l'oxidule noir. Un mélange de ces deux corps reproduit les demi-teintes de l'objet sur le dessin.

Le papier doit être exposé aux rayons solaires encore humide; lorsqu'il est sec, la lumière n'a plus d'action sur lui et l'image se trouve fixe.

Néanmoins, comme l'air est toujours plus ou moins humide et renferme toujours des quantités variables d'hydrogène sulfuré, il est nécessaire de garantir les images obtenues contre l'influence de l'eau hygrométrique de l'atmosphère et de l'hydrogène sulfuré, au moyen d'un vernis. Si on les abandonnait à l'air, ils pâliraient de plus en plus et finiraient par devenir entièrement blancs dans le premier cas et tout noirs dans le second, et dans tous les cas le dessin s'évanouirait.

Le carton de Bristol, matière il est vrai un peu chère, mais qui est parfaitement unie et préparée, me paraît éminemment propre à obtenir de cette manière des images photogéniques. Sa densité, le poli de sa surface, lui permettent très-bien de résister à l'action des lentilles, indépendamment de plusieurs autres propriétés qu'il possède et dont je ne parle pas.

Reproduction des planches gravées de cuivre par l'action voltaïque.

Nous avons sous les yeux une lettre du professeur H. Jacobi, de Saint-Pétersbourg, à M. Faraday, en date du 21 juin 1839, et dans laquelle ce savant s'exprime ainsi qu'il suit :

« Il y a longtemps que pendant mes travaux électro-magnétiques, un heureux hasard me conduisit à découvrir que par l'action voltaïque on peut obtenir des copies en relief d'une planche de cuivre gravée, et qu'une nouvelle copie inverse de celle en relief pouvait être fabriquée de la même manière; de sorte qu'on a là un moyen de multiplier avec étendue des copies en cuivre.

» Le procédé voltaïque reproduit les lignes les plus délicates et même microscopiques; les copies sont tellement identiques avec l'original, que l'examen le plus rigoureux ne peut y découvrir la moindre différence. Je vous envoie avec cette lettre un paquet renfermant deux épreuves de ces planches. L'une est la copie en relief d'un original gravé au burin, la seconde est la copie de celle-ci en relief, et par conséquent identique avec l'original; la troisième est la gravure originale, mais couverte de cuivre réduit.

» J'avais l'intention de faire une seconde copie, mais malheureusement les planches adhéraient si fortement alors, qu'il m'a été impossible de les séparer. Je ne puis dire la cause de cette union intime, qui est peut-être accidentelle, mais il paraît qu'elle existe seulement dans le cas où le cuivre, dont la surface subit la réduction, est friable, et par conséquent lamellaire et poreux.

» L'appareil dont je me sers est un simple couple voltaïque à cloison, dans lequel la planche gravée est mise à la place du plateau ordinaire en cuivre, que l'on plonge dans une solution de sulfate de cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» J'ai trouvé qu'il est toujours nécessaire qu'un galvanomètre à fil court fasse partie du circuit, de manière qu'on puisse juger de la force du courant et en diriger l'action ; ce qui s'opère en séparant plus ou moins l'une de l'autre les plaques électro-motrices, ou en modifiant la longueur du fil de jonction, ou enfin en diminuant plus ou moins le pouvoir conducteur du liquide du côté du zinc.

» Pour le succès de l'opération, il est d'une grande importance que la solution de cuivre soit toujours parfaitement saturée.

» L'action ne doit pas être trop rapide ; en 24 heures il doit y avoir environ 50 à 60 grains de cuivre réduit par pouce carré, et il est bien entendu qu'on doit réduire le sulfate de cuivre en faisant passer le courant d'un seul couple voltaïque à travers la solution, par des *électrodes* de cuivre ; l'*anode* s'oxidera autant que le *cathode* se couvrira de cuivre réduit, ce qui fournira au remplacement de la solution concentrée.

» Si on affaiblit la solution avec une eau chargée de quelques gouttes d'acide sulfurique, le courant devient très-énergique et constant, la décomposition se fait très-régulièrement, et le cathode gravé se couvre de cuivre d'une belle couleur rouge œillet.....

» Sous le rapport de l'importance technique, je ferai observer que l'on peut se servir pour le cathode gravé, non-seulement de métaux plus négatifs que le cuivre, mais aussi de métaux positifs et de leurs alliages (excepté le laiton), quoique ces métaux décomposent les sels de cuivre avec une trop grande énergie quand ils sont seuls.

» Ainsi, par exemple, on peut fabriquer des stéréotypes en cuivre que l'on multipliera autant qu'on voudra. Je vous enverrai un bas-relief en cuivre, dont l'original est une substance plastique qui s'adapte parfaitement à tous les besoins et à tous les caprices de l'art. Par ce procédé, tous les traits les plus délicats, principal mérite de ces ouvrages, sont conservés, tandis qu'ils sont sacrifiés par les procédés ordinaires, qui ne peuvent les rendre avec leur pureté... »

M. Th. Spencer, de Liverpool, s'est aussi occupé de son côté du même objet que M. Jacobi, mais il paraît avoir été plus loin et être parvenu avant lui à vaincre quelques difficultés qui avaient arrêté ce dernier.

M. Spencer s'est proposé 1° de graver en relief sur une planche de cuivre, c'est-à-dire de former une planche de cuivre qui aurait les traits en relief, au moyen de l'électricité ; 2° d'obtenir un fac-simile d'une médaille à dessin direct ou renversé, ou d'un bronze ou métal coulé et en relief ; 3° de tirer une impression voltaïque d'un plâtre ou d'un moulage quelconque ; 4° enfin de reproduire un nombre quelconque de fois les planches gravées au burin.

Quelques-uns des résultats obtenus par M. Spencer ont été admirés des connaisseurs par leur netteté et leur délicatesse, particulièrement les lettres, qui paraissent avoir été frappées au poinçon.

Nous entrerons dans quelques détails sur les procédés de M. Spencer qui viennent d'être publiés, et nous espérons que ce que nous allons dire suffira pour mettre sur la voie et faire voir jusqu'à quel point une cause qui paraît légère ou indifférente peut modifier les résultats.

1° *Graver en relief sur une planche de cuivre.*

On prend une planche de cuivre, semblable à celles dont se servent les graveurs; on soude un morceau de fil de cuivre sur la face inférieure, et on l'enduit d'une couche de cire, ce qui s'exécute au mieux en faisant légèrement chauffer la planche et la cire. Lorsque cette cire a été étendue bien uniformément, on écrit ou on dessine sur la planche avec un crayon de mine de plomb, ou une pointe. Alors on enlève la cire avec une pointe de graveur, en ayant soin particulièrement de débarrasser parfaitement de cire toutes les tailles jusqu'à ce que le cuivre soit à nu. L'outil dont on se sert pour cet objet doit avoir une forme telle que ces tailles ne soient pas en V, mais autant que possible rectangulaires et à parois parallèles.

Le dessin ou la gravure étant terminé, la planche est plongée dans l'acide nitrique étendu d'eau, par exemple, trois parties d'eau contre une d'acide. On s'apercevra que l'acide a la force suffisante par la couleur verte de la solution et par les bulles de gaz nitreux qui se dégageront de la planche.

On laisse la planche dans l'acide jusqu'à ce que les tailles découvertes soient légèrement corrodées, et pour que les moindres particules de cire, qui s'y trouveraient encore déposées, soient enlevées.

Ainsi préparée, la planche est placée dans une auge partagée en deux compartiments, par un diaphragme poreux ou cloison de plâtre ou de terre à potier. On remplit une des divisions avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solution saturée de sulfate de cuivre, et l'autre avec une solution saline ou acide.

La planche à graver en relief étant alors déposée dans le compartiment qui renferme la solution de sulfate de cuivre, on met dans l'autre compartiment une plaque de zinc de même dimension.

Alors on établit une communication métallique entre les plaques cuivre et zinc, au moyen du fil de cuivre soudé à la première, et le circuit voltaïque se trouve ainsi complet. L'appareil est abandonné, en cet état, à lui-même, pendant plusieurs jours.

A mesure que le zinc se dissout, du cuivre métallique se précipite de la solution de sulfate de cuivre partout où le vernis a été enlevé avec l'outil à graver.

Au bout de quelque temps, et lorsque le cuivre se sera déposé dans les lignes tracées dans la cire, la surface de la planche sera plus ou moins inégale et rugueuse, suivant la rapidité de l'action. Pour obvier à cet effet, on la frotte avec une pierre ponce unie et de l'eau. Alors on la chauffe, on enlève le vernis à la cire avec de l'essence de térébenthine et une brosse, et la planche est prête à être imprimée avec les presses ordinaires d'impression typographique.

Dans l'exécution de ce procédé, il faut avoir soin que la surface du cuivre soit parfaitement nette dans les tailles, autrement le cuivre qui se dépose n'adhérerait pas avec une force suffisante, et il se détacherait aisément quand on enlèverait la cire. C'est pour s'assurer que ce cuivre, mis à nu, est parfaitement net, qu'on plonge dans l'acide nitrique étendu.

Une autre cause de l'adhérence imparfaite du cuivre déposé, qui est encore signalée par M. Spencer, c'est la présence de quelque menue particule d'un autre métal, tel que le plomb qui, se précipitant avant le cuivre, forme une écaille ou couche très-fine, laquelle s'oppose à l'adhérence du cuivre qui se dépose postérieurement.

Cette circonstance peut, néanmoins, être mise à profit avec avantage dans quelques autres applications du procédé de M. Spencer, dans lesquelles on se propose de prévenir cette adhérence du cuivre déposé.

2° *Former une plaque solide voltaïque avec les tailles en relief.*

On prend une planche de cuivre, plomb, argent, ou alliage des caractères d'imprimerie, de la dimension requise pour l'impression lorsqu'elle aura été gravée.

Au rebours de la gravure ordinaire, les tailles doivent être plates au fond, et, autant que possible, de la même profondeur. Ainsi gravée, la planche de cuivre ou d'argent est chauffée, et on y applique une couche d'un vernis fait avec de la cire-vierge mélangée à une petite quantité d'essence de térébenthine. On en dépose une boule sur la planche, que la chaleur fait couler sur toute la surface. Lorsque cette couche est sur le point de se solidifier, on l'essuie et on enlève toute la cire ; une suffisante quantité a pénétré alors dans les pores de la planche pour prévenir l'adhérence du cuivre voltaïque.

On y soude un fil de cuivre.

Dans cet état, la planche doit recevoir deux couches d'un vernis épais, sur le dos et sur les tranches; vernis qui se prépare avec l'alcool et la gomme-laque. Si la planche a une grande surface, il vaut mieux l'encaster dans du plâtre ou du ciment romain, contenu dans une boîte de la dimension de la planche, en laissant en saillie les bords en bois de la boîte, au-dessus de la surface de la plaque qu'on désire rendre voltaïque.

Il faut faire bien attention, dans cet encastage, de maintenir toujours parfaitement nette la surface de la planche.

Cette planche est alors prête à être placée dans l'appareil où doit se faire l'opération.

Si la planche est de plomb, ou, ce qui est mieux, en métal d'imprimerie, il n'est pas nécessaire de la préparer à la cire, attendu que, lorsque le dépôt est formé à l'épaisseur convenable, il suffit de chauffer pour opérer la séparation des planches.

3° *Produire des fac-simile de médailles, etc.*

On y parvient par deux méthodes différentes.

La première consiste à déposer un moule du métal voltaïque sur la surface de la médaille, chauffée préalablement et enduite de cire ; puis, par une opération subséquente, à déposer du métal dans le moule ainsi formé. Ce moule exige également l'application de la cire.

La seconde méthode est plus expéditive ; elle consiste à prendre deux feuilles de plomb laminé (le plomb moulé n'ayant pas une malléabilité égale dans tous ses points), et dont les surfaces sont parfaitement nettes et exemptes de toute aspérité. On place la médaille entre ces deux feuilles, et on soumet le tout à l'action d'une presse à vis.

Une petite machine à copier sera bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisante lorsqu'il ne s'agira que d'une petite médaille, qui n'a qu'un faible relief; mais si la médaille était grande et présentait beaucoup de saillie, il vaudrait mieux creuser les feuilles de plomb, ou en enlever une certaine épaisseur au tour, dans le point où on place la médaille, pour que celle-ci ne soit pas détériorée par la pression, et que le fac-simile soit plus net et à vives arêtes.

On forme donc ainsi, pour les deux côtés de la médaille, un moule dans le plomb, où les détails sont reproduits parfaitement, mais renversés. On peut, de cette matière, former vingt ou même cent de ces moules dans une même feuille de plomb, et y déposer avec facilité du métal par le procédé voltaïque. En effet, plus l'appareil est considérable, et plus l'opération marche rapidement et a de perfection.

Les portions de la surface du plomb où il n'y a pas de moules imprimés, ont besoin d'être vernies pour neutraliser l'action voltaïque, ou bien on peut obtenir une feuille entière de cuivre, dans laquelle on découpe ensuite les médailles voltaïques.

On soude maintenant un fil de cuivre avec propreté au dos de la feuille de plomb, qui est prête alors à être mise en action.

Ceci ne s'applique, comme on voit, qu'à la formation d'un côté de la médaille seulement, et il faut beaucoup de soin et d'adresse dans les manipulations pour former les deux côtés. Il y a sans doute quelque méthode meilleure que celle indiquée; M. Spencer dit même en connaître une qui est préférable, mais qu'il ne fera connaître que lorsque les expériences auxquelles elle est soumise seront terminées.

4° *Obtenir une empreinte voltaïque d'un modèle en plâtre ou en terre.*

Ce procédé ne diffère pas du précédent; seulement lorsque les objets ou ornements en plâtre ou en terre sont recouverts de feuilles d'or ou bronzés, il faut y attacher un fil de cuivre qu'on y insère par derrière, et qu'on fait pénétrer jusqu'à ce que le bout ou la pointe apparaisse à la surface du métal, ou seulement vienne l'affleurer. L'autre extrémité du fil doit être attachée à la vis de communication qui l'unit au zinc comme dans les opérations précédentes.

5° *Obtenir un nombre quelconque de copies d'une planche déjà gravée.*

On prend une planche de cuivre gravée comme à l'ordinaire en creux; on se procure en même temps une feuille de plomb de même dimension; on pose dessus la planche et on les soumet ainsi, l'une sur l'autre, à l'action d'une presse très-puissante. Lorsqu'on enlève de la presse, le plomb présente en relief tous les traits que la planche portait en creux.

On peut opérer de la même manière, sur une gravure en bois, attendu que du plomb doux qu'on pressera dessus ne la détériorera pas.

On soude maintenant un fil de cuivre au plomb, on met celui-ci dans une boîte, et on place le tout dans l'appareil voltaïque. On forme ainsi une plaque de cuivre qui est un *fac-simile* exact de l'original.

Il faut avoir l'attention dans ce procédé, que le plomb soit parfaitement net et brillant, et tel qu'il sort du laminoir, et par conséquent, exempt de toute oxidation qu'il acquiert si promptement par son exposition à l'air. Il faut le soumettre à l'action voltaïque aussitôt que possible après qu'il a été retiré de la presse.

6° *Instructions pour la manœuvre de l'appareil.*

Ici une action lente, et la simplicité dans les dispositions étant les caractères principaux du procédé, il n'est pas nécessaire d'apporter dans l'opération cette attention minutieuse qu'exigent en général les expériences électro-magnétiques ou électro-chimiques; attention qui pourrait rebuter ceux qui ne sont pas habitués à ces sortes de manipulations.

Il est préférable, dans tous les cas, de faire usage, pour assurer le contact métallique, d'une vis de communication plutôt que de coupes de mercure; mais quand on se sert de la première, il faut que le fil de cuivre, dans le point de jonction, soit décapé et poli à l'éméri aussi bien que la pointe de la vis, là où elle presse sur le fil.

En soudant le fil de cuivre aux planches, il faut employer le moins possible de résine; le sel ammoniac ou l'acide chlorhydrique étendu remplissent beaucoup mieux ce but.

La plaque de zinc doit avoir des dimensions égales à celles de cuivre pour fournir les meilleurs résultats, attendu que l'experience a démontré, dans ce cas, où une action lente et égale est une condition nécessaire, que les électrodes positifs et négatifs (cuivre et zinc) doivent présenter une surface d'égale superficie.

Quoique les plaques de zinc amalgamées soient préférables toutes les fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on exige une intensité combinée avec la continuité de l'action, on ne peut, dans aucun cas, en faire usage dans les circonstances actuelles.

On trouvera encore qu'il est essentiel que l'épaisseur du zinc soit égale à celle du dépôt qu'on désire obtenir.

Le fond poreux du vase intérieur, contenant le zinc, doit présenter une superficie un peu plus considérable que celle des électrodes. On peut se servir pour cela d'un cylindre de verre sans fond ou de boîtes de bois vernies, fermées par un fond de plâtre, mais on recommande un vase de terre bien vernissé sans fond, avec un léger rebord pour assurer le fond de plâtre qu'on y adapte.

Le zinc, pendant la durée de l'opération, doit être enlevé de temps à autre pour en nettoyer la surface par le lavage.

La solution saline a besoin aussi d'être renouvelée :

Il convient d'ajouter de temps à autre quelques cristaux de sulfate de cuivre à la solution cuivrique ; mais, dans le cas où le dépôt du cuivre devrait durer pendant longtemps et avoir une grande épaisseur, il sera nécessaire de faire évacuer cette solution une ou deux fois pendant l'opération, et de la remplacer par une nouvelle, attendu que l'acide sulfurique, rendu nécessairement libre après la désoxidation du cuivre, empêche, quand il vient à prédominer, l'action d'avoir lieu sur le cuivre, à la place duquel il se dépose un sous-oxide, sous forme d'une poudre brun-rougeâtre, tandis que la solution est rendue incolore.

Lorsque cela arrive, il faut enlever la planche et la bien laver dans de l'acide nitrique très-étendu. Parmi les moyens qu'on peut employer pour enlever l'acide sulfurique qui devient libre, c'est l'argile pure, qui paraît donner les meilleurs résultats. L'acide se combine avec elle et forme un sulfate d'alumine qui se dépose au fond du vase

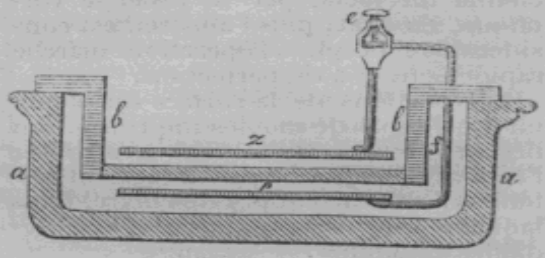
Lorsqu'un fil voltaïque est courbé, il se rompt sous le même angle que le cuivre fondu ; mais lorsqu'on le chauffe au rouge et qu'on le refroidit lentement, il prend la ductilité des feuilles de cuivre qu'on peut faire ployer à plusieurs reprises sans les rompre. Si on le bat sur une enclume, il redeviendra aigre et cassant.

On peut le limer, le polir et le couper avec des ciseaux à la manière ordinaire, et sa surface acquiert un poli fin comme le cuivre dont se servent les graveurs.

Si on exigeait un dépôt épais ou considérable de cuivre métallique dans un but pratique quelconque, il faudrait un temps assez considérable avant qu'il se forme par le moyen voltaïque ; mais il faut se rappeler que l'on peut souder la feuille de métal ainsi déposée sur une planche de cuivre, comme cela se pratique déjà dans les arts, sans nuire en aucune façon, à la texture ou à la surface du métal déposé.

Pour déposer du cuivre sur une épaisseur de 3 millimèt., il faut 8 à 10 jours d'action continue. L'étendue superficielle du dépôt n'entre pour rien dans la durée de l'opération.

7° *Description de l'appareil de M. Spencer.*

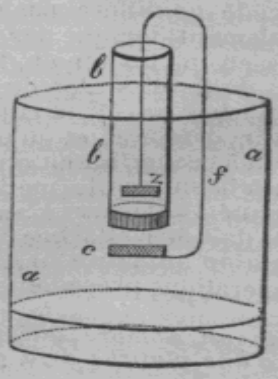


La figure première est une coupe de l'appareil auquel on peut donner les dimensions quelconques.

a est un vase en terre cuite qui contient une solution de sulfate de cuivre.

b un autre vase en terre ou en bois avec un fonds de plâtre qui s'ajuste dans le vase *a*, et qui contient la solution saline ou acide.

p est la planche sur laquelle il s'agit de déposer du cuivre métallique plongé dans la solution cuivrique, et portant un fil de cuivre *f*, qui la met en communication avec la vis *e*, soudée sur la plaque zinc *z*, qui plonge dans la solution saline.



La *fig.* 2 représente un appareil plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

simple ; mais sur le même principe que celui de la *fig.* 1. Cet appareil est plus convenable pour des expériences sur une petite échelle, ou pour prendre un *fac-simile* d'une petite médaille.

a est un verre à boire ordinaire, contenant la solution de sulfate de cuivre ; *b* un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, avec du plâtre, et contenant la solution saline ; *c* est la planche ou médaille sur laquelle on veut former le dépôt, et à laquelle est soudé un fil qui est courbé pour aller toucher une pièce de zinc *z*, placée près du fond du tube *b* dans la solution saline.

Alliage nouveau pour les caractères d'imprimerie.

Par M. Colson.

On lit ce qui suit dans plusieurs feuilles publiques :

« On sait combien est limitée la durée des caractères en usage jusqu'à ce jour, combien la netteté et la pureté des empreintes fournies par les caractères neufs s'effacent promptement, surtout depuis que par l'emploi des presses mécaniques ils sont soumis à une pression plus forte, plus difficile à régler que celle des anciennes presses à bras. Malgré le renouvellement fréquent et dispendieux de cette partie de leur matériel, les imprimeurs avaient peine à donner une perfection égale aux éditions sorties de leurs presses. La découverte que nous signalons va introduire de notables améliorations, ou peut-être même faire disparaître complétement les inconvénients qui entravaient les progrès de l'art en imposant aux imprimeurs des charges ruineuses.

» M. Colson, graveur et fondeur en caractères à Clermont, tout en donnant ses soins à une fonderie de caractères d'après l'ancien système, a fait depuis longtemps des recherches pour substituer un alliage nouveau à celui d'antimoine et de plomb qui est aujourd'hui employé. Les conditions essentielles de la nouvelle composition devraient être, plus de dureté et de résistance sous la pression, sans augmentation de prix. Les recherches de M. Colson paraissent avoir été couronnées de succès ; cet industriel est aujourd'hui en position de livrer aux imprimeurs des caractères de toutes sortes qui égalent en élégance et en pureté les produits estimés des fonderies actuelles, et qui, en outre, ont une durée pour ainsi dire illimitée. Il a été fait dernièrement une expérience qui donne une idée de la durée de la composition métallique inventée par M. Colson. Plusieurs lettres ont été frappées à coups de marteau sur une planche de cuivre, et elles y ont laissé leur empreinte sans éprouver d'altérations sensibles, comme auraient pu faire de véritables poinçons. Quant au prix de ces nouveaux caractères, il est exactement le même que celui des anciennes fontes.

» L'invention de M. Colson doit exercer une grande influence sur l'avenir de la typographie. L'impression des journaux surtout en retirera d'immenses avantages ; le tirage journalier et rapide d'un grand nombre d'exemplaires, au moyen des presses mécaniques plus ou moins parfaites, ruinait promptement leur matériel en caractères. M. Colson peut, dès aujourd'hui, leur fournir des caractères qui, suivant ses engagements, devront durer *dix ans*, et qui ne coûteront pas plus que les caractères actuels, qu'une année suffit à mettre hors de service. S'il en était ainsi, l'économie serait immense, et l'invention de M. Colson, après avoir été suffisamment expérimentée, mériterait d'être substituée à l'état de choses ruineux qui existe aujourd'hui. »

Préparation du tournesol avec des lichens indigènes.

Par M. Cantu, conseiller des mines à Turin.

Pendant longtemps on a cru que le tournesol en pain était préparé avec la matière colorante obtenue, par un procédé particulier, du *croton tinctorium;* Chaptal ayant démontré que la nature de ces deux matières colorantes est assez différente, et ayant réussi en outre à préparer le tournesol en pain, en se servant de la *variolaria orcina*, on peut dire que c'est lui qui a le premier dissipé cette ancienne erreur.

L'analyse chimique de la *variolaria lactea*, et l'examen comparatif des autres espèces de lichens indigènes, m'ayant fait entrevoir l'analogie de la nature chimique que ceux-ci ont avec la *variolaria orcina*, qu'on recueille en Auvergne et dans d'autres parties de la France pour préparer le tournesol, j'ai naturellement été conduit à tenter des essais avec la variolaire laiteuse, et le succès a répondu à mon attente.

On sait que les alcalis fixes principalement, en réagissant sur la matière im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

médiate colorante des lichens avec le contact de l'eau, lui font éprouver une modification particulière, et prendre une couleur d'azur violacé. En partant de ce fait, j'ai mélangé en proportions convenables de la variolaire laiteuse pulvérisée à de l'alun pur et à de la chaux délitée à l'air, et j'y ai ajouté une quantité suffisante d'urine pour former une pâte molle et coulante, et en retournant de temps à autre la matière déposée dans un vase d'une capacité double et placé dans un milieu ambiant dont la température était maintenue entre 15 et 20° C., j'ai obtenu dans l'espace de dix jours une pâte d'une belle couleur d'azur violacé, qui, séchée et réduite en poudre, a été ensuite mise en pain comme les produits du même genre qu'on trouve dans le commerce.

Ces produits, quoiqu'ils ne soient pas encore parfaits, appliqués à la teinture en soie et en laine, et à la préparation du papier de tournesol dont se servent les chimistes, m'ont présenté des résultats identiques avec ceux du tournesol du commerce, et que je pourrais même affirmer être plus satisfaisants encore.

Je m'occupe actuellement de la préparation du même produit, sans le secours de l'urine, et déjà je puis entrevoir que le succès sera aussi complet que celui que j'ai obtenu pour l'orseille et le *cudbeard* que j'ai préparé sans le secours de cette liqueur excrémentielle, et avec le seul emploi de l'ammoniaque liquide étendu d'eau, ainsi qu'on a pu s'en convaincre par l'examen des produits sortis de la fabrique du sieur Canonica, auquel j'ai communiqué tous les procédés.

Du mucilage des fucus ou varechs, et de l'emploi qu'on pourrait en faire.

Par M. S. Brown, de Haddington.

Dans l'automne de 1836, j'ai entrepris quelques recherches pour m'assurer si la matière mucilagineuse que renferment les fucus qu'on récolte aux bords de la mer ne pourrait pas recevoir quelque application utile. J'aurais désiré que ces recherches fussent plus étendues et plus complètes, mais je suis convaincu que, malgré leur imperfection, elles suffiront pour attirer l'attention des personnes placées dans des conditions plus favorables que moi.

Le professeur John a trouvé que 1,000 parties du fucus vésiculaire, ou chêne de mer (*fucus vesiculosus*) contenaient 40 parties d'une matière mucilagineuse rougeâtre avec une matière extractive couleur de chair et un peu de sulfate et d'hydrochlorate de soude; un acide propre, 20 parties d'une résine grasse, 30 parties de sulfate et d'hydrochlorate de soude, 128,9 parties de sulfate de chaux avec beaucoup de sulfate de magnésie, et une petite quantité de phosphate de chaux; enfin des traces de fer de silice et de manganèse, et pas moins de 780 parties de mucilage.

M. Gaultier de Claubry a constaté l'énorme proportion de cette dernière substance, qui n'est pas toutefois de l'albumine, et ne possède pas même une seule des propriétés de cette dernière substance. En effet, elle ne peut être coagulée par aucun des réactifs qui agissent sur l'albumine de l'œuf, et elle n'est pas même susceptible de coagulation; de même on ne peut parvenir à la précipiter par les réactifs qui agissent de cette manière sur l'albumine, tandis que d'autres réactifs qui sont sans action sur l'albumine la précipitent de ses solutions.

Cette substance ne peut pas davantage être considérée comme de la gélatine, puisqu'elle ne précipite pas par le tannin.

Ces caractères, qui lui sont propres, en font un véritable mucilage végétal analogue à celui qui est contenu dans les racines de la guimauve et dans la graine de lin.

L'acétate de plomb et les autres réactifs qui précipitent les matières mucilagineuses précipitent de la dissolution de ladite substance une matière blanche concrète. Si on ajoute à cette dissolution un peu d'hydrocyanate ferruré de potasse, avant de verser quelques gouttes de sulfate de zinc, il se forme un précipité composé d'hydrocyanate de zinc et de mucilage. Les autres hydrocyanates insolubles peuvent de même être précipités de leur solution, et l'on obtient de la même manière des combinaisons de mucilage avec les composés insolubles de chlore et d'iode.

Si on mélange à une solution mucilagineuse de fucus de l'hydro-sulfate d'ammoniaque, et qu'on y ajoute du nitrate d'argent, il se forme un précipité noirâtre qui consiste en mucilage et en sulfure d'argent. Tous les sulfures métalliques insolubles présentent le même résultat.

Enfin, quand on sait conduire l'opération, on parvient à préparer des combinaisons de ce mucilage et de celui de guimauve, avec tous les corps insolubles électropositifs composés de deux éléments.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Désire-t-on acquérir des preuves plus concluantes encore de l'identité de ces deux mucilages : il convient d'abord de faire observer que le mucilage de fucus donne, avec le borax, une gelée qui, lorsqu'on l'abandonne à la dessiccation, a un tel degré de ténacité qu'elle rompt les vases en verre dans lesquels elle a été déposée, et que lorsqu'on la fait bouillir avec de l'acide sulfurique, elle se transforme en une substance qui jouit des propriétés de la gomme arabique.

Néanmoins, j'ai eu l'occasion d'observer dans mes recherches qu'il existe des différences entre la gomme arabique et ce mucilage, ce dont il est d'ailleurs facile de se convaincre, puisqu'une dissolution de la première substance ne tarde pas à s'acidifier et à moisir, tandis qu'il n'en est point de même d'une dissolution de la seconde.

Je crois que John a évalué trop haut la quantité de mucilage contenue dans le fucus vésiculeux, quand il la porte à 78 pour 100. L'erreur dans laquelle il est tombé provient vraisemblablement de ce que le tissu cellulaire de la plante s'est transformé, par une longue ébullition, en une masse qui a au moins cela de commun avec le mucilage, qu'elle est précipitée par l'acétate de plomb.

J'ai retiré d'un *fucus palmatus* séché et par infusion, la moitié de son poids de mucilage. Les autres fucacées contiennent les uns plus, les autres moins de cette matière.

Pour obtenir des fucus du mucilage parfaitement pur, je n'ai trouvé rien de mieux que le procédé suivant :

Je pile le fucus après l'avoir fait sécher au soleil, puis je le fais macérer un ou deux jours dans de l'eau acidulée, que je renouvelle à plusieurs reprises. Lorsque les matières salines que la plante contient sont dissoutes, je la fais bouillir dans de l'acide sulfurique très-étendu qui détruit le tissu cellulaire, et par conséquent favorise l'évacuation des cellules dans lesquelles le mucilage est renfermé. J'agite cette solution avec du charbon animal auquel j'ajoute un peu de carbonate de baryte et une très-faible quantité de litharge; je jette sur le filtre, et enfin je fais dessécher au bain-marie. La masse sèche donne, lorsqu'on la pulvérise, et après qu'elle a été traitée par l'alcool pour la débarrasser du sel commun qu'elle renferme, un mucilage pur qui, traité à l'aide de la chaleur pendant quelque temps avec l'acide sulfurique, donne, ainsi qu'il a été dit, une substance entièrement et parfaitement semblable à la gomme arabique.

Il est donc démontré que le fucus vésiculaire de nos côtes renferme du mucilage en abondance ; que ce mucilage peut être séparé par un moyen facile des autres matières qui entrent dans la composition de cette plante marine ; qu'une dissolution de ce mucilage n'est pas sujette à la moisissure ; et qu'enfin, par un procédé d'une extrême simplicité, on le transforme en gomme arabique.

Comme le mucilage est une des matières organiques végétales les plus nourrissantes, et qu'on peut récolter des fucus en quantité prodigieuse sur nos côtes, on se demande naturellement s'il ne serait pas possible d'extraire de ceux-ci une matière alimentaire pour les hommes et pour les animaux.

Nous devons déjà à des fucus la soude, le chlore, l'iode, le brome, ne pourrait-on pas encore leur demander le mucilage qu'ils renferment?

Depuis les temps les plus anciens, en effet, ces plantes ont procuré aux hommes et aux animaux des matières alimentaires. Les Irlandais mangent leur *carrageen* qui provient du *fucus endiviæfolius*, et qui, sous le nom de *mousse d'Irlande*, est recommandé comme un aliment de facile digestion aux malades et aux personnes affaiblies. Les Écossais ont leur fucus sucré, *fucus saccharinus* qui est d'un goût fort agréable. Dans quelques pays maritimes, on mélange quelques fucus aux aliments des animaux. Aux îles Orcades, les bestiaux vont les chercher eux-mêmes au rivage quand ils ne trouvent pas une nourriture assez abondante sur les prairies sèches; et il n'y a absolument que lorsque les aliments sont très-abondants que les animaux les dédaignent à cause de la trop grande quantité de sels divers qu'ils contiennent.

En éliminant ces sels on parviendrait sans aucun doute à préparer en abondance une nourriture salubre et économique qui aurait beaucoup de prix pour les populations qui habitent les côtes septentrionales de l'Europe. Il suffirait, pour cela, d'écraser ces fucus et de les faire bouillir avec de l'eau aiguisée avec un peu d'acide sulfurique et hydrochlorique, puis de mélanger le résidu à du son, de la paille hachée, des tourteaux de graine de lin et autres matières semblables, à moins qu'on ne voulût faire consommer le résidu brut aux bestiaux.

Sous ces deux formes, les cochons et les mulets le mangent avec plaisir; quant au gros bétail, si l'on voulait le nourrir de cette manière, je crois pouvoir recommander le mode de préparation qui suit :

Il faudrait d'abord piler les fucus au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'une machine quelconque, puis les laisser macérer un ou deux jours dans de l'eau acidulée par un peu d'acide sulfurique, les laver ensuite à l'eau froide, puis les faire cuire pendant quelques heures avec trois ou quatre fois leur volume d'eau, filtrer la décoction et la rapprocher jusqu'à consistance de sirop, et enfin la mélanger au son ou à une autre matière pour en faire des espèces de pains ou de galettes. Ces galettes à l'état sec se conservent extrêmement longtemps et sont distribuées aux bestiaux comme les tourteaux des graines oléagineuses.

Du reste, on peut évaporer la décoction filtrée jusqu'à siccité et en former des tourteaux qu'on conserve pour le besoin. Je crois que cette industrie pratiquée en grand donnerait de gros bénéfices.

Je ferai encore une autre proposition: c'est d'extraire ce mucilage dans un aussi grand état de pureté que possible des fucus, puis, par une ébullition prolongée avec l'acide sulfurique, de le transformer en une substance qu'on pourrait substituer à la gomme arabique. Le procédé à suivre, dans ce cas, ne serait qu'une simplification de celui que j'ai donné plus haut, pour se procurer du mucilage pur.

Si on élevait une fabrication de ce produit, les résidus de la filtration, qui ne sont que les débris du tissu cellulaire de la plante, pourraient servir à la nourriture des bestiaux, tandis qu'on extrairait avec facilité des sels employés dans l'industrie des liquides de macération.

La gomme qu'on produirait ainsi serait propre à tous les usages auxquels on emploie la gomme arabique, et une fois répandue dans le commerce et mieux connue, je ne doute pas, à cause de son prix modique, qu'on ne lui donnât la préférence.

En terminant, je ferai remarquer que le Maure vit dans ses déserts en mangeant seulement six onces de gomme arabique par jour, tandis que sur nos côtes où croît en abondance une plante qui donne une aussi bonne gomme que les acacias du désert, on dédaigne celle-ci et on voit des hommes mourir de faim ou au moins se porter, par la misère, aux derniers excès (1).

(1) Nous convenons que le sujet que s'est proposé M. Brown mérite d'être pris en considération; mais les moyens qu'il propose pour extraire le mucilage des fucus ne nous semblent pas aussi simples et économiques qu'il le prétend; en outre, nous ne sommes pas persuadés qu'il débarrasse ainsi ce mucilage d'un goût particulier et peu agréable qui lui est propre; enfin, il faudrait être bien certain que cette matière, donnée comme aliment, ne renferme plus ni d'iode, ni de brome, substances qui pourraient avoir un effet nuisible sur la santé. Dans le cas où le mucilage serait transformé en matière gommeuse propre aux arts, cette pureté ne deviendrait plus aussi nécessaire.

Encre faite avec du pain.

Dans une séance de l'académie de Turin, M. le professeur Gené a présenté quelques échantillons d'un pain très-noir, dont se nourrissent habituellement les habitants de Baunei, Triei, Villagrande, et autres villages montagneux de l'Oliastra, en Sardaigne, ainsi que quelques-uns des glands d'Yeuse, avec la farine desquels ils fabriquent ce pain, et enfin, de la terre ferrugineuse avec laquelle se pétrit cette farine. La couleur noire intense de ce pain est attribuée par M. Gené à une précipitation du fer produite par l'acide gallique des glands, et il rapporte qu'il lui est arrivé plusieurs fois, lors de ses derniers voyages dans cette partie de l'île, de se servir de ce pain pour écrire, c'est-à-dire de le ramollir dans de l'eau, qui, mêlée à un peu de gomme arabique, devient une encre véritable.

Décoloration de l'encre.

M. Lavini, professeur à Turin, a fait connaître un cas qu'il a observé, et où tout l'encre à écrire, contenu dans un encrier, s'était complétement décolorée. En examinant de près les résultats, on s'aperçut que l'encrier était en zinc, et garni intérieurement à la partie supérieure d'une plaque de laiton. L'hétérogénéité des deux métaux avait donc détruit l'équilibre voltaïque, et sous l'influence des courants produits, l'encre s'était décomposée.

Ivoire artificiel.

Il vient d'être pris en Angleterre une patente pour la préparation d'une substance qu'on dit ressembler beaucoup à l'ivoire, et qui aurait les mêmes applications que cette précieuse matière. L'imitation, dit-on, serait si complète, qu'on aurait même peine à trouver quelque différence.

Les inventeurs sont MM. Boaden et compagnie, de Sheffield.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Perfectionnements apportés dans les machines à étirer, boudiner, réunir et filer le coton et autres matières textiles.

Par M. J. HOWARTH, manufacturier à Londres.

L'inventeur s'est proposé d'apporter des modifications aux broches et aux ailettes qui servent dans les machines à étirer, boudiner, réunir et filer le coton. Ces modifications consistent principalement dans des dispositions nouvelles de ces pièces et dans l'application d'un volant à ailettes pour régler le tirage du fil. Les figures qui représentent ces modifications (pl. III, fig. 15 à 18) sont ici appliquées en particulier à une *throstle* ou machine continue à tambour horizontal.

La fig. 15 représente en élévation et en coupe un tube D dont l'extrémité inférieure J est dilatée comme le pavillon d'une trompette, et qui peut tourner dans des cavités percées dans des barres I et H, ainsi qu'on le voit dans cette figure. Ce tube reçoit son mouvement du tambour placé sur l'arbre moteur au moyen d'une corde qui embrasse la poulie à gorge K qui fait corps avec lui.

La broche *e* repose sur une crapaudine *f* en forme de cylindre qui entre à frottement juste dans les barres porte-collets EE, où elle est maintenue dans sa position par un ressort à boudin *d* qui permet d'abaisser la broche en cas où un fil viendrait à casser, et de trouver l'extrémité rompue de ce fil.

Au lieu de terminer en pavillon l'extrémité du tube D, on peut aussi mettre à la partie inférieure de la poulie à gorge K, deux ailettes qui conduisent le fil sur la broche ou la bobine.

L'extrémité supérieure de la broche *e* est maintenue en place par un petit rouleau de même diamètre que la partie creuse du tube D et lui sert de bague. Ce rouleau repose sur une embase réservée près de cette extrémité de la broche sur laquelle il tourne librement, tandis qu'il est ajusté assez exactement sur cette broche et dans le cylindre, pièces entre lesquelles il est interposé, pour ne permettre aucune déviation latérale de l'axe de la broche. Cette disposition a pour but de maintenir la broche pendant son mouvement de rotation, tout en lui permettant de glisser verticalement dans le tube D lors du mouvement d'ascension et de descente des barres EE qui produit le renvidage égal sur toute la hauteur de la bobine.

Le moyen employé pour opérer le tirage ou pour tendre constamment le fil ou la mèche qui s'enroulent, moyen que je considère comme supérieur à ceux employés jusqu'ici, consiste en une feuille d'étain ou autre métal formant volant que je fixe à la partie inférieure de la broche; la résistance que l'air oppose aux ailes de ce volant, pendant la rotation, suffit pour donner un tirage ferme et uniforme au fil pendant le travail. Bien entendu que l'aire superficielle des ailes du volant est déterminée suivant la qualité ou la force du coton ou autres matières textiles dont la mèche se compose, le degré de finesse qu'elle doit avoir ensuite à la filature, et la vitesse qu'on donne aux broches. On peut rendre cette aire plus ou moins étendue en faisant le volant de deux pièces qui glissent l'une sur l'autre, ou par tout autre moyen mécanique.

Le fil entre par une petite ouverture *n* dans la partie supérieure du tube, puis il tourne une ou deux fois sur ce tube, y rentre par un petit œil *h*, et est enfin distribué sur la broche par le crochet *s* qu'on voit à la partie inférieure du pavillon J; par conséquent, lorsqu'on met le tube en mouvement, la tendance qu'il possède à entraîner la broche par les frottements et le tirage du fil se trouve modérée par le volant, et la vitesse de cette broche ou de la partie de la bobine sur laquelle s'enroule la mèche, varie avec le diamètre qu'elle acquiert, de manière à renvider cette mèche sous un tirage qui reste uniforme à mesure qu'elle est fournie par les laminoirs.

La fig. 16 représente en élévation et en coupe, une autre disposition qui permet de renvider sur une bobine, et où le tirage régulier du fil est également obtenu par un volant à ailettes. Dans cette figure, on voit que la broche *e* est portée sur une crapaudine munie d'un ressort spiral qui la maintient, mais qui permet aussi de la déplacer au besoin. La bobine Q peut tourner librement sur la broche, et les ailes du volant, qui est monté sur un petit tube R dont le diamètre intérieur est un peu plus grand que celui de la broche, sont en même temps insérées dans de petites fentes pratiquées sur la face d'une des embases

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou plateau de la bobine, afin que ces pièces puissent tourner ensemble.

La fig. 17 est de même une élévation et une coupe d'une disposition analogue à la fig. 16, mais avec des ailettes établies comme le montre la figure. Le mouvement est communiqué à ces ailettes par la poulie K.

La fig. 18 ne diffère de la fig. 15 qu'en ce qu'on a substitué des ailettes au pavillon, tout en conservant le volant de la broche.

On se figurera maintenant aisément la structure et la marche d'une *throstle* double établie d'après ces principes, et dont l'arbre moteur porte un long tambour horizontal en étain qui communique le mouvement à tous les tubes D (fig. 15), et finalement aux broches *e*. Ces broches sont montées sur les deux barres EE qui leur communiquent le mouvement vertical alternatif qui sert à former des couches régulières de fils sur toute la hauteur, par l'un des moyens en usage aujourd'hui. La mèche est livrée par deux rangs de bobines pour chaque côté, et placées au milieu du métier : de là elle passe entre trois rangées de laminoirs, puis entre, comme il a été dit, par le petit trou *n* au sommet du tube D, en ressort au-dessous de la barre H, se roule une ou deux fois sur la surface convexe de ce tube, rentre à l'intérieur par l'œil *h* un peu au-dessus de la barre I, descend à l'intérieur du pavillon J, et passe sur les crochets *s* pour s'envider enfin sur la broche ou la bobine.

Pour enlever les bobines ou les boudins de dessus les broches, on abaisse la barre EE pour que l'extrémité supérieure de ces broches sorte de dessous le pavillon J du tube ; alors les broches s'inclinent en avant et on enlève avec facilité les bobines ou les rubans qui les chargent. Dans le cas où un fil vient à se rompre, on arrête le tube avec une petite vis *g* garnie de peau à l'extrémité, pour ne pas endommager le tube ou par tout autre moyen, puis on abaisse la broche en appuyant sur la crapaudine mobile *f*, on introduit un fil de laiton recourbé en crochet par l'extrémité dans l'œil *h* ; on saisit le bout du fil rompu, on le passe par l'œil *s*, on le pose sur le crochet du fil, on le sort avec celui-ci par l'œil, on lui fait faire un ou deux tours sur le tube, et on le passe enfin par le trou *n*, où en sortant il est renoué au bout qui sort des laminoirs.

Sur les bois de teintures préparés par M. Vallery, à Saint-Paul-sur-Rille (Eure).

Par M. Bussy, professeur de chimie à l'École de Pharmacie.

Les bois colorants, pour pouvoir être employés en teinture, exigent toujours une division préalable, division qui doit être d'autant plus complète que le bois est plus compacte et la matière colorante moins facilement soluble dans l'eau. On se contente de réduire souvent ces bois en copeaux, soit au moyen de la hache, soit à l'aide de mécaniques qui agissent à la manière d'une varlope; quelquefois on les soumet à la trituration sous une meule en pierre, et l'on obtient ainsi des bois qu'on appelle *affilés*. C'est un mélange de fragments irréguliers, allongés, fibreux, imprégnés d'une poudre très-inégale.

Enfin, dans les derniers temps, on a introduit dans la teinture des laines, l'usage des bois réduits en poudre par le moyen de pilons.

M. Vallery prépare des poudres de bois de teinture par un procédé qui lui est propre, et à l'aide d'une machine dont il est l'inventeur; cette machine n'agit pas par écrasement ou trituration, mais à la manière d'une scie et en attaquant le bois perpendiculairement à la direction des fibres; il en résulte une poudre parfaitement égale, et qui présente avec les bois triturés par les anciens procédés, les différences suivantes :

Examinée au microscope, cette poudre paraît formée de fragments assez réguliers ; la section faite par l'instrument tranchant laisse apercevoir un grand nombre de cellules qui renferment la matière colorante et qui se trouvent divisées perpendiculairement à leur longueur. Les poudres ordinaires sont au contraire très-inégales; les filaments plus ou moins grossiers qui les constituent ont une forme allongée, fibreuse ; les cellules y sont moins complétement mises à nu et déchirées le plus ordinairement dans le sens de leur longueur, c'est-à-dire de la direction des fibres.

Il résulte de cette constitution des poudres, que la matière colorante doit être plus complétement et plus promptement extraite de la première que de la seconde, et qu'il doit y avoir économie de temps, de matière et de main-d'œuvre pour ceux qui l'emploient.

Il faut ajouter de plus, qu'en raison de la forme des fragments, ils peuvent se détacher facilement par le lavage de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la laine ou des tissus sur lesquels ils se déposent, ce qui est un très-grand avantage, puisqu'il devient possible alors de teindre directement dans le bain même où se trouve le bois de teinture, tandis qu'on ne le peut pas avec les bois triturés par les procédés ordinaires, leurs fibres s'enchevêtrant dans la laine ou s'engageant dans les tissus de manière à résister au lavage le plus complet.

Ces avantages ont été tellement appréciés par les teinturiers, que l'établissement de M. Vallery, qui n'a encore que quelques années d'existence, fournit annuellement plus de 3,000,000 de kilog. de ses produits au seul département de la Seine-Inférieure.

Non-seulement l'emploi du bois en poudre s'est généralisé, mais ce qui est un grand avantage, on est parvenu, à l'aide de cette extrême division, à pouvoir utiliser certains bois qui, sans cela, n'auraient pu être utilisés en teinture; tel est particulièrement le bois de santal rouge qui ne cède sa matière colorante qu'avec une extrême difficulté et qui n'avait aucun emploi jusqu'ici; on en consomme aujourd'hui des quantités considérables à Elbeuf et dans d'autres fabriques, particulièrement pour *piéter* les bleus de cuve.

Description de la machine à triturer les bois de teinture.

Pl. III, fig. 19 Élévation longitudinale de la machine.
20 Plan de la même.
21 Élévation vue par le bout.
22 Coupe transversale.
23 Plateau armé de couteaux.
24 Le même, vu de profil avec la mèche qui occupe le centre.
25 Porte-couteau, vu sous différents aspects.
26 Couteau pris entre deux plaques et serré dans son porte-couteau, vu en coupe.
27 Pièce centrale du plateau, vue en élévation et dessinée sur une plus grande échelle; elle sert de support à la bûche soumise à l'action de la machine.
28 La même, vue en plan.
29 Élévation et profil du chariot et crémaillère qui pousse la bûche contre le plateau à mesure qu'elle est rongée par les couteaux.
30 Vue de face du même chariot montrant les mâchoires au moyen desquelles la bûche est maintenue très-fixe par son extrémité postérieure.
31 Traverse et coussinet dans lequel tourne l'axe du plateau.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

AA Bâti en fonte de la machine.
BB Croix de Saint-André servant à assembler les deux côtés du bâti.
C Coussinet de l'arbre du plateau.
D Chariot qui glisse dans des coulisses sur des tringles *hh* (fig. 22 et 30) fixées le long de l'intérieur du bâti sur de petites portées.
E Crémaillère fixée sous le chariot.
F Pignon engrenant dans cette crémaillère.
GG (fig. 30) Mâchoires armées de dents qui saisissent fortement l'extrémité de la bûche.
H Plateau circulaire et vertical monté sur un arbre I et portant les couteaux ou lames d'acier *k* (fig. 26).
JJ Boîtes saillantes fondues d'une seule pièce avec le plateau, et recevant les couteaux serrés entre deux plaques par une vis de pression. Ces boîtes sont disposées en double spirale (fig. 23) sur le plateau, et au nombre de six; l'intervalle occupé par chacune d'elles est un peu plus grand que le 6e du rayon du plateau, afin que les couteaux se recouvrent un peu les uns les autres et coupent bien toute la surface que présente le bout de la bûche soumise à leur action, et qui est attaquée perpendiculairement à la direction de ses fibres. On n'emploie que le nombre de couteaux nécessaire suivant le diamètre de la bûche.
L Pièce de fer solidement fixée dans le centre du plateau (fig. 27) et terminée par une pointe quadrangulaire mobile armée d'une lame d'acier maintenue par une petite vis. La lame peut être avancée à mesure qu'elle est usée par le travail et le repassage; une encoche pratiquée dans la pièce L donne passage au bois coupé par la lame. Cette pièce est taraudée à sa base et sert d'écrou pour recevoir la vis de l'arbre du plateau et faire appuyer fortement celui-ci contre son embase M. Elle saille de 2 à 3 centimètres plus que les boîtes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

JJ. Son objet est de pénétrer dans la bûche que l'on veut réduire en poudre au moyen de la pointe quadrangulaire de sa lame, et en précédant les autres couteaux du plateau, de soutenir, comme le pourrait faire une forte pointe de tour, cette bûche d'une manière invariable.

N Anneau recevant l'extrémité de la bûche que l'on veut réduire en poudre; il est fixé au moyen de deux boulons sur le chariot, et soutenu derrière par une jambe de force.

O Roue d'angle montée sur l'arbre I et recevant son mouvement d'un pignon P ajusté sur l'arbre Q; sur cet arbre sont aussi montées les deux poulies R,R′ dont l'une est fixe et l'autre folle.

L'arbre Q tourne dans des coussinets dont l'un est fixé sur le bâti et l'autre sur une chaise en fonte S.

L'arbre I porte une vis sans fin T qui fait mouvoir la roue U. L'arbre incliné V de cette roue est muni à son extrémité d'un pignon d'angle X engrenant avec la roue Y montée sur l'arbre Z.

A l'autre extrémité de cet arbre (fig. 20) est monté le pignon *a* communiquant le mouvement à la roue *b* fixée sur l'arbre *c*, lequel porte un pignon *d* qui commande la roue *c*; cette roue, en faisant tourner l'arbre *f*, entraîne le pignon F, qui en engrenant dans la crémaillère E fait avancer le chariot.

Le pignon *d* n'est qu'enfilé sur l'arbre *c*; il peut être retiré à volonté au moyen de la poignée *g*; ce qui permet de faire fonctionner le pignon F et en même temps de reculer le chariot pour remplacer la bûche qui vient d'être rongée par une nouvelle.

Les engrenages qui font mouvoir le chariot, sont calculés de manière à ce que celui-ci avance d'un 15e de millimètre pendant une révolution entière du plateau H.

hh, règles sur lesquelles chemine le chariot; elles sont attachées contre les côtés intérieurs du bâti.

ii, vis destinées à serrer fortement les mâchoires qui retiennent la bûche sur le chariot.

j, jambe de force qui soutient l'anneau N.

k, couteaux ou lames d'acier qui rongent la bûche; ils sont pris entre deux petites plaques *ll* (fig. 26) et serrés par une vis de pression *m*.

n, pointe quadrangulaire mobile fixée au bout de la pièce L (fig. 27 et 28).

o, lame d'acier adaptée à cette pointe et serrée par la vis *p*.

q, encoche pratiquée dans la pièce L donnant passage au bois coupé.

r, crapaudine de l'arbre I.

s, poignée adaptée à l'un des rayons de la roue *e* pour ramener le chariot lorsque la bûche est débitée.

tt, coussinets de l'arbre Q.

Jeu de la machine.

La courroie, passée autour de la poulie R, fait tourner l'arbre Q, qui, par l'intermédiaire des roues d'angle O et P, imprime une vitesse de 36 à 40 tours par minute au plateau H. Le mouvement est transmis par la vis sans fin T fixée sur l'arbre I, à la roue U et successivement aux pignons X et Y, qui, en faisant tourner l'arbre Z et les pignons *a* et *b*, puis le pignon *d* et la roue *e*, font avancer le chariot à l'aide du pignon F et de la crémaillère E d'un mouvement lent et régulier.

Le produit de la machine est de 175 à 200 kilogrammes de poudre par jour; cette poudre est passée dans un blutoir à brosses, d'où elle sort d'une finesse et d'une égalité parfaite.

Poulie extensible.

Par M. Chapelle.

Dans les arts mécaniques, on a souvent besoin de faire varier la vitesse relative des différentes parties d'une machine. Pour cela, on cherche souvent à accroître la vitesse du moteur principal. Mais, outre que ce moteur n'est pas toujours susceptible de prendre une vitesse plus accélérée, on s'expose à des pertes de forces vives qui rendent le travail plus dispendieux. On a donc généralement recours à une ressource mécanique vulgaire, qui est de modifier les rapports des engrenages dans les roues qui commandent ou sont commandées, ou bien on fait usage de poulies ou tambours d'un plus grand ou d'un plus petit diamètre, de cônes différentiels, de cônes à expansion ou universels, etc. Le changement de roues, de poulies ou de tambours, ne peut souvent s'effectuer qu'avec une grande perte de temps, et d'ailleurs il ne peut avoir lieu aussi fréquemment que l'exigerait la conduite régulière d'un travail journalier, et dont les conditions peuvent varier en peu d'instants. D'un autre côté, les cônes ont l'inconvénient,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand ils consistent en plusieurs poulies réunies, de diamètre décroissant, de ne pouvoir graduer convenablement le mouvement, ou, quand ils sont unis, de laisser glisser facilement les courroies vers leur pointe, et de présenter par conséquent une grande irrégularité dans leur transmission de mouvement. Indépendamment de cela, on ne peut pas toujours imprimer à volonté un mouvement de va-et-vient à ces cônes; et lorsqu'on rejette sur une de leurs portions la courroie, il arrive souvent que celle-ci ne tourne plus dans le plan de la roue qu'elle mène, ce qui fatigue les axes, dégrade les engrenages et détériore les machines.

Nous avons vu, à la dernière exposition des produits de l'industrie, un nouveau moyen qui a été appliqué par M. Chapelle, mécanicien, rue du Chemin-Vert, n° 3, à Paris, à sa belle machine à fabriquer le papier continu, et destiné à satisfaire aux conditions du problème mécanique que ne remplissent qu'imparfaitement les roues dentées, les poulies, les tambours et les cônes. C'est une poulie extensible dont peu de mots suffiront pour comprendre le mécanisme, quand on aura jeté les yeux sur les figures que nous en donnons, planche III.

La fig. 32 est la vue de face de cette poulie extensible.

La fig. 33, la coupe de cette même poulie sur la ligne R S de la fig. précédente.

La fig. 34, la section verticale du corps de cette même poulie sur la ligne T U.

La poulie se compose d'un moyeu ou noyau **A**, enfilé comme à l'ordinaire sur un arbre de couche. Un plateau circulaire faisant corps avec ce noyau, et ayant par dessous six arêtes équidistantes pour le renforcer, porte sur l'autre face, au dessus de ces arêtes, et sur chacune d'elles, trois potences, *a*, *b*, *c*, percées de trois trous, dans une direction bien perpendiculaire à l'axe géométrique de la poulie. Dans ces trous passe à frottement une tige *t*, qui est filetée entre la première et la seconde potence, à partir du moyeu, et dans ce même intervalle est placé un écrou taraudé *r*. Sur le sommet de la tige, on a fixé avec une clavette une jante *x*, ou segment d'un sixième de circonférence.

On conçoit que, lorsqu'au moyen d'une clef on tourne l'écrou *r*, on fait monter ou descendre la tige *t*; on éloigne ou on rapproche concentriquement la jante du moyeu.

Il était très-important que, dans l'extension, les six jantes de la poulie pussent s'éloigner simultanément, et d'une même quantité, afin de conserver à la courroie une même tension sur toute la circonférence, et un mouvement uniforme. On y est parvenu en montant sur chaque écrou une roue d'angle, et en faisant engrener les six roues les unes dans les autres, et les rendant solidaires entre elles. Il est bien clair, en effet, que les filets des tiges *t* étant de même pas, ainsi que les écrous, et ces derniers portant des roues d'angle qui ont toutes le même nombre de dents, un même nombre de tours d'écrou doit élever d'une même quantité toutes les tiges, et de plus, que ces roues étant toutes nombrées de la même manière, et se commandant ou étant commandées réciproquement, il suffira d'en tourner une seule, en faisant marcher son arbre avec la clef, pour que toutes les jantes s'éloignent simultanément d'une même quantité du moyeu, ou pour que la poulie éprouve une extension uniforme qui accélérera la vitesse de la courroie dans le rapport du diamètre ancien au diamètre nouveau qu'on fait prendre à cette poulie.

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques pour reproduire des pièces analogues.

Par M. J.-H. Ibbetson.

Dans le travail qui va suivre, on a adopté la marche que voici :

1° Description d'un support à coulisse;

2° Origine du chariot et observations sur les parties nouvelles qu'il présente;

3° Description détaillée de ce chariot;

4° Modèles exécutés sur le tour excentrique, et manière de les obtenir;

5° Modèles obtenus à l'aide du chariot excentique, composé et perfectionné par moi;

6° Enfin, notice sur le chariot géométrique.

1° *Support à coulisse.*

La planche T, n° 1, fig. 1, présente une vue perspective du support dont je me suis toujours servi; il est très-simple, peu volumineux, et aussi complet que commode en tout ce qui concerne le tour excentrique. Il a été construit par MM. Holtzapffel; mais depuis que je m'en sers, j'y ai fait plusieurs additions et perfectionnements, et j'en ai beau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup étendu la puissance d'action mécanique.

Le plateau du support à coulisse, qu'on voit en AA, est fixé sur l'établi du tour par une vis, à la manière ordinaire; BB est une pièce attachée à ce pied par une tige passant dans une boîte en saillie; au moyen de la vis de pression *a*, placée sur le côté de cette boîte, la tige est maintenue solidement, de manière que BB se trouve à la hauteur voulue par rapport aux jumelles du tour, et sous toutes les inclinaisons demandées par rapport à l'arbre. CC glisse d'un bout à l'autre de BB, et est mu et fixé à la place exigée par la vis longitudinale, qu'on ne peut apercevoir dans le dessin, mais dont on voit en *b* la manivelle qui sert à la manœuvrer. DD glisse, en avant et en arrière, dans la pièce CC, à angles droits avec BB. L'outil qui doit faire le travail se loge dans la platine *ee*, et il y est maintenu fixe par la vis à tête carrée qui traverse le socle. A l'extrémité de la coulisse DD, sont deux vis de rappel *dd*, servant à régler la profondeur et limiter la taille de l'outil.

Les tranchants des outils sont façonnés triangulaires, carrés, ronds, etc., suivant le goût et la fantaisie de l'ouvrier. Pour tourner la surface de l'ivoire ou du bois à laquelle je désire ajouter des ornements, je me sers habituellement d'un outil à tranchant rond que j'affûte à la main sur une pierre; mais pour affûter mes outils triangulaires, carrés ou plats, je me sers d'une machine de MM. Holtzapffel, à l'aide de laquelle on peut obtenir avec certitude l'angle de tranchant que l'on désire, quel que soit cet angle. Cette machine à dresser les outils angulaires est très-commode, si même elle n'est pas tout à fait nécessaire pour que l'ouvrier puisse affûter son outil aussi souvent qu'il lui plaît pendant qu'il travaille la pièce sur le tour. Sans cette machine ou quelque autre du même genre, il ne serait pas prudent à lui d'interrompre le travail pour affûter l'outil, dans la crainte d'altérer l'angle de l'outil, et de gâter dès lors son ouvrage.

2° *Le chariot.*

Des chariots excentriques composés de divers modèles ont déjà paru dans le public; il y a une description de l'un d'eux dans le *Manuel du tourneur*, et MM. Holtzapffel, et autres mécaniciens, en construisent depuis longtemps. Celui que je vais décrire, diffère essentiellement, dans la construction, de ceux qui ont été connus jusqu'ici, et je l'offre comme infiniment plus puissant et comme un instrument que je n'avais jamais livré à la publicité, ne l'ayant montré et expliqué qu'à deux ou trois de mes amis.

Mon chariot excentrique composé, tel que je m'en sers maintenant et qu'il est représenté dans la gravure de la planche T, n° 1 (fig. 2), a été modifié plusieurs fois avant d'arriver à cet état de perfection. Ces perfectionnements en ont beaucoup simplifié la construction et lui ont en même temps donné des moyens d'ajustage et de production de quelques modèles qu'il n'avait pas avant et que je n'ai vus à aucun chariot excentrique, que je connaisse, quelque compliqué qu'en fût le mécanisme. Au reste, je vais donner d'abord une description de mon chariot, avec lequel j'ai exécuté tous mes modèles; mais avant d'entrer dans les détails de son état actuel, j'expliquerai les perfectionnements dont j'ai parlé tout à l'heure.

Dans la planche T, n° 1 (fig. 2), les deux pièces du mouvement circulaire sont vues avec leurs cercles rapporteurs, divisés en quatre-vingt-seize, ainsi que les roues d'engrenage à quatre-vingt-seize dents, avec leur déclic.

Dans l'origine, ces deux pièces étaient divisées autrement; le bord de celle qui est le plus près de la tête du tour (indiqué par L), avait un rateau, sur lequel agissait une vis de tangente, et portait 288 divisions; tandis que le bord de l'autre pièce circulaire, attaché à une seconde plaque de couche, était divisé en quatre-vingt-seize dents, et marchait par déclic. La vis tangente, qui agissait sur le bord, alors en L, était fixée dans le manchon taraudé, comme l'est la vis *dd*, et mobile sur l'une de ses extrémités comme centre, et à l'autre était une griffe qui maintenait la vis tangente sur le bord denté de la circonférence, ou bien détachée de ce bord à volonté. La vis tangente faisait donc ainsi les fonctions de déclic; en même temps, lorsqu'on tournait la vis, le cercle pouvait s'arrêter au point voulu; un anneau de bronze fixé à la tête de la vis tangente, était divisé en cent parties, de sorte que la faculté de division était fort grande. La vis tangente agissant sur un rateau offre bien un système complet, mais il y a, dans la pratique, des difficultés d'exécution qui m'ont amené à l'adoption du système d'encliquetage. J'ai trouvé aussi que le nombre 288 des divisions du cercle ne s'accordait pas, pour l'ajustage angulaire, avec le nombre quatre-vingt-seize, qui était celui des dents de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la roue d'engrenage. Le changement que j'y ai fait, consiste donc en deux pièces circulaires mobiles, de tout point semblables, avec une division en quatre-vingt-seize dents, marchant à déclic. Avec les machines que je possède, je ne trouve aucune difficulté à tailler le bord du cercle, en un nombre quelconque, qui soit divisible par un autre nombre : je l'ai arrêté dernièrement à 272 divisions, nombre divisible par 136, 68, 34 et 17.

La fig. 3 présente un plan de la plaque de couche et du coulisseau du chariot ; les pièces du mouvement circulaire dont je viens de parler sont fixées au coulisseau GG et au centre, indiqué par deux cercles tracés. Ainsi, par le moyen du coulisseau, les pièces du mouvement circulaire peuvent être placées excentriquement l'une par rapport à l'autre, et par rapport au mouvement de l'arbre. Supposons maintenant qu'il faille placer 96 cercles ou points (1) successivement sur la courbe d'une ellipse dont le diamètre transverse est de 76 millimètres 199, et le diamètre conjugué de 50 millimètres 799. Voici la manière dont on y parvient en se servant du chariot excentrique composé :

Ajustez et fixez la pointe génératrice du tranchant de l'outil, de manière à ce qu'elle coïncide avec le centre de mouvement de l'arbre, comme si l'on voulait tracer un point, ou bien à une distance du centre de cet arbre égale au rayon du cercle à décrire. Alors, faites mouvoir le premier coulisseau du côté de la tête du tour (G, G, fig. 5), en tournant les vis (*d*, *d*, fig. 2) de 6 millimètres 25, à partir de la position centrale, et le second coulisseau de 31 millimètres 25, ou disposez les pièces du mouvement circulaire de manière que les pointes indicatrices soient à la division 96 sur toutes deux : faites marcher le tour, et la pointe de l'outil décrit un cercle. La pièce du mouvement circulaire près de la tête du tour, est alors amenée à deux divisions plus loin, la pointe indicatrice arrivant à la division 2 ; l'autre pièce circulaire est poussée d'une division en sens contraire, pour que son index soit sur la division 95. Alors on décrit un autre cercle. La première pièce circulaire marche de nouveau de deux divisions, ce qui place l'index à la division 4. L'autre pièce circulaire ne marche encore que d'une division en sens contraire, son index arrivant à la division 94, et l'on décrit un troisième cercle comme précédemment. On continue cette marche relativement aux pièces du mouvement circulaire, jusqu'à ce que la figure soit complète ; la pièce près de la tête du tour se mouvant de deux divisions dans sa direction, tandis que l'autre pièce ne se meut que d'une division chaque fois, et en sens contraire.

Le nombre de beaux dessins que l'on peut obtenir ainsi par la simple combinaison des deux pièces circulaires, en ajustant leurs mouvements d'après ce principe, est vraiment inconcevable. Des cercles consécutifs peuvent être arrangés, non seulement suivant des courbes elliptiques, mais suivant des courbes en forme de cœur ; suivant des lignes droites, des triangles, des carrés, des polygones, en dedans et en dehors des figures tracées. Dans les figures elliptiques, le rapport d'ajustage entre les deux mouvements circulaires est de 2 à 1, en sens contraire. Si l'un des mouvements circulaires marchait de quatre divisions chaque fois, et l'autre de deux divisions en sens contraire, le modèle elliptique se composerait de quarante-huit cercles successifs ; si l'un marchait de huit divisions et l'autre de quatre, le nombre des cercles consécutifs du modèle serait de vingt-quatre. Et c'est ainsi que l'on peut toujours régler le nombre des cercles consécutifs, avec ce même rapport d'ajustage des coulisseaux et des pièces du mouvement circulaire. Si le dernier marchait dans la même direction au lieu de marcher en sens contraire, le modèle se composera de deux ganses intérieures. Si le rapport d'ajustage entre les deux mouvements circulaires était égal (c'est-à-dire s'ils marchaient du même nombre de divisions à chaque ajustage), et si les mouvements étaient faits dans la même direction, le modèle serait en forme de cœur.

Dans toutes les figures où le nombre des angles ou des ganses est de plus de deux, les ganses tournent invariablement en dehors quand les mouvements circulaires ont lieu en sens contraire, et en dedans quand ils ont lieu dans le même sens.

On obtient des triangles quand le rapport de l'ajustage circulaire est de 3 à 1. On obtient des carrés en ajustant les mouvements circulaires dans le rapport de 4 à 1. Les figures à 6 ganses s'ob-

(1) Le diamètre des cercles est déterminé par la position de la pointe génératrice, ou du tranchant de l'outil qui est fixé dans le support à coulisse. Si la pointe de l'outil est ajustée de manière à coïncider avec le centre du mouvement de l'arbre, elle décrira un simple point ; si elle est ajustée à la gauche du centre de l'arbre, elle décrira un cercle dont le rayon sera égal à la distance entre la pointe de l'outil et le centre de l'arbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiennent, par le rapport de 6 à 1 dans l'ajustage des mouvements circulaires, et ainsi de suite pour tous les autres. En effet, l'ajustage des deux cercles, tel que je l'ai décrit, distribue les cercles ou les points qui composent le modèle, suivant la courbe d'une épicycloïde; et en raison des propriétés de cette courbe, le nombre des ganses dépend inévitablement du rapport de vitesse, entre les deux mouvements circulaires. Les cercles ou points ainsi distribués dans la courbe d'une épicycloïde, s'approchent graduellement les uns des autres, en une ou plusieurs parties du modèle, et s'éloignent les uns des autres dans d'autres parties; mais on ne doit pas regarder cette inégalité d'arrangement comme un défaut de la machine, car il résulte naturellement des causes inhérentes au mouvement épicycloïdal. On peut introduire dans le chariot, un mouvement de compensation, qui corrigerait cette variation. Je l'ai appliqué à un autre appareil, et j'eus, dans ce temps, l'idée de l'ajouter au chariot excentrique composé; mais je ne l'ai jamais fait.

3° *Description détaillée du chariot.*

Je vais donner maintenant la description de l'arrangement mécanique du chariot que j'ai nommé chariot excentrique, compensé et perfectionné; et dans cette explication, je détaillerai particulièrement, les parties que je considère comme nouvelles, et qui donnent des résultats que je n'ai jamais vus jusqu'ici; au nombre de ceux du tour excentrique.

La fig. 2 est une vue en élevation du chariot, dans les dimensions réelles, tel qu'il est vissé sur le tour.

La fig. 5 est un plan des plaques de couche et des coulisseaux du chariot.

La fig. 3, un coupe montrant la construction intérieure des mouvements circulaires.

Dans la fig. 2 A,B,B, est la plaque de couche du chariot du côté de la tête du tour; cette plaque ainsi que la pièce en saillie D, sont en fonte de fer ou en laiton, et venues ensemble à la fonte. La plaque de couche se visse sur le nez de l'arbre, par son manchon à écrou A, et porte tout le reste du chariot. La pièce en saillie *f*, à l'extrémité opposée à D de la plaque de couche, est maintenue par des pointes et fixée à la plaque de couche par deux vis, dont l'une se voit au-dessous de *f* (1).

La fig. 6 est une coupe de cette pièce *f*, telle qu'elle est placée en travers de la plaque de couche.

La pièce 1,1,1 est en laiton; elle est fondue séparément de la plaque de couche, mais on l'y fixe par deux vis 2 2, et on l'y maintient solidement en place par deux goujons 3 3, qui n'entrent que légèrement dans la plaque de couche, comme l'indique la fig. 6, à cause de la vis *d d* (fig. 2), dont une des extrémités passe en 4; cette pièce *f* (fig. 2) doit être mise en place sur la plaque de couche, avant que le trou 4 (fig. 6) soit percé; ce trou et celui fileté à travers la pièce D (fig. 2), doivent être percés en même temps, de la manière que je dirai plus bas.

BB (fig. 5) est la plaque de couche, à l'une des extrémités de laquelle on voit une partie de la vis *dd* (fig. 2). GG (fig. 2 et 5) est le coulisseau, qui n'est pas aussi long que la plaque de couche, ce qui donne plus de champ à l'ajustage excentrique. Les deux petits cercles au centre, indiquent le trou à travers lequel passe la vis N de la fig. 3, et le grand cercle représente l'écrou KK de la fig. 3. L (fig. 5), est une portion de la roue dentée qui fait partie des pièces du mouvement circulaire, 4 et 5 le déclic qui arrête la roue dentée à la division voulue du cercle. Dans la plaque de couche BB (fig. 2 et 5), et le manchon à écrou A (fig. 2), se trouve une longue mortaise *cc* (fig. 5), représentée par des lignes ponctuées, qui livre passage au tampon à vis N, à l'anneau fileté *qq* que fait agir la vis *dd* (fig. 4). EE et EF (fig. 5), sont des guides en acier à rainures, qui reçoivent les bords à languette en queue d'aronde des coulisseaux GG. Le guide EE est maintenu dans sa position par deux goupilles indiquées par des lignes pointées, et fixé solidement à la plaque de couche par deux vis. Le guide FF est maintenu seulement sur cette plaque, par deux autres vis, et les trous à travers lesquels passent les vis, sont allongés comme l'indiquent les lignes pointées, afin de s'accorder avec l'action des vis de rappel *ii*. Le coulisseau GG, marche, parallèlement à la plaque de couche, entre les deux guides EE FF; et les vis *ii*, qui entrent dans le bord de la plaque de couche, font les fonctions des vis de rappel, c'est-à-dire qu'elles pressent le guide plus ou moins sur le bord du coulisseau, pour que celui-ci

(1) Il est entendu que tout ce que nous disons pour cette plaque de couche avec ses dépendances, près de la tête du tour, s'applique également à l'autre plaque de couche avec ses dépendances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marche toujours avec le degré convenable de pression.

La vis *d d* (fig. 2) est la vis régulatrice du coulisseau ; c'est par son action que les pièces du mouvement circulaire que portent les coulisseaux deviennent fixes à toute position excentrique voulue par rapport à l'arbre du tour. Cette vis est maintenue en place d'une manière différente de toutes celles que j'ai vu employer ordinairement dans des cas semblables, et si bien assurée, que rien de ce que l'on appelle perte de temps ne peut arriver. Dans toutes les applications que j'ai faites d'une vis ainsi disposée, j'ai trouvé que son action était très-efficace. Une extrémité de cette vis porte une cavité conique pour recevoir la pointe de la vis de pression qui la tient serrée et qui traverse la pièce D. L'autre extrémité entre exactement dans le trou 4, taraudé dans la pièce *f* (fig. 6), et la vis en D met par sa pression l'épaulement de la vis *dd* constamment en contact parfait avec la face antérieure de la pièce *f*. La partie de l'extrémité de cette vis qui passe au delà de la pièce *f* affleure par un petit épaulement l'autre face de cette pièce. Un anneau de laiton portant des divisions s'adapte sur cet épaulement et s'y trouve maintenu fermement par une vis à tête fraisée terminée par un carré, afin de pouvoir être tournée avec une clef.

Je divise cet anneau en 100 parties ; les divisions principales y sont distinguées par les chiffres 0, 1, 2, 3 ; l'anneau se meut contre l'épaulement dont j'ai parlé, de manière que le zéro puisse, en toute circonstance, s'ajuster à une ligne de foi tracée sur la face supérieure de *f*.

Le déclic 4, 5 (fig. 5) est, je pense, une disposition nouvelle et de mon invention ; je l'appelle un déclic micrométrique à double action. Ce déclic n'a jamais été, il est vrai, appliqué jusqu'ici à mon chariot excentrique compensé, mais je m'en suis servi dans un autre mécanisme, et j'en ai trouvé l'action si efficace, que j'ai voulu faire connaître au public ses avantages. Le dessin de ce déclic a été pris par le graveur sur un croquis que j'en avais fait ; mais, par suite d'une erreur, les vis qui le fixent au coulisseau entrent dans la coulisse, ce qui ne doit pas être.

La figure 7 offre la forme d'un ressort différent que j'y ai substitué.

Les déclics qui entrent dans la roue du centre et l'arrêtent, sont des segments de petites roues dentées à raison de 24 dents. Une vis passe à travers leur centre et est fixée à une plaque de laiton d'environ 3 millimètres d'épaisseur, d'une forme quelconque, par exemple celle représentée en 4 et 5. Ce déclic se ment sur un centre établi ainsi qu'il suit :

1. 1. (fig. 8) est une pièce d'acier percée d'un trou destiné à recevoir une vis 3, dont on voit la tête en 4 (fig. 5), qui l'attache au coulisseau. Le déclic est parfaitement ajusté sur la gorge 22, et la vis 3 l'y maintient de manière à ce qu'il puisse tourner doucement autour de cette gorge. La pièce est d'une épaisseur suffisante pour qu'on puisse placer ces déclics dans le même plan que la roue dentée L du mouvement circulaire, et laisser entre la pièce de déclic et les plaques à coulisse assez d'espace pour loger le ressort 6 et le rouleau 7. Ce rouleau est d'acier trempé ; le ressort, qui doit être fort, porte à son extrémité un arrêt en saillie qui agit contre le rouleau. En pressant le bras 5 de la pièce des déclics d'un côté ou d'un autre, le ressort jette le déclic du même côté, en contact avec la roue dentée du centre L. Chaque déclic est uni, ainsi qu'il a été dit, par une vis centrale sur la pièce des déclics ; mais l'un d'eux a aussi une vis d'ajustement qui passe à travers une longue mortaise excentrique qu'on y a pratiquée, et qui permet de le fixer à la pièce des déclics dans une position angulaire quelconque. Il est convenable que ce déclic, avec la longue mortaise excentrique, soit ajusté et mis à sa place, en construisant ce chariot, avant que le mouvement circulaire soit divisé et tracé, et pour cela je recommande la méthode suivante :

Le chariot étant vissé sur l'arbre, les deux coulisseaux sont ajustés de manière à marcher sur leurs plaques de couche respectives, en lignes aussi exactement parallèles l'une à l'autre que possible ; alors le déclic à mortaise est mis en contact avec la roue dentée du centre. On lâche la vis d'ajustement du déclic qui tourne alors sur sa vis centrale, et lorsqu'on est assuré que les coulisseaux se meuvent parfaitement parallèles l'un à l'autre, par deux ou trois essais, on fixe solidement la vis d'ajustement qui ne doit plus se mouvoir, à moins qu'on ait besoin de changer le déclic de position. Je dirai plus tard, en donnant la description des mouvements circulaires, la place sur le cercle où les index doivent être placés comme point de départ de la *division primaire*, et je vais m'occuper de la méthode que j'emploie pour m'assurer que les deux coulisseaux se meuvent dans un parallélisme parfait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chariot étant vissé sur l'arbre, un morceau de bois dur est fixé dessus, et la surface du bois est tournée suivant un plan. On fixe dans le support à coulisse un outil pointu dont la pointe affleure le bois, alors on tourne la vis *dd* du coulisseau près la tête du tour, et on le fait marcher dans les deux sens, sur la plaque de couche; la pointe de l'outil décrit une ligne droite sur le morceau de bois. Le coulisseau est alors ramené à sa position centrale, et, avec la vis de l'autre coulisseau, on fait mouvoir le morceau de bois, en arrière et en avant, et en ligne droite devant la pointe de l'outil. Si la pointe de l'outil trace, dans cette seconde épreuve, la même ligne qu'il avait tracée dans la première, les coulisseaux marchent en réalité dans un parallélisme parfait. Si l'on observe deux lignes, l'erreur peut se corriger en ajustant le mouvement circulaire près la tête du tour, et en desserrant la vis d'ajustement du déclic, ainsi que je l'ai déjà dit.

Le déclic qu'on voit de l'autre côté de la pièce des déclics n'a seulement qu'une vis à son centre; il est destiné à compléter l'ajustage du mouvement circulaire, qui ne pourrait s'obtenir par l'autre déclic seul. Supposons, par exemple, qu'il faille une division de 192, on ne peut y parvenir par un seul déclic, mais on l'obtient par l'action simultanée des deux déclics. La vis du centre du déclic est desserrée; celui-ci, pouvant être tourné sur sa gorge comme centre, est amené en contact avec la roue dentée du mouvement circulaire; alors on fait mouvoir cette roue dentée, de manière à amener son index exactement à moitié distance de l'une des deux divisions 96; puis on serre la vis du déclic. Dans cet état des déclics, si on les amène alternativement en contact avec la roue dentée, le mouvrement central marchera seulement d'une demi-dent à chaque changement, et l'on obtiendra ainsi une division en 192, et il est évident que, par un changement de position angulaire du déclic, le mouvement circulaire central peut être arrêté en un point quelconque : c'est donc, à proprement parler, *un déclic micrométrique ajusteur*.

J'ai déjà dit que j'avais trouvé convenable d'ôter de mon chariot la vis tangente avec le segment à rateau, pour y substituer le déclic et la roue dentée. Toutefois, quand je m'y suis décidé, j'ai cru remarquer qu'aucune espèce de déclic ordinaire ne pouvait convenir à mon dessein, et qu'il fallait en employer un, s'ajustant pour chaque portion tant soit peu minime d'une dent de la roue; et c'est à cette occasion que je m'avisai d'abord du déclic dont je donne le plan (fig. 9), et que j'ai nommé *déclic micrométrique ajusteur simple*. C'est ce déclic que j'emploie maintenant dans le chariot avec lequel je travaille, au lieu du double déclic décrit plus haut. L'ajustage en est le même que celui du déclic à mortaise (fig. 5), déjà expliqué, et la nécessité de se servir d'un tel déclic devient plus évidente si l'on considère combien il est difficile, avec un déclic ordinaire, d'amener les deux coulisseaux en parallélisme linéaire parfait. Sans la faculté d'un ajustage parallèle de ces coulisseaux, et sans les moyens de les retenir en place par l'action du déclic sur les roues dentées, le chariot serait un instrument défectueux dans son travail. Si l'on ne pouvait obtenir le parallélisme de ces coulisseaux, on ne pourrait les mettre non plus à angles droits, ni sous aucun autre angle déterminé entre eux; on n'obtiendrait donc ni carrés, ni triangles, ni polygones réguliers, et il y a tant de figures et de beaux modèles qui dépendent de l'exactitude de l'ajustage angulaire des coulisseaux, qu'un déclic micrométrique ajusteur, ou quelque mécanisme semblable, est absolument indispensable.

La division, sur le cercle gradué du mouvement circulaire, à laquelle correspondent les index, quand les coulisseaux sont dans un parallélisme linéaire parfait, et qu'on a désignée ailleurs sous le nom de *division primaire*, doit marquer le nombre 12. Dans le cours d'une longue pratique, j'ai adopté et je me suis servi, en diverses occasions, de la notation simple qu'on voit sur les divisions du cercle de la fig. 2. La roue a 96 dents, et chaque huitième dent est distinguée successivement par les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Sur le cercle gradué, il n'y a seulement qu'une graduation pour chaque deux dents; mais pour le déclic micrométrique dont j'ai parlé, je recommande une graduation pour chaque dent, que l'espace d'une dent, par exemple la division 12, soit divisé en deux, et que l'espace suivant, de l'autre côté, soit divisé en trois, et l'espace en revenant le soit en quatre, ainsi qu'on le voit pl. T, n° III, fig. 13, exécutée avec mon chariot composé.

La pratique m'a démontré que, moins il y a de divisions, moins fréquemment on se trompe, et moins il est embarrassant d'ajuster le mouvement circulaire.

L'échelle de la tranche de la plaque de couche (BB, fig. 2) doit être divisée de manière que chaque tour de la vis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du coulisseau fasse marcher l'index d'une des divisions; les grandes divisions se distinguent par des numéros, et chacune d'elles contient dix subdivisions. Quand les mouvements circulaires sont dans le milieu de leurs plaques de couche respectives et concentriques avec l'arbre, l'index est au zéro de l'échelle de division.

On a déjà dit que les coulisseaux doivent marcher dans un parallélisme linéaire parfait quand l'index, par rapport au mouvement circulaire qui se trouve entre eux, arrive à la division marquée 12, et il s'ensuit qu'ils agissent aussi en parallélisme linéaire quand l'index arrive à la division 6. Lorsque l'index arrive aux divisions 3 ou 9, ils agissent à angle droit l'un à l'autre. Si l'index arrive à l'une des divisions 2, 4, 8 ou 10, ils agissent sous l'angle de 60 degrés, et ainsi de suite pour tout autre angle.

Le *Manuel du Tourneur* est le premier livre qui ait parlé du chariot excentrique, et je ne crois pas qu'aucun autre livre en ait fait mention. Ce Manuel donne aussi une description d'un tour excentrique composé; mais, d'après sa construction, ce n'est qu'un instrument fort limité dans son action. Les coulisseaux ne peuvent recevoir de mouvement circulaire propre; ils sont fixés de manière à agir à angle droit l'un à l'autre, et ne peuvent être placés excentriquement qu'à l'une des extrémités de la plaque de couche. Au reste, les différences dans la construction de ce chariot ressortiront mieux par les exemples que je donnerai de l'action et de la puissance du chariot excentrique que j'ai construit sur un tout autre plan.

La fig. 5 est une coupe par le centre du chariot, et coïncidant avec le centre de l'arbre du tour; elle fait voir la disposition intérieure de l'appareil des mouvements circulaires. En même temps que je ferai connaître ses détails, je mentionnerai les perfectionnements que j'ai apportés dans l'établissement et l'assemblage des différentes parties du chariot.

Le manchon à écrou A de la plaque de couche (fig. 2) étant vissée sur l'arbre du tour, j'ai tourné dans le centre de cette plaque un trou égal en diamètre au vide qu'occupe la longue mortaise *c*,*c* (fig. 5). La surface de cette plaque fut alors dressée au tour avec le support à coulisse, et polie au fin papier d'émeri; les extrémités de cette plaque furent de même façonnées et terminées avec ce support à coulisse. Alors la plaque fut dévissée de dessus l'arbre, retournée, dressée et polie sur son autre face. La plaque fut ensuite démontée, et l'on perça et tarauda les trous pour les goupilles fines et les vis qui attachent les guides d'acier. On perça et tarauda aussi les trous de la tranche pour recevoir les vis *i*. *i*; puis on creusa et lima la mortaise *c*. *c*. Les guides à coulisses ayant été dressés avec le plus grand soin, afin d'assurer la marche bien parallèle du coulisseau sur la surface de la plaque de couche, on les vissa alors sur cette dernière; puis le coulisseau ayant été préparé, ses faces rendues parallèles, et ses languettes bien ajustées aux rainures des guides, fut alors glissé entre celles-ci sur la plaque de couche, et au moyen des vis *i i*, ajusté à frottement un peu ferme. De la poudre de pierre à l'huile et de l'huile, appliquées à plusieurs reprises aux coulisses, achevèrent l'adoucissage, en faisant marcher le coulisseau en arrière et en avant sur la plaque de couche, jusqu'à ce que les languettes des guides et les rainures eussent une marche parfaite. Pendant cet adoucissage, on manœuvrait de temps à autre les vis *i i*, pour maintenir la plaque plus fermement en contact avec les guides.

Supposons maintenant que chacune des pièces que montre la fig. 5, soit terminée et attachée au coulisseau et à la plaque de couche par leurs vis respectives; la première chose à faire alors est de percer les trous des pièces D et *f* (fig. 2), avant de mettre en place la vis *dd* du coulisseau. Il est essentiel à la marche régulière du chariot que cette vis fonctionne, quand elle est en place sur la plaque de couche, suivant une ligne parfaitement parallèle avec les languettes du coulisseau et bien au milieu; il faut donc le plus grand soin pour percer ces trous. Les coulisseaux du chariot dont je me sers fonctionnent avec une grande régularité, et j'ai pensé que je ferais plaisir aux amateurs en leur communiquant la méthode que j'ai employée pour ajuster les vis de ces coulisseaux.

Je me suis assuré d'abord de la distance qu'il fallait laisser entre la vis *dd* et la face de la plaque de couche (fig. 2); j'ai limé une plaque de laiton exactement de cette épaisseur, et je l'ai mise sur la plaque de couche, l'arête supérieure longitudinale bien exactement sur la ligne où devait se trouver l'axe de la vis *dd*. Cette plaque m'a servi de règle pour tirer une ligne de repère horizontale très-fine sur l'une des faces des deux pièces D et *f*, lesquelles lignes ont marqué exactement la distance à partir de la plaque de couche où les trous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devaient être percés. Ensuite, j'ai croisé chacune de ces lignes par un trait exactement équidistant des bords du coulisseau et bien dans leur milieu ; je dois toutefois ajouter que je n'ai réussi qu'après avoir confectionné un outil, ou jauge particulière, dont voici la description.

La pièce ABCD (fig. 11) est une plaque de laiton d'un peu plus de 3 millimètres d'épaisseur. L'angle en A s'ajuste sur les rainures des guides EEFF (fig. 5) ; quand il est appliqué à l'une de ces rainures, l'arête AB repose sur la face de la plaque de couche B (fig. 5), et l'espace creusé *dd* passe sur l'autre guide et met en contact la partie DII avec la face opposée de la plaque de couche. Une pointe d'acier *bb*, traversant de part en part la partie DII, s'y fixe par la vis de pression *c*. L'extrémité de la pointe en II*b* coupe la ligne tirée précédemment en travers des pièces D et *f* sur la plaque de couche (fig. 2), et par des essais répétés, d'abord en appliquant l'angle A à l'un des guides, puis à l'autre, et en marquant au pointeau le point où l'extrémité de la pointe rencontre la ligne, je suis enfin venu à bout d'ajuster la pointe de manière que son extrémité fût exactement au milieu des deux guides ; alors j'ai marqué d'un trait fin ce point sur les pièces D et *f*. Aux points de rencontre des lignes déterminées ainsi, j'ai établi mes points de centre, et j'ai percé des trous à travers ces pièces par ces points, de la manière suivante : la boîte à foret fut vissée sur l'arbre du tour et portant un foret de la grosseur convenable au trou à percer en D ; une pointe fut placée dans le cylindre de tête de centrage. Le point dans la pièce D, à l'intersection des lignes croisées, fut amené sur la pointe du foret, et le point dans la pièce en *f* devant la pointe de la tête du centrage ; le trou fut alors percé au tour, et en faisant avancer graduellement le cylindre avec la pointe de centrage. Le trou dans la pièce *f* fut percé de la même manière avec un foret de grosseur convenable ; la pointe de centrage étant dans ce cas fixée dans le trou percé précédemment dans la pièce D.

En disposant la vis *dd*, comme l'indique la figure, les coulisseaux peuvent être placés excentriquement par l'une ou l'autre extrémité de la plaque de couche, ce qui donne au chariot la faculté de faire des carrés et d'exécuter un grand nombre de beaux ouvrages qu'aucun chariot ne peut faire s'il est construit à l'ordinaire, et ne peut pousser excentriquement le coulisseau que vers l'une des extrémités seulement de la plaque de couche. Ces vis d'ailleurs doivent avoir la même vitesse que la vis du support à coulisse, c'est-à-dire qu'elles doivent avoir le même nombre de filets sur la même longueur. Il faut prendre garde aussi qu'elles ne soient pas ce qu'on appelle *folles*. J'ai confectionné ces vis de la manière suivante, sur le tour avec une filière à coussinets, et j'ai trouvé que c'était le meilleur moyen pour obtenir une vis bonne et correctement filetée : après m'être procuré deux barreaux ronds d'acier, d'un diamètre suffisant pour former l'épaulement qu'on voit en *f* au-dessus de la lettre B ; je les ai limés exactement de la longueur voulue, puis les ai centrés à chaque extrémité. J'ai agrandi le trou conique du centrage pour recevoir la pointe de la vis que l'on voit en D. Ces pièces furent alors dressées, établies entre deux pointes et tournées à l'ordinaire, jusqu'à la grosseur convenable pour former la vis ; puis on a terminé l'épaulement et le carré au delà, suivant les dimensions exigées. Les coussinets convenables au filet de la vis *dd* étant placés dans la filière, un des morceaux d'acier préparés pour en faire une vis, a été introduit entre ces coussinets, et replacé sur le tour entre deux centres. Le tour étant mis en mouvement, la filière et ses coussinets ont marché en avant et tracé les filets d'un bout à l'autre ; puis en faisant manœuvrer la filière en arrière et en avant, d'une manière continue et avec beaucoup d'huile, et resserrant les coussinets peu à peu et suivant le besoin, la vis se trouva bientôt achevée. Ces vis toutefois ne peuvent être terminées jusqu'à ce que les anneaux de bronze décrits plus bas soient taraudés et terminés, attendu qu'elles doivent s'y adapter et tourner dans les anneaux de la manière la plus exacte. Il faut en outre que la filière soit maintenue bien ferme par ses deux manches, et marche très-perpendiculairement avec la vis que l'on confectionne ; car si dans le cours du travail cette filière venait à s'incliner tant soit peu d'un côté ou d'un autre, le filetage de la vis ne serait pas correct, et la vis deviendrait inégale et folle.

Maintenant, on peut ajuster le coulisseau sur la plaque de couche, exactement au milieu et entre les deux extrémités. Dans cette position, on perce un trou à travers tous deux, sur l'un des coins, à 12 millim. environ de l'extrémité du coulisseau et de la coulisse. Ce trou est destiné à recevoir une pointe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui donne les moyens d'ajuster et d'assurer le coulisseau dans la même position centrale, toutes les fois que cela est nécessaire. La plaque de couche étant vissée sur l'arbre du tour, et le coulisseau assuré dans sa position centrale par les goupilles, il faut percer au tour, à travers le coulisseau, un trou de grandeur convenable pour recevoir le tampon à vis NN (fig. 3), et faire autour de ce trou une fraisure pour loger l'épaulement de la pièce PP. On ôte alors le coulisseau de dessus la plaque de couche, et l'on y perce les trous filetés qui doivent recevoir les vis qui lui appartiennent, et qui fixent l'index *t* de la fig. 2; l'index 3, le déclic 4 et le ressort 6 de la fig. 3.

La pièce PP, le tampon à vis NN et l'écrou KK (fig. 3) sont en acier; la pièce cylindrique ou anneau *qq* (fig. 3 et 4), est en bronze. Cette pièce PP doit être tournée correctement pour se bien ajuster dans la fraisure du coulisseau. La partie cylindrique du tampon NN, près de son extrémité filetée, doit être ajustée à frottement dur dans le trou du centre de la pièce PP, et au contraire passer librement dans le trou du centre du coulisseau GG; ainsi, par les errement de l'écrou KK, les pièces PP, le coulisseau GG et le tampon NN doivent être assez bien ajustés et fixés pour ne faire qu'une seule pièce métallique.

La partie du tampon que l'on voit en 4, doit se terminer en cylindre exact, et l'anneau de bronze *qq* y être ajusté, plutôt ferme que lâche et de la manière la plus juste. L'anneau étant enlevé, on perce les trous qui doivent recevoir la vis *dd*. Pour faire ces trous correctement, j'avais deux forets qui marchaient avec justesse sur le tour, d'une longueur suffisante pour traverser les pièces D et *f* de la fig. 2, et arriver jusqu'au tampon; la tige entre la queue et la pointe de l'un des forets, remplissant exactement le trou fileté de la pièce D, et la tige de l'autre celui de la pièce *f*. Quand le foret avait traversé le trou fileté D, la contre-pointe centrée était pressée dans le trou de la pièce *f*, et le tour marchait jusqu'à ce que le tampon fût foré à demi. Le foret qui remplissait le trou de la pièce *f* était alors placé dans la boîte; la pointe centrée étant passée dans le trou fileté de la pièce D, le tour marchait, et le tampon était passé dans son autre moitié; et comme ce foret était le plus gros des deux, on le passait à travers le tampon. Ce trou était agrandi de manière à ce que la vis *dd* y pût passer librement, sans le toucher, et l'on avait soin d'enlever toute bavure sur les bords. L'anneau de bronze *qq* était alors mis en place, et l'on y marquait les points où il devait être percé et taraudé pour recevoir la vis *dd*: cela se faisait à l'aide de deux forets, de la même manière que le taraudage du tampon; mais les forets ne travaillaient dans l'anneau que jusqu'aux deux tiers de son épaisseur; car si le foret eût traversé, il y aurait eu des bavures en dedans qui eussent empêché de retirer l'anneau du tampon. En conséquence, on ôtait l'anneau (après avoir fait une marque de repaire pour le replacer dans la même position), et l'on achevait les trous de part en part avec un foret de grandeur convenable, pour la vis *dd* fixée sur la boîte à foret montée sur le tour, l'anneau étant pressé contre le foret, à l'aide d'une contre-pointe centrée ajustée dans le trou de l'autre côté. Les tarauds correspondant à la vis *dd*, doivent traverser ces trous de l'anneau de part en part; et les trous filetés étant complétés avec le taraud d'achevage, la vis *dd* peut être finie comme il a été dit, de manière que l'anneau marche librement, mais ferme, d'un bout à l'autre. La vis *dd* ayant marché à travers l'écrou de l'anneau depuis un bout jusqu'à l'autre, deux ou trois fois, avec beaucoup d'huile, l'anneau fut ôté, et toute rebarbe que le forage avait pu relever à l'intérieur fut enlevée avec une lime douce (1), pour qu'aucune bavure ne pût gêner la marche de l'anneau replacé sur le tampon.

La plaque de couche étant vissée sur le tour, et le coulisseau assuré en sa place par les pointes fixes, la pièce PP est tournée avec exactitude, et comme on le voit (fig. 3) percée et taraudée pour recevoir les vis *ss*. La pièce KK en laiton écroui est dressée bien correctement sur le tour, et rodée avec la poudre de pierre à l'huile sur la pièce PP. La pièce 2, que les vis *ss* attachent à la pièce PP, est un anneau d'acier dont la bride s'avance au delà du bord de PP et s'étend jusque sur KK, de manière que cette dernière pièce tourne très-exactement, et sans s'écarter de la pièce PP. La surface convexe intérieure de l'anneau en bronze KK porte quatre-vingt-seize divisions, ainsi que nous l'avons expliqué. La roue LL est en laiton bien écroui, et son contour est divisé en quatre-vingt-seize dents (fig. 2); elle appuie sur la pièce KK (fig. 3), et y est

(1) Les limes à adoucir sont de différentes formes; celle dont je me servais était ronde, pour enlever jusqu'aux moindres bavures sans déformer en quoi que ce soit la courbure intérieure de l'anneau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixée par quatre vis *oo*. La partie 3,3, et le reste de l'espace, non ombré, reçoivent l'huile, qui ne peut couler qu'entre les faces planes de KK et PP qui en ont besoin. Pour lubrifier les surfaces de ce genre qui sont en contact de mouvement, je me sers d'huile de pied de bœuf que j'épaissis en la broyant avec une petite portion de plombagine.

Dans la fig. 3, la roue dentée LL a une saillie qui constitue le nez à vis du chariot (fig. 2).

Dans cette figure, la roue dentée LL fait partie « du mouvement circulaire de la première plaque de couche, » et comme on le voit, elle est vissée au manchon de la seconde plaque de couche. Ce manchon est fondu d'une seule pièce avec la plaque, et est tournée séparément, d'après la méthode qu'on a suivie pour le manchon de la première plaque de couche. Une cavité en contre-bas est tournée dans la roue dentée LL, cavité dans laquelle une saillie du manchon de la seconde plaque de couche doit s'ajuster exactement; la plaque de couche et les pièces LL sont alors vissées fermement ensemble, par quatre vis, et les têtes de ces vis sont noyées dans la plaque de couche.

Après avoir construit mon chariot, comme je viens de le détailler et comme on le voit fig. 2; après m'en être servi pour divers travaux, et avoir trouvé que c'était un instrument très-commode, j'ai pensé cependant que je pourrais encore lui donner plus d'aplomb en élargissant le diamètre du mouvement circulaire de la première plaque de couche. J'ai donc opéré ce changement, et comme mon but est de rapporter tout ce que je sais sur le chariot, je donne un dessin de ce changement, avec les dimensions réelles des pièces qui en font partie.

La fig. 12 est une coupe par le centre d'une modification dans la construction du mouvement circulaire et de ses dépendances, que j'ai récemment introduite dans mon chariot à la plaque de couche, près de la tête du tour, pour la substituer à celle représentée par la fig. 3. En doublant le diamètre de la plaque du mouvement circulaire, on ajoute à la solidité; on augmente beaucoup la faculté de l'ajustage angulaire par une roue de 192 dents au lieu de 96; la construction, d'ailleurs, en devient plus simple et plus aisée. GG est le coulisseau de la plaque de couche qui se visse sur le tour. Une pièce d'acier PPPP entre à épaulement dans le coulisseau, et y tient par quatre vis, dont deux sont vues en 4 4. N est le trou circulaire à travers le coulisseau et la pièce d'acier, pour recevoir le tampon N, précédemment décrit et indiqué fig. 3. Une plaque circulaire, KK, dont le bord est taillé de 192 dents, est ajustée pour tourner, sans le moindre ressaut, sur la pièce d'acier PPPP. Une plaque d'acier LL est vissée, par six vis indiquées par le chiffre 6 sur le dessin, à la plaque d'acier P, et la plaque circulaire dentée est ainsi maintenue fermement en sa place. Le centre de la plaque LL est tourné pour recevoir l'écrou du tampon N de la fig. 3. Sur la plaque KK sont quatre montants solidement vissés, à égale distance entre eux et du centre de la plaque. OO est une plaque qui relie, en s'y vissant, ces montants. Quand cette plaque est vissée aux montants, le bord en est tourné bien rond, et divisé d'abord en douze grandes divisions, dont chacune se subdivise en huit autres. Une plaque mince est vissée sur la plaque d'acier P, sur l'un des côtés qui font saillie au delà du coulisseau, pour porter l'index de la division circulaire. Une pièce plate de laiton est attachée aussi, par des vis, à la pièce P, pour porter le déclic micrométrique précédemment décrit, lequel doit agir sur le bord denté de la plaque K. L'espace que laissent les montants, entre LL et OO, est réservé pour la vis de la plaque à coulisse qui, dans la fig. 2, se voit près de la roue dentée LL. La seconde plaque, ou plaque de couche supérieure que l'on voit fig. 2, et qui est indiquée par BB (fig. 3), est, dans cette modification du chariot, remplacée par OO. Les guides EE. FF (fig. 3) sont attachés en OO, de la même manière qu'on l'a vu; mais comme OO est une plaque circulaire, les vis d'ajustage *ii* ne peuvent servir. On les remplace par deux vis à tête de limaçon, ou bien on visse, sur la plaque parallèle au guide, une barette de laiton de l'épaisseur convenable, et deux vis, qui la traversent dans le même plan que la plaque, pressent à volonté sur ces guides. C'est ce dernier moyen que j'ai employé pour mon chariot.

Je viens de donner tous les détails qui concernent le chariot excentrique compensé, je vais faire connaître maintenant quelques modèles du simple tour excentrique.

(La suite à un prochain numéro.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fourneau s'alimentant lui-même et à grille oscillante.

Par M. J. Oldham.

Le fourneau de M. J. Oldham a commencé à être en activité à la banque d'Irlande, en 1821, et depuis cette époque on n'a eu qu'à se louer des bons résultats qu'il a présentés. Il est principalement destiné pour les machines à vapeur, et on le voit en coupe verticale dans la fig. 35, et en élévation par devant, dans la fig. 36.

a, est la chaudière placée sur le fourneau ; *bb*, les carneaux ; *cc*, la flamme léchante ; *ee*, la grille oscillante ; *f*, la plaque de foyer convertie en appareil alimentaire de la houille ; *g*, la trémie qui fournit la houille brisée en morceaux ; *h*, la gorge ou canal d'alimentation ; *jj*, les distributeurs du combustible ; *k*, une plaque fixe au fond de la trémie sur laquelle glisse la plaque mobile *l* qui pousse le combustible dans le fond de la trémie et dans la gorge ; *m*, un petit arbre horizontal auquel la machine à vapeur fait faire cinq à six tours par minute ; *n*, un excentrique fixé sur l'arbre *m* qui donne un mouvement de va-et-vient à la plaque *l*, au moyen d'une verge et d'un levier coudé. L'étendue de ce mouvement peut être réglé par des dispositions faciles à imaginer dans les pièces de communication.

L'excentrique *n* fait aussi mouvoir, d'un mouvement d'oscillation, les barreaux de la grille *ee* sur les tourillons semi-cylindriques qui terminent chacun d'eux et reposent dans des cavités ou coussinets de forme correspondante creusées dans les 2 barres fixes qui garnissent les 2 côtés latéraux du foyer. Ce mouvement d'oscillation leur est communiqué par une barre mobile *o* liée avec l'excentrique par les leviers verticaux *pp* qui peuvent basculer sur leur point d'appui. Cette barre *o* porte à sa face supérieure des dents qui agissent sur de petites queues ou goupilles saillantes sur leur arête inférieure et près de l'une de ses extrémités, et qui sont venues à la fonte avec elles.

On observe aussi sur l'arbre *m* une came *q* placée tout près de l'excentrique, puis à l'intérieur du fourneau un levier coudé *r*, à bras inégaux, attaché à un second levier *s*, lequel est fixé à la partie postérieure de la plaque de foyer et d'alimentation. Le bras le plus court du levier *r* porte un poids qu'on peut y fixer en un point quelconque par une vis de pression. Ce poids maintient ce bras constamment en contact avec la came, de façon que quand celui-ci s'est élevé par la rotation de cette came, il le fait retomber après qu'il a passé par le point le plus élevé. En retombant, le levier vient s'engager sur un arrêt *t* ; ce mouvement relève brusquement, dans une position verticale, la plaque d'alimentation, qui répand uniformément, sur la surface du feu, le combustible dont elle était chargée, ainsi qu'on le voit dans la figure.

Le foyer étant chargé de combustible, la came soulève le levier qui en montant abaisse la plaque d'alimentation. En même temps l'excentrique *m* ouvre la plaque *l*, qui fait tomber la houille que contient la trémie *g* par la gorge *h*, où elle est répartie par les distributeurs *j* sur la plaque *f*. Lorsque celle-ci est chargée, elle recommence les fonctions ci-dessus décrites, et ainsi de suite.

Ce principe paraît applicable à un fourneau quelque large que soit le foyer; seulement on peut établir plusieurs plaques d'alimentation à rebords, qui se meuvent les unes après les autres, et alimentent ainsi successivement les diverses parties du foyer.

L'inventeur assure que son fourneau, ainsi disposé, jouit des avantages suivants :

1° Il brûle moins de combustible ;
2° Il consomme la fumée et les gaz ;
3° Il y a une grande réduction dans la quantité de charbon non brûlé et très-peu d'escarbilles. Celles-ci, d'ailleurs, ne peuvent engorger la grille, puisque ses barreaux sont constamment en oscillation ;
4° On est dispensé de l'usage du ringard ou du tisonnier ;
5° La vapeur est engendrée plus uniformément ;
6° On n'éprouve plus, au même degré, les inconvénients du nettoyage et des chômages, qui deviennent ainsi dix fois moins fréquents que dans le mode ordinaire ;
7° On peut brûler avec avantage les résidus de certaines forges ou foyers ;
8° Enfin, la détérioration des chaudières et des grilles est moins prompte que dans les autres foyers, et l'auteur assure qu'il a fait un usage constant, pendant cinq années, des mêmes barreaux, et qu'au bout de ce temps, ils étaient encore en très-bon état et propres à continuer leur service.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pompe alimentaire pour les chaudières des machines à vapeur.

Par M. J. Zambeau.

Une bonne pompe d'alimentation pour les machines à vapeur, c'est-à-dire une pompe d'une construction simple, peu sujette à se déranger, fonctionnant avec régularité, et dont le mécanisme et le jeu pourraient être à chaque instant soumis au contrôle du chauffeur et du mécanicien, est une chose qui manque encore dans la construction des machines à vapeur. On comprend combien une semblable pompe aurait d'avantage quand on songe qu'on attribue la majeure partie des cas d'explosion à un défaut dans le service de cette pompe, et à une alimentation suspendue par suite du dérangement ou de quelque vice de construction de cet organe.

Ce motif nous engage à faire connaître une pompe de ce genre, de l'invention de M. T. Zambeau qui n'a ni soupape à clapet, plates, à boule ou à lanterne, comme les pompes d'alimentation ordinaires, mais qui est munie d'un tiroir comme dans la distribution de la vapeur dans les cylindres; ce tiroir ouvre et ferme le passage au liquide en changeant seulement de position à la fin de chaque pulsation du piston.

Cette pompe est représentée en coupe dans la fig. 37, planche III, et en élévation par-devant et latéralement dans les fig. 38 et 39.

La bielle *aa* de cette pompe est terminée par une fourchette qui embrasse par le bas une boîte *b*, fixée sur la tête du piston plein *c*, cette boîte glisse dans des guides *d*,*d* qui servent à soutenir et à diriger ce piston, et à le maintenir bien verticalement dans le corps de pompe *e*.

Le boulon qui traverse la boîte et réunit la bielle *a* et la tête du piston se prolonge au delà; et porte à son extrémité un anneau coulant *f*, dans lequel glisse la tige *g* du tiroir *h*. Cette tige est munie de deux arrêts *i*,*i*, pour que le tiroir soit levé légèrement lorsque le piston est au point le plus élevé de sa course, et descendu d'une même quantité lorsque le piston est parvenu au point le plus bas.

La paroi du corps de pompe *e* porte trois ouvertures. L'inférieure *k* correspond avec l'intérieur de ce corps de pompe *e;* celle mitoyenne *l* avec la bâche à eau froide par le tube d'aspiration *m*, et la supérieure *n* avec la chaudière par le tube d'alimentation *p*.

Ainsi, lorsque le piston est au sommet de sa course, il a levé le tiroir qui ferme seulement alors l'ouverture d'aspiration, et l'eau renfermée dans le corps de pompe, comprimée dans l'instant suivant par la descente de ce piston, est poussée dans la chaudière par *n* dans le tuyau d'alimentation *p*, qui met celle-là en communication avec le corps de pompe. Lorsque le piston arrive au point le plus bas de sa course, le tiroir est descendu; il ferme les deux ouvertures extrêmes *k*, *n*, et établit une communication par l'ouverture *l*, lorsque le piston commence à remonter entre l'intérieur du corps de pompe et la bâche, par le tuyau d'aspiration *m*. Alors le corps de pompe se remplit d'eau, et le piston, ayant atteint le sommet de sa course, manœuvre de nouveau le tiroir, refoule une nouvelle quantité d'eau dans la chaudière, et ainsi de suite.

L'avantage de cette nouvelle pompe d'alimentation est que son action ne peut être suspendue dans aucun cas, même par la présence de matières étrangères dans l'eau, parce qu'au lieu de rester ouvert comme les soupapes à clapet, plates ou à boules, le tiroir chasserait ou même briserait ces matières sans arrêter les fonctions de l'appareil.

Appareil de sûreté contre les explosions des machines à vapeur à bord des bateaux ou bâtiments.

Par M. C. Evans, ingénieur à Pittsburg.

Le fils d'Olivier Evans, le célèbre constructeur américain de machines à vapeur, vient de présenter au congrès des Etats-Unis un appareil de sûreté contre les explosions des machines à vapeur, à bord des bateaux et des bâtiments, qui réunirait, selon lui, les avantages suivants :

1° Prévenir toute pression supérieure à celle à laquelle on veut faire fonctionner la machine;

2° Empêcher les chaudières d'acquérir une température au-dessus de celle qu'elles doivent régulièrement avoir, en les soulageant de tout excès de pression;

3° Disposer le mécanisme de manière que le niveau de l'eau dans les chaudières ne puisse s'élever ou s'abaisser sans qu'il en soit donné avis par un cornet ou un sifflet, et, par conséquent, permettre aux voyageurs de veiller à ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le service de la machine se fasse avec régularité.

L'appareil fait connaître, ajoute-t-il, si le défaut d'eau, dans une des chaudières, est dû à ce que le bâtiment donne ce qu'on appelle *de bande,* ou penche sur l'un des côtés, ou à ce que la pompe d'alimentation est dérangée et ne fait pas son service. Il est simple, peu susceptible de se déranger, et présente encore cela de particulier, c'est que les passagers, dans la cabine, peuvent voir distinctement la hauteur de l'eau dans les chaudières, relativement aux carneaux; apercevoir, à l'instant du coup de sifflet ou du son du cornet, la différence du niveau de l'eau dans ces chaudières, et la quantité exacte dont le mécanicien ou le chauffeur couvre les carneaux, avec autant d'exactitude que si les parois des chaudières étaient en verre.

Tous ces avantages se trouveraient, suivant l'inventeur, réunis dans l'appareil dont voici la description.

La figure 40, planche III, représente la partie supérieure de l'une des chaudières à foyer intérieur, à laquelle est appliqué l'appareil de sûreté. A est une soupape de sûreté ordinaire, dont le levier se prolonge jusque dans une mortaise verticale, creusée dans le poids B. C est un cylindre en métal fusible, ajusté dans un tube fermé en laiton D, qui descend dans l'intérieur de la chaudière X de 15 à 16 centimètres, ou, si on le juge convenable, jusque près de la partie supérieure du carneau H. E est un levier à bascule dont l'axe de suspension est placé à la partie inférieure du tube D. C'est à l'extrémité de l'un des bras de ce levier qu'est suspendu le flotteur F. I est une petite soupape qui s'ouvre à l'intérieur de la chaudière. K le sifflet ou le cornet.

La figure 41 représente en coupe les extrémités des quatre chaudières à double carneau d'un bâtiment américain. On y remarque d'abord en L la coupe d'une chemise en tôle qui entoure le flotteur F, et s'oppose à ce que l'ébullition ou les courants d'eau dans ces chaudières puissent affecter, en quoi que ce soit, la marche de ce flotteur. On voit ensuite le manomètre à eau MMM, tube recourbé en cuivre de 25 millimètres de diamètre, égal en longueur à la distance qui sépare les centres des deux chaudières extrêmes. Ce tube s'étend sous le plancher de la cabine, et ses deux branches ascendantes s'élèvent dans cette pièce, en portant chacune à leur extrémité un tube de verre, le long duquel est fixée une échelle graduée et de gros traits noirs OO. Ces traits sont tracés au niveau de l'arête supérieure des carneaux interieurs des chaudières. Ce manomètre, du reste, est porté entièrement par les chaudières, et n'a rien de commun avec les pièces en bois du bâtiment; enfin, il est renfermé dans une boîte de métal fermée avec un cadenas.

Voici maintenant la marche et la destination de l'appareil.

La soupape de sûreté A, fig. 40, est destinée à décharger les chaudières de tout excès de pression surabondante comme à l'ordinaire.

Si l'eau dans ces chaudières vient à baisser, le flotteur F, en descendant, fait basculer son levier, dont le bras E en descendant presse sur le bouton S, ouvre la soupape I, qui met en jeu le sifflet K. Sur la chaudière extrême de l'autre côté, au lieu d'un sifflet il y a un cornet. Le jeu de ce flotteur n'indique pas seulement si le niveau de l'eau est trop bas, il apprend de plus si cet abaissement est dû à ce que le bâtiment donne de bande, ou à ce que la pompe alimentaire ne fonctionne pas, et que l'eau s'est évaporée, attendu que si le sifflet ou le cornet résonnent seuls, l'abaissement vient de l'inclinaison du bâtiment; que s'ils se font entendre ensemble, c'est qu'il y a pénurie d'eau, et que la pompe alimentaire ne fait pas son service.

Si, par une cause quelconque, il arrive que la température des chaudières prenne un accroissement trop considérable, alors le cylindre en métal fusible fond et le poids B n'ayant plus d'appui, glisse, avec sa tige, dans un guide, fait basculer le levier T de la soupape de sûreté A, en maintenant en équilibre le poids U, ce qui permet à la vapeur de s'échapper en abondance et de décharger les chaudières au moment où elles commençaient à éprouver un excès de température qui pouvait devenir dangereux. Au même moment, où la soupape A est ouverte, par la descente du poids B, celui-ci, par sa chute, soulève aussi une autre soupape de petite dimension, placée sur un tube qui conduit de la pompe à eau froide dans le foyer. Cette pompe injecte dans celui-ci de l'eau qui éteint aussitôt le feu.

La disposition qu'on voit figure 41, a pour but de permettre aux passagers ou voyageurs sur le bateau ou le bâtiment, ou toute autre personne à bord, de voir à chaque instant l'état exact dans lequel se trouve l'eau à l'intérieur des chaudières, relativement aux carneaux, ainsi que la quantité précise d'eau que le chauffeur introduit dans ses chaudières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mécanisme est facile à comprendre, surtout avec l'explication suivante :

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les gros traits noirs OO sont sur une ligne exactement parallèle avec l'arête supérieure des carneaux. Supposons, pour un instant, que le flotteur F fasse sonner au même moment le cornet et entendre le sifflet; alors en jetant un coup d'œil sur le manomètre, on verra que l'eau est descendue jusqu'aux gros traits OO, niveau des carneaux. Si le bateau ou bâtiment s'incline sur sa quille, et qu'on entende résonner soit le cornet, soit le sifflet, alors, en jetant les yeux sur le manomètre, on apercevra distinctement une différence de niveau pour la hauteur de l'eau dans les deux échelles du manomètre, à partir des gros traits OO. On verra que du côté de la chaudière qui a donné l'alarme et fait résonner le sifflet, par exemple, l'eau est près de découvrir les carneaux, tandis que dans la chaudière opposée, celle qui n'a donné aucun signal, l'eau est bien au-dessus. La moitié de la différence entre ces deux hauteurs indique le niveau exact de l'eau au-dessus des carneaux, si le bâtiment ne donnait pas de bande.

En effet, si on mesurait la distance qu'il y a entre la petite balle qui flotte à la surface de l'eau dans une des échelles du manomètre, au-dessus ou au-dessous du trait noir, on trouverait qu'elle est égale à la distance de P, niveau de l'eau quand le bâtiment penche, à la ligne N, qui représente le niveau de l'eau quand le bâtiment est droit sur sa quille. Ainsi le niveau PP d'équilibre de l'eau dans ces chaudières quand le bâtiment donne de bande, est exactement représenté par la ligne droite RR, qu'on tracerait entre les deux balles flottantes des échelles du manomètre.

L'eau chargée de sels ou de terre n'a nul effet sur la marche de l'appareil de sûreté; d'abord parce qu'il y a une très-faible différence de poids spécifique entre l'eau pure et l'eau chargée, et ensuite parce que le seul effet qui pourrait résulter de l'incrustation du flotteur, serait de faire résonner le cornet ou le sifflet plus tôt qu'il ne le ferait dans l'état ordinaire; ce qui indiquerait alors que la chaudière est couverte d'incrustation, et qu'il convient de la nettoyer.

Résistance sur les chemins de fer.

Depuis l'an passé, quelques savants anglais se sont entendus pour déterminer les quantités numériques qu'on peut appeler les *constantes des chemins de fer*, par analogie avec certaines quantités numériques de même nature qu'on rencontre dans différentes autres branches des sciences et des arts, et qu'on est dans l'usage de déterminer par la voie de l'expérience.

Parmi les quantités qui entrent dans les calculs relatifs aux chemins de fer, celle qu'il serait le plus important de connaître, dans la pratique, c'est le rapport qui existe entre la force nécessaire pour mouvoir la charge sur le chemin et le poids de cette charge. On se convaincra aisément de l'utilité qu'il y aurait à connaître cette quantité, puisque ce rapport est, en définitive, le même que celui qui existe entre le prix du transport et le travail effectué.

La résistance qu'un convoi fait éprouver à la force qui l'emporte sur un chemin de fer, provient de différentes causes :

1° Le frottement des essieux des roues dans leurs boîtes ou coussinets;

2° Le frottement de roulement de la périphérie ou de la jante des roues sur les barres de fer du chemin;

3° La résistance que l'air atmosphérique oppose au mouvement du convoi qui le déplace et le pénètre.

Indépendamment de ces résistances, qui affectent les convois en mouvement, il y en a encore d'autres qui proviennent des appareils locomoteurs; par exemple, le frottement des différentes pièces du mécanisme de la machine en mouvement, qui éprouvent une pression indépendante de la résistance que fait naître la charge, et aussi la réaction de la vapeur qui s'échappe par son tuyau de dégagement d'un des côtés du piston, et beaucoup d'autres causes encore.

Pour simplifier les recherches, on a écarté les résistances provenant de la machine, pour se borner à celles qui provenaient uniquement du convoi.

Dans le but de déterminer celles-ci, M. le docteur Lardner, qui s'est principalement chargé de ces recherches, a fait un grand nombre d'expériences que leur multiplicité, ainsi que les détails étendus dans lesquels il faudrait entrer pour en bien faire saisir l'esprit, nous forcent de passer sous silence. Nous nous bornerons donc à rapporter les conclusions les mieux fondées auxquelles ce travail l'a conduit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° La résistance qu'éprouve un convoi en mouvement sur un chemin de fer dépend, toutes les autres choses restant égales, de sa vitesse ;

2° Pour une même vitesse, la résistance est proportionnelle à la charge, si les wagons ou chariots ne changent pas de forme ;

3° Si on augmente le nombre des wagons, la résistance s'accroît, mais non pas dans un rapport aussi grand que celui de la charge ;

4° La résistance ne reste donc pas, comme on l'a supposé jusqu'ici, dans un rapport constant avec la charge, et ne saurait être évaluée à tant de kilogrammes par tonneau ;

5° La résistance totale qu'éprouvent les convois ordinaires, circulant avec les vitesses ordinaires, principalement ceux qui portent des voyageurs, est beaucoup plus grande que les ingénieurs ne l'ont supposé jusqu'ici ;

6° Une part considérable, mais qui n'a point encore été déterminée exactement, de cette résistance est due à l'air atmosphérique ;

7° La forme de l'avant ou de l'arrière d'un convoi n'a pas d'effet sensible sur cette résistance ;

8° La distance entre les véhicules ou wagons d'un convoi n'a pas d'effet appréciable sur la résistance ;

9° Un convoi, présentant une surface constante à l'avant, éprouve un accroissement de résistance quand on accroît la masse ou le volume des chariots ;

10° Les formules mathématiques, établies dans l'hypothèse que la résistance des convois sur les chemins de fer se compose de deux parties, l'une proportionnelle à la charge, mais indépendante de la vitesse, et l'autre proportionnelle au carré de la vitesse, et appliquées à un nombre limité d'expériences, ont fourni des résultats qui s'accordent très-bien avec celle-ci ; mais il est nécessaire de multiplier et de varier les épreuves avant d'en tirer une conclusion rigoureuse, sûre et générale ;

11° La résistance totale étant plus grande qu'on ne l'a supposé jusqu'ici, et celle sur les courbes de 1,000 à 1,200 mètres de rayon n'étant plus sensible, les chemins de fer, en rampes inclinées de 1/330e à 1/240e, ont, dans la pratique, peu de désavantage sur ceux qui sont de niveau. Les courbes peuvent aussi être réduites, sans le moindre danger, au-dessous de 1,600 mètres ; mais il reste encore des expériences à faire pour déterminer la limite inférieure à laquelle on pourrait, sans imprudence, réduire le rayon de ces courbes ; ce principe, au reste, ne s'applique uniquement qu'aux chemins de fer destinés à des communications rapides.

Nous ajouterons que, dans une des expériences, et par un temps calme, la résistance qu'a éprouvée un convoi marchant avec une vitesse de 50 kilomètres à l'heure, s'est élevée au 90e de la charge, tandis que, par les évaluations ordinaires, cette résistance, avec le même convoi et la même vitesse, a été évaluée jusqu'à présent à un 250e de la charge.

Conservation du fer dans les constructions souterraines.

On a présenté dernièrement à l'institution des ingénieurs civils de Londres, un cercle de fer qui a été pendant 26 ans enfoui dans du ciment, et qui ne présentait pas la moindre trace d'oxidation. Ce cercle avait été placé à la jonction de deux tuyaux en terre cuite qui servaient de conduits d'eau, puis recouvert de ciment. Cet exemple démontre évidemment qu'une couverture ou enveloppe de cette matière est parfaitement propre à garantir le fer de toute corrosion.

Disque très-grand de flint-glass.

Un fabricant d'émaux qui a depuis peu ajouté à sa fabrication celle du flint-glass et du crown-glass, M. Noms, à Saint-Mandé, près Paris, a obtenu tout récemment une masse de flint-glass pesant 131 kilog. Cette masse, après en avoir détaché les parties défectueuses, a fourni un disque de 480 millimètres (18 pouces). Si on fabrique avec ce disque un objectif de télescope ce sera sans doute le plus grand qui existe dans les observatoires du monde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Nouveau Manuel complet de la Soierie.

Par M. Al. Devilliers. Paris, 1839 ; 2 vol. in-18 et atlas des planches. Prix : 10 fr. 50 c.

Depuis la publication du traité sur la fabrication des soieries, qui fait partie de la collection des arts et métiers qui ont paru sous les auspices de l'Académie des sciences, traité qui a été reproduit avec quelques modifications seulement dans des collections postérieures, on n'a guère publié d'ouvrage complet sur les moyens de se procurer la soie, ainsi que sur les diverses transformations que subit cette précieuse substance avant d'être convertie dans ces tissus brillants, d'un éclat et d'un aspect si riche, qui décorent les appartements les plus somptueux, ou qui servent à l'habillement ou à quelques autres usages domestiques chez une certaine classe de la population.

Pour exécuter un manuel complet de la soierie, on comprend qu'il fallait débuter par décrire l'art d'élever les vers à soie. C'est dans cette partie de son travail que l'auteur a dû rencontrer le plus de secours, attendu qu'il existe déjà un assez grand nombre de traités recommandables pour élever ces insectes; que depuis peu les efforts qui ont été tentés pour propager l'industrie séricicole en France ont conduit à rechercher quels étaient les meilleurs moyens qu'il convenait de répandre pour atteindre ce but, et qu'on a décrit beaucoup de perfectionnements apportés aux anciens procédés ; mais il restait toujours à rapprocher entre elles les diverses méthodes indiquées par les auteurs, à les comparer, à recueillir les matériaux récents et à coordonner le tout pour en faire un ouvrage au niveau des connaissances actuelles.

C'est ce qui a été fait avec habileté par M. Devilliers, dans le premier volume de son Manuel, où il traite successivement et avec beaucoup de détails, de la culture des mûriers, du ver à soie comme insecte, de la manière de l'élever en Chine, de son éducation en Europe à toutes les époques de son existence, des maladies qui peuvent l'affecter, et enfin des moyens employés pour le faire périr et récolter le fil, doré ou argenté, qu'il a produit. Dans le courant de ce travail, l'auteur n'oublie pas les importants perfectionnements qu'on doit à M. Darcet pour rendre les magnaneries salubres, et les nouvelles expériences dont une maladie redoutable, la muscardine, a été récemment l'objet.

A cette première partie de son travail, l'auteur a ajouté des recherches historiques puisées de très-bonnes sources, sur la culture du mûrier, sur la soie et l'introduction du ver qui la produit en Europe et dans le reste du globe ; sur les diverses substances qu'on a tenté à plusieurs reprises de substituer, sans beaucoup de succès, aux feuilles du mûrier; sur les autres insectes qui produisent de la soie plus ou moins fine et durable, qui ont été signalés de temps à autre par des économistes ou des voyageurs, et enfin sur une foule d'autres sujets bien propres à intéresser, dans une matière aussi importante pour notre industrie indigène.

Le second volume de l'ouvrage de M. Devilliers, dont le cadre appartient plus à la technologie que le précédent, a présenté plus de difficultés dans sa rédaction, puisqu'il embrasse le travail de la soie depuis le tirage des fils jusqu'à leur transformation en tissus. Quoique paraissant versé dans cette partie, l'auteur annonce avec modestie qu'il s'est entouré d'une foule de renseignements qui lui ont été fournis par plusieurs fabricants, d'où l'on peut conclure que nous avons en réalité sous les yeux un livre qui représente l'état de l'industrie de la soie en France, et bien au courant de ses perfectionnements les plus récents.

Dans ce second volume l'auteur, après avoir fait connaître les moyens pour tirer la soie, la mouliner, l'organciner, la préparer pour le tissage, passe ensuite, après beaucoup de détails intéressants, à cette dernière opération, considérée sous toutes les modifications qu'elle peut éprouver, et connues sous les noms d'uni, taffetas, satin, gros, damassé, velours, etc. Il décrit en même temps les principales machines qui servent dans ces divers modes de tissages, et termine par quelques notions indispensables sur les apprêts et la teinture.

Dans le 10e chapitre de cette partie, qui n'est pas le moins piquant de l'ouvrage, M. Devilliers fait connaître un très-grand nombre de perfectionnements ingénieux dans les procédés mécaniques et autres, qui ont été proposés à diverses époques, et dont les uns n'ont pas encore été admis dans les ateliers, tandis que d'autres sont mis avec succès en pratique dans plusieurs établissements importants. L'énumération seule de ces perfectionnements nous entraînerait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien au delà des limites d'une simple note, et c'est dans l'ouvrage même qu'il convient de les étudier. Enfin, le Manuel est terminé par des détails fort étendus sur le commerce de la soie, puisés à de très-bonnes sources, sur les conditions du travail ouvrier de cette matière dans les différents pays où cette industrie est florissante, et par de nombreux documents qu'un fabricant sera toujours très-satisfait de trouver ainsi rassemblés et sous sa main.

Dans un ouvrage où les procédés de l'industrie qu'on décrit empruntent de si puissants secours à la mécanique, il était indispensable d'avoir des planches nombreuses; c'est ce qui a déterminé l'éditeur à former de toutes ces planches un petit atlas très-bien fait et très-bien gravé, où sont représentés plus de 350 appareils, machines, procédés, etc., avec tous les détails que leur description complète peut exiger.

En résumé, l'ouvrage de M. Devilliers est un bon Manuel de la culture et du travail des soies, et à ce titre, nous croyons pouvoir le recommander aux nombreuses personnes qui s'intéressent directement ou indirectement à ces industries si belles, qui sont une partie notable de la richesse de notre patrie.

Nouveau Manuel complet des alliages métalliques,

Contenant la préparation de ces alliages, leurs principales propriétés; leur emploi; leur existence dans la nature; leur analyse, etc.

Par M. A. Hervé, officier supérieur d'artillerie, ancien élève de l'École Polytechnique. Paris, 1839; 1 vol. in-18. Prix 3 fr. 50 c.

Personne n'ignore les services, infiniment variés, que les alliages métalliques ont rendus aux arts, et les applications nouvelles qu'on leur trouve chaque jour dans l'industrie; mais jusqu'ici ces applications n'ont roulé que sur un petit nombre de ces alliages, tandis qu'il en est une foule d'autres, dont les chimistes ont étudié avec soin la composition et les propriétés, mais qui sont restés sans emploi faute d'être suffisamment connus des industriels qui ne vont guère les chercher dans les recueils ou les ouvrages de chimie, où ils sont enfouis. M. Hervé a conçu le projet de réunir dans un seul ouvrage manuel toutes les notions qui sont éparses sur les alliages métalliques, et de présenter sur cette matière le tableau le plus complet de l'état de nos connaissances. C'est assurément là une heureuse idée et qui ne manquera pas d'avoir de l'influence dans un grand nombre d'arts, auxquels l'auteur présente, pour chaque métal, la série des combinaisons 2 à 2, 3 à 3, et ainsi de suite, qui ont été étudiées jusqu'ici, en s'attachant particulièrement à faire connaître les proportions des métaux alliés entre eux, et les propriétés particulières, et souvent très-curieuses et inattendues, que ces combinaisons procurent aux métaux.

Le nombre des alliages binaires que l'auteur décrit ainsi n'est pas moindre de 266; celui des alliages ternaires, de 91; des alliages quaternaires, 30; quintuple, 17; sextuple, 4; septuples, 7; octuples, 3; nonuples, 3; décuple, 1. En tout, 598 alliages, désignés habituellement par un nom particulier ou d'une utilité reconnue, ou qui en paraissent susceptibles, indépendamment de plusieurs autres moins essentiels à connaître. A la fin de son ouvrage, M. Hervé a donné, sous le titre de *Répertoire des alliages*, une table analytique qui rend les recherches très-faciles et où l'on trouve d'un seul coup d'œil les noms des métaux qui entrent dans les alliages, le nom de ceux-ci, quand ils en ont un particulier, leur usage actuel, ou celui qu'on pourrait leur donner, etc.

Nous engageons toutes les personnes qui s'occupent de travaux métallurgiques à consulter le *Manuel des alliages* de M. Hervé, parce que nous avons la conviction qu'elles y puiseront d'utiles enseignements; l'ouvrage, d'ailleurs, a été fait avec beaucoup de soin et par un officier instruit, et mérite par conséquent toute confiance.

Manuel des poids et mesures, des monnaies et du calcul décimal.

Par M. Tarbé, officier de la Légion-d'Honneur, avocat général à la cour de cassation. Paris, 1839, 1 vol. in-18. Prix: 3 fr.

Au moment où le système décimal va devenir obligatoire dans toute l'etendue de la France pour toutes les transactions commerciales, dans tous les travaux des savants, ainsi que dans ceux des arts et manufactures, nous ne pouvons nous empêcher de signaler à ceux qui s'occupent d'industrie, ou qui s'y intéressent d'une manière quelconque, cette nouvelle édition de l'excellent *Manuel des poids et mesures*, qui a été entièrement refondu et mis en harmonie avec le système métrique à l'empire duquel toute mesure quelconque doit être sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mise en 1840. Dans cette circonstance il appartenait à M. Tarbé, qui a été un des membres de la commission instituée en 1839 pour régler tout ce qui concerne la vérification des poids et mesures, commission dont les travaux ont servi de base à l'ordonnance sur ce sujet du 17 avril 1839, de nous présenter le tableau complet de tous les poids et de toutes les mesures qui serviront désormais à régler nos intérêts divers.

Il ne faut pas s'imaginer que ce Manuel ne présente qu'une nomenclature sèche ou aride des diverses parties du système métrique, ou bien une suite de tableaux sans liens, sans rapprochements tels que sont la plupart des ouvrages sur cette matière, qui surgissent de toutes parts pour disparaître aussitôt; c'est au contraire un ouvrage à la fois très utile et très-instructif, où l'on trouve une foule de notions intéressantes sur le système décimal, sur les poids et mesures linéaires, de superficie, de capacité et de solidité, avec d'excellents détails sur les monnaies, les médailles, le titre des métaux précieux, et une foule de documents dont on trouve journellement à tirer parti : enfin, un recueil complet des lois qui régissent ces diverses matières, qu'on n'avait pas encore rassemblées d'une manière aussi complète.

Nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer l'étendue et l'importance des notions utiles et curieuses qu'on trouve dans ce petit volume, et qui ne sont pas généralement connues, et nous voudrions faire comprendre combien il est appelé à rendre de services à tous les technologistes praticiens ou à ceux qui cultivent les arts industriels, en leur présentant à chaque pas des tables de conversion des anciennes mesures en nouvelles et réciproquement des tableaux étendus propres à faciliter l'application des mesures, les calculs de toute nature, etc., etc.

On doit aussi approuver beaucoup l'idée qu'a eue l'auteur de rédiger, à l'usage des plus pauvres ouvriers et des écoles, des abrégés, en forme de volume et de tableau, de son excellent Manuel, et de les faire livrer au public aux prix les plus modiques.

Traité élémentaire de la filature du coton.

Par M. Oger, directeur de filature. Mulhouse, 1839. In-8° avec un atlas de 14 planches et un tableau. Prix : 16 fr.

Depuis quelques années, on a publié divers ouvrages sur les machines qui servent aujourd'hui à transformer le coton en fil, et particulièrement sur celles qui ont été introduites avec tant d'avantage depuis peu de temps. Ces ouvrages sont très-utiles pour bien comprendre le jeu et le mécanisme de ces machines, mais ils ne sauraient suffire pour apprendre à celui qui veut devenir filateur les moyens d'en calculer la marche, de les régler, et enfin les meilleures dispositions que l'expérience a fait connaître à cet égard. Sur ces derniers points, il n'existe rien dans la bibliographie technologique qu'on puisse mettre dans les mains des jeunes gens appelés à suivre la carrière de la filature. Nous avons donc vu avec la joie la plus sincère la publication de l'ouvrage de M. Oger, et nous nous empressons de le féliciter de la manière heureuse dont il s'est tiré d'une tâche qui n'était pas sans difficulté.

L'auteur annonce dans sa préface que son ouvrage a déjà subi avec succès l'épreuve décisive de l'enseignement, et nous n'avons pas eu de peine à nous en apercevoir, tant son traité nous a paru rédigé avec méthode et clarté. A chaque pas, en effet, on aperçoit un praticien profondément versé dans la matière qu'il traite, s'empresser de présenter, sous la forme la plus simple et la plus intelligible, à des jeunes gens, à des contre-maîtres, et même à de simples ouvriers doués de quelque sagacité et possédant quelques élements de calcul, une foule de détails sur les machines, qu'ils seront bientôt appelés à faire fonctionner sous leurs yeux, ou par eux-mêmes, et sur les moyens d'en obtenir économiquement et d'une manière raisonnée des produits d'une bonne qualité.

L'ouvrage de M. Oger est divisé en trois parties. Dans la première, il considère les machines et leur action, c'est-à-dire qu'il y décrit les meilleures machines employées aujourd'hui dans la filature du coton, qu'il en explique le mécanisme, et apprend à en calculer et à en régler tous les effets. Cette partie du traité, qui forme presque les trois quarts de l'ouvrage, est traitée avec un ordre, un soin, une méthode, qui ne laissent rien à désirer, et qui seront bien propres à initier promptement un jeune homme aux calculs les plus variés qui peuvent se présenter dans le jeu des pièces d'une machine pour en obtenir des produits d'une nature donnée. Cette partie est terminée par un chapitre où l'on s'occupe du dévidage et du numérotage des fils, ainsi que de la comparaison des numéros français avec ceux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

usités en Angleterre, pays classique de la filature.

La seconde partie a pour objet les opérations et les transformations qu'on fait subir au coton pour obtenir des numéros de fils déterminés et auxquelles on donne le nom de préparations. Le chapitre premier, ainsi qu'il était naturel, est consacré à la connaissance et à la classification des principales espèces et variétés de coton, et ce n'est que dans le second que l'auteur traite des préparations, en présentant comme exemples la préparation pour la chaîne mécanique n° 28 à 30, pour la trame mécanique n° 36 à 40, et pour de la chaîne n° 90 à 100 en Georgie longue soie. On suit pas à pas, dans ce chapitre, l'application des calculs de la première partie, et on y aperçoit à chaque instant les effets de toutes les machines réglées d'une certaine façon pour en obtenir tel ou tel résultat. C'est là le résumé de l'expérience des constructeurs de machines unie à celle des filateurs et à leurs moyens d'observation et de contrôle.

Dans la troisième partie, qui n'embrasse que quatorze pages, l'auteur donne des conseils généraux sur la manière de conduire l'ensemble d'une manufacture. Cette partie, qui porte pour titre : *Instructions générales pour le contre-maître en chef*, malgré sa brièveté, contient sur ce sujet un grand nombre de conseils utiles et pleins de sagesse ; nous n'avons pas eu de peine à y reconnaître le cachet de la ville industrieuse de Mulhouse, qui, parmi toutes nos villes manufacturières, se distingue par le bon ordre qu'on a su y établir dans le travail des grands ateliers.

Nous le répétons avec plaisir, l'ouvrage de M. Oger nous paraît très-bien fait et très-propre à remplir son but ; seulement il nous fait regretter que les praticiens et les hommes aussi versés que lui dans les travaux des manufactures imitent si rarement son exemple et ne daignent pas révéler au public ce que l'expérience leur a fait connaître dans leur carrière industrielle. Espérons que le succès du traité élémentaire de la filature du coton de M. Oger engagera dans plusieurs autres branches des arts et manufactures des praticiens éclairés à le prendre pour guide et pour modèle. C'est un autre genre de service qu'il aura rendu à notre industrie, et dont nous devons, dès aujourd'hui, lui tenir compte.

Comparaison des chronomètres ou montres marines à barillet denté, avec celles à fusée, et considérations démontrant par l'expérience et le calcul que les unes et les autres peuvent donner des longitudes en mer avec la même exactitude.

Par M. Henri Robert, horloger, rue du Coq-Saint-Honoré, n° 8.

Dans un opuscule sur ce sujet, que vient de publier M. H. Robert, l'un de nos plus habiles horlogers, et qui fait partie d'un ouvrage encore inédit sur l'horlogerie de précision, l'auteur a discuté à fond la question de savoir s'il faut, dans la fabrication des chronomètres ou montres marines, donner la préférence à la fusée sur le barillet denté. Cette question était intéressante à traiter, parce qu'on est en général disposé à accorder à la fusée une confiance presque aveugle, tandis qu'on la refuse au barillet denté. L'auteur, après avoir cité en faveur de ce dernier l'autorité de Pierre Leroy et de Breguet, s'attache d'abord à préciser les avantages qu'on peut attribuer au barillet denté qu'il présente comme le moteur le plus simple pour une machine portative. Il fait voir ensuite 1° qu'il peut marcher pendant qu'on monte le ressort, sans aucun mécanisme auxiliaire pour entretenir son mouvement ; 2° qu'il est commode pour faire l'isochronisme et le vérifier ; 3° qu'il donne facilement 60 heures de marche, chose fort utile dans certains cas ; 4° que son inégalité très-réduite étant connue, on pourrait tenir compte de la très-légère différence de marche, s'il y en avait une ; 5° que son ressort est peu sujet à se rendre ou à casser, etc.

Il démontre ensuite que si les montres à barillet denté ont donné souvent de mauvais résultats, ce n'est pas à l'absence de la fusée qu'il faut l'attribuer, mais à l'inexpérience de ceux qui l'ont construit, et cite plusieurs exemples concluants à l'appui de cette proposition ; il en prend occasion pour déterminer les conditions dans lesquelles le barillet denté doit être disposé pour fonctionner convenablement. Il énumère les inconvénients de cette pièce et prouve, par le calcul, que quand elle est bien faite, la différence de marche qui résulte de son emploi est absolument indifférente en mer. Il discute ensuite avec habileté les inconvénients de la fusée elle-même, les erreurs auxquelles sa forme a donné lieu, et repousse avec force, avec tous les habiles horlogers, l'introduction des remontoirs d'égalité qu'on lui a appliqués pour lui donner une marche plus régu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lière ; néanmoins, il fait voir les cas où la fusée est indispensable, mais cite en même temps ceux où le barillet denté est très-suffisant.

La discussion lumineuse de toutes ces questions le conduit enfin à des conclusions où il pose comme démontré 1° que le décroissement de la force motrice du barillet denté de la 1re à la 24e heure, s'opérant chaque jour de la même manière et étant périodique, on peut en tenir compte dans les calculs et que, dans tous les cas, ce décroissement ne peut induire dans aucune erreur appréciable ; 2° que les petites anomalies doivent être attribuées aux changements de température ; 3° que les changements de marche prompts résultent de la détérioration ou de la mauvaise construction du mécanisme ; 4° que le barillet denté a donné, dans un grand nombre de montres, des résultats égaux à ceux des bonnes pièces à fusée ; 5° qu'il est d'une exécution plus simple et d'un maniement plus commode ; 6° que bien disposé et dans des proportions convenables, il doit être considéré comme une utile simplification.

Nouveau Manuel complet de Géologie ou Traité élémentaire de cette science.

Par M. J.-J.-N. Huot, membre de plusieurs sociétés savantes nationales et étrangères. Paris 1840, 1 vol. in-18 orné de planches, prix 2 fr. 50 c.

La géologie, cette science si belle, si élevée, si riche en enseignements utiles, est restée pendant longtemps le domaine exclusif d'un petit nombre de savants ; tout y était encore confus, incertain, hypothétique ; mais grâce aux travaux des géologistes et des naturalistes modernes, elle a pris tout à coup un développement immense, un degré de certitude remarquable, et s'est assise à côté des autres sciences naturelles sur des bases que rien ne peut désormais ébranler.

Au moment où une science vient pour ainsi dire de naître, il n'est pas facile d'en classer les matériaux pour en présenter le tableau complet et méthodique, et surtout sans se laisser entraîner vers l'un ou l'autre de ces nombreux systèmes qui, aux différentes époques de son enfance, ont dominé la science et se sont successivement détruits les uns les autres.

La géologie, pour en exposer les principes avec netteté, offrait en outre de grandes difficultés par les nombreux points de contact qu'elle présente avec d'autres sciences très-étendues, par ses classifications qui ne sont pas encore toutes généralement adoptées, par ses nomenclatures où les noms sont empruntés la plupart à des langues étrangères, etc.

M. Huot, qui s'est chargé dans les *Suites à Buffon*, que publie le libraire Roret, d'exposer le tableau complet de nos connaissances géologiques, et qui s'est acquitté de cette tâche avec beaucoup d'habileté et de savoir, a pensé qu'il ferait une chose agréable au public s'il rédigeait sur le plan de son grand et précieux ouvrage un nouveau manuel complet de géologie qui pût servir à la fois à l'étude élémentaire de cette science et de *vade mecum* au géologue voyageur.

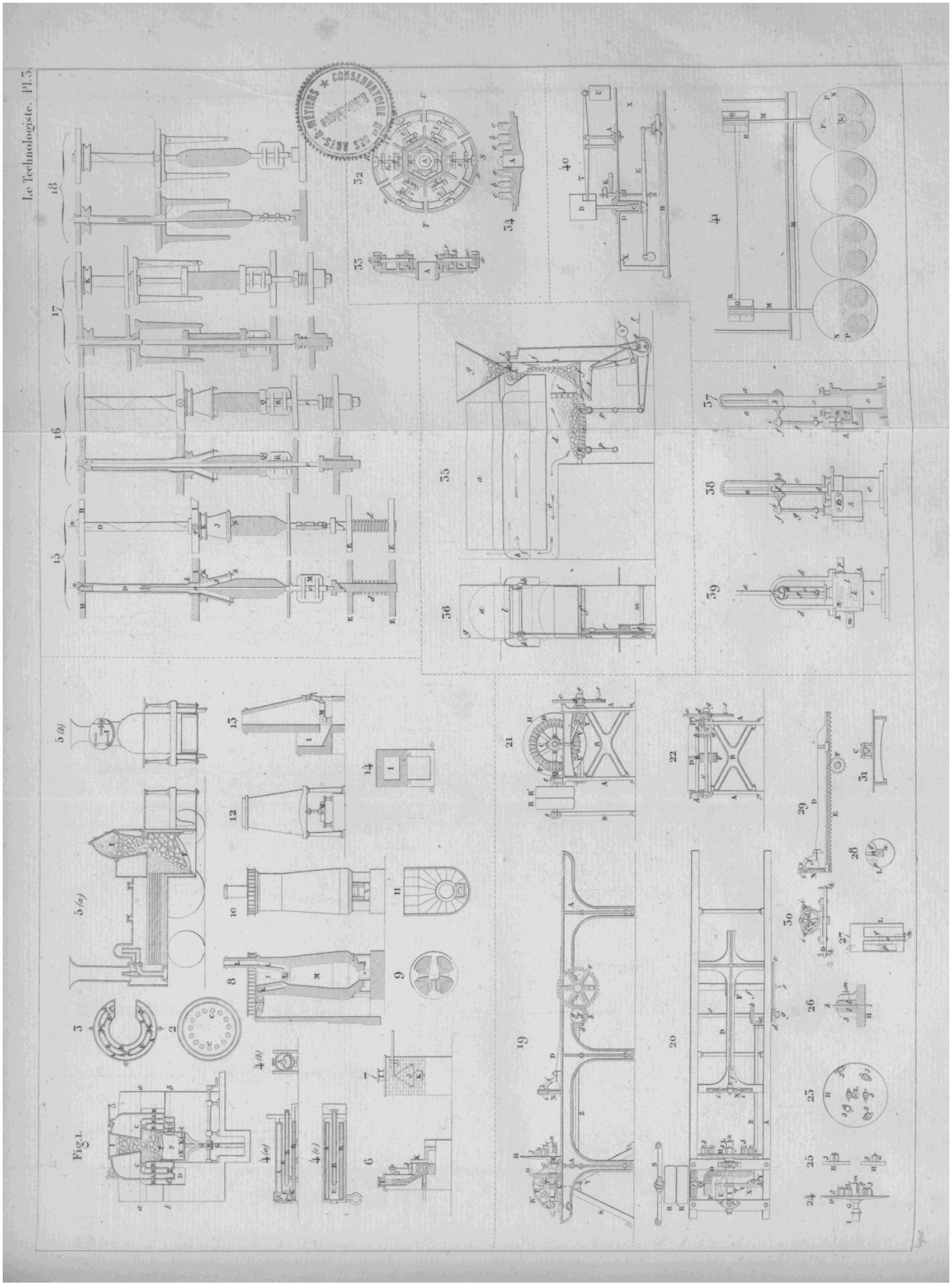
La rédaction d'un semblable manuel n'était pas chose facile, et depuis vingt ans nous avons vu bien des savants échouer dans ce genre de travail, sans parvenir à populariser la géologie. M. Huot, grâce à ses connaissances très-variées, à des études profondes, à l'habitude de l'enseignement de cette science, nous paraît avoir été infiniment plus heureux, et avoir rempli complétement le but qu'il s'est proposé. En effet, son nouveau manuel de géologie est rédigé avec une méthode très-remarquable ; les faits y sont présentés et groupés avec beaucoup de netteté et de précision ; les classifications, les matériaux, les exemples, y sont puisés aux sources les plus pures et les plus irréprochables ; enfin, l'esprit de système, les hypothèses plus ou moins hasardées, ont disparu dans son livre pour faire place à un tableau régulier, riche en faits, et substantiel de l'état de nos connaissances géologiques au commencement de 1840.

M. Huot n'a pas négligé non plus de présenter les applications de la géologie aux arts et à l'agriculture, et à chaque pas on trouve indiquées les ressources que les roches ou formations diverses présentent à la technologie.

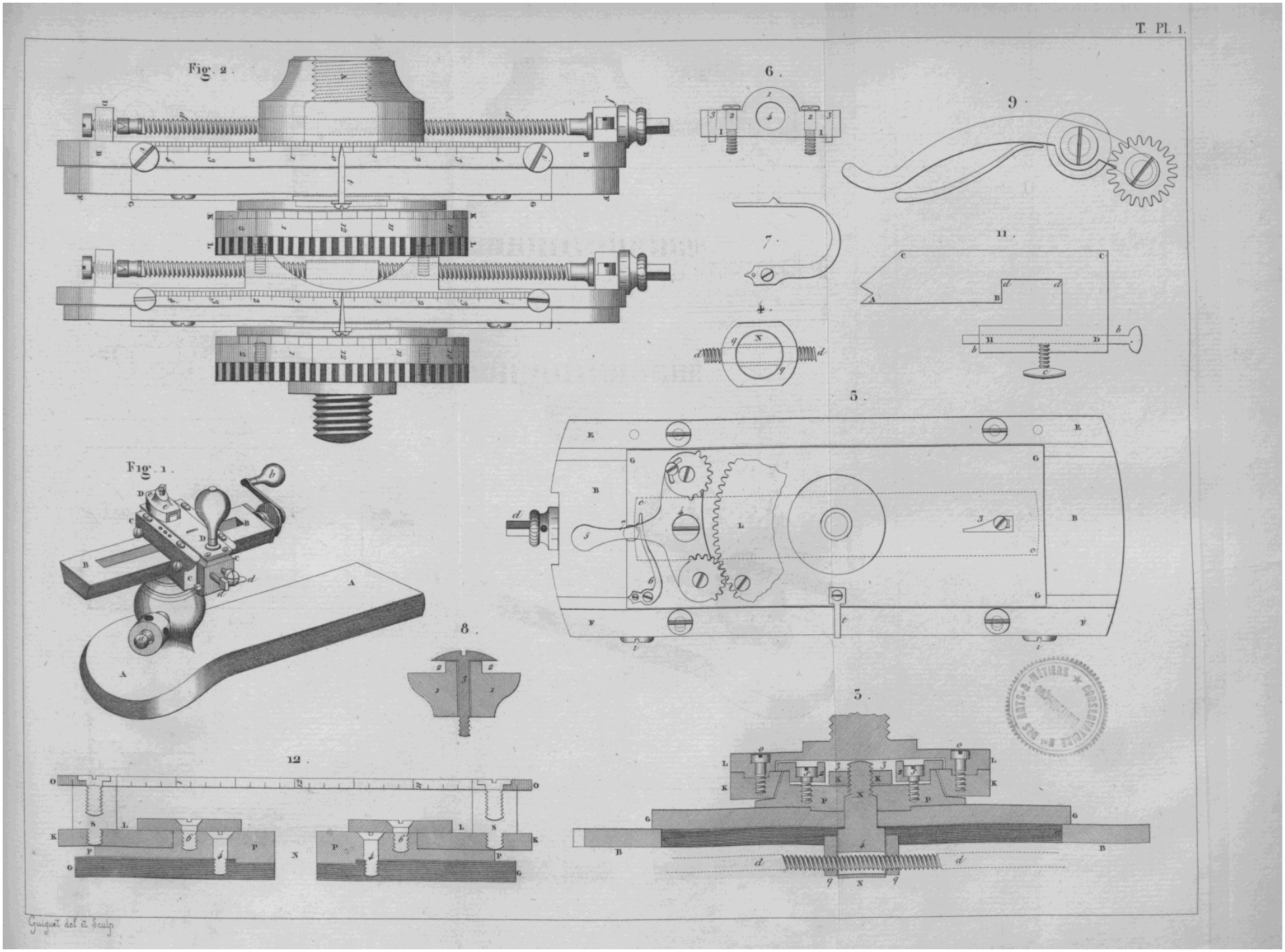
Nous ne pouvons entrer dans des détails sur toutes les matières utiles que présente ce Manuel, et nous nous bornerons à le recommander d'une manière toute particulière à l'attention de ceux qui étudient la géologie, ou qui veulent en connaître les principes, et à le leur signaler comme un guide éclairé et sûr qui les conduira sans peine à travers tous les sentiers de cette noble science.

Nota. Tous les ouvrages annoncés dans ce recueil se trouvent à la librairie encyclopédique de RORET, rue Haute-feuille, n° 10 bis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ
BIBLIOTHÈQUE

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Méthode très-simple pour la coupellation.

Par M. W. MATHER, ingénieur des mines.

Dans l'exercice de mes fonctions, j'ai fréquemment eu l'occasion de soumettre à des essais des minerais de plomb ou autres, et de rechercher s'ils contenaient de l'argent ou de l'or. Dans les voyages où l'on ne peut guère se procurer un bon fourneau de coupellation avec sa moufle, j'ai dû songer à d'autres moyens d'épreuve, et je crois être parvenu à trouver une méthode qui n'exige, pour donner des résultats exacts, qu'une lampe ou une chandelle, un chalumeau ordinaire et une lamelle de mica.

Si le minerai qu'il s'agit d'essayer est celui de plomb, on le réduit d'abord à l'état métallique par les moyens connus. On prend alors un fragment de ce métal, de la grosseur d'un gros plomb de chasse ou plus, on le place sur la feuille mince de mica, et on fond au chalumeau.

A mesure que la chaleur s'élève au-dessus du point de fusion du plomb, le globule devient très-brillant, et enfin il découvre une surface d'un éclat particulier, causée par l'oxidation du metal et la fusion de son oxide. L'oxide de plomb fond à la température où ce phénomène apparaît, et se répand sur le mica; mais bientôt il cesse de s'épandre, il se réunit autour du globule de plomb fondu, qui diminue constamment de grosseur, par suite de l'oxidation du métal dans le feu d'oxidation du chalumeau.

Lorsque le globule de plomb fondu est presque enseveli dans la masse de l'oxide qui le cerne, on laisse refroidir la lamelle de mica. Alors on saisit ce globule avec des pinces, et on le transporte dans un autre endroit du mica, où on répète la même opération d'oxidation, et ainsi de suite plusieurs fois. Enfin, lorsque le globule est réduit à la dimension d'un grain de sablon, on le pose sur une nouvelle lame de mica, et on chauffe encore comme auparavant.

Si le globule contient les moindres traces d'argent, on s'en aperçoit manifestement par cette méthode, parce que l'argent, une fois dégagé du plomb qui s'est oxidé, n'éprouve plus de changement, et reste sous la forme d'un globule blanc brillant, qu'on peut fréquemment apercevoir à l'œil nu, et, dans tous les cas, quand il est trop petit, avec une loupe.

Si l'oxidation d'un seul globule ne présente pas d'indications décisives sur la présence de l'argent, on peut acquérir la conviction que le plomb est ou n'est pas argentifère en oxidant cinq ou dix globules, qu'on réduit ainsi à un moindre volume, et en les unissant ensuite sur la feuille de mica pour pousser l'oxidation à ses dernières limites.

Une personne exercée à manier le chalumeau peut déterminer en quelques minutes si un plomb est argentifère, et avec une table d'émailleurs ou un chalumeau à gaz, elle pourrait ainsi passer en coupelle en peu de temps plus de 50 grammes de plomb, et déterminer ainsi la quantité relative appréciable d'argent qu'il renferme.

Si le minerai examiné n'est pas un minerai de plomb, on en prend une petite quantité qu'on fait fondre dans un creuset qui n'a pas encore servi, en y ajoutant du plomb bien exempt d'ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gent ou d'or, et on remue avec soin pour mélanger le bain. La fusion doit être assez parfaite pour permettre au plomb de se déposer au fond de la masse fondue. Le plomb, par son affinité pour les métaux précieux, s'unit avec eux, s'ils sont présents, pour former un alliage, et sa coupellation, par le moyen décrit plus haut, indiquera s'il y a présence dans le minerai de l'or ou de l'argent, ou d'un alliage de ces deux métaux.

Si on soupçonnait que le globule obtenu fût un alliage d'argent et d'or, on l'examinerait par les moyens ordinaires, et on déterminerait, selon l'occasion, les rapports de qualité et de quantité des métaux.

Nouveau traitement des minerais de plomb et d'antimoine.

Par MM. Pattinson et Losh.

MM. Pattinson et Losh proposent de produire des oxides de plomb et de manganèse en réduisant d'abord les minerais de ces métaux en chlorures.

Le minerai de plomb, brisé en morceaux, est d'abord placé dans un vase de bois, doublé en plomb, dans lequel on verse de l'acide chorhydrique d'une pesanteur spécifique de 1,10. Ce vase est fermé hermétiquement, et on y applique un chauffage à la vapeur, jusqu'à ce que le minerai soit réduit à l'état de chlorure de plomb.

L'hydrogène sulfuré qui se dégage pendant l'opération, lorsqu'on fait usage de galène ou sulfure de plomb, est entraîné hors du vase par un tuyau ou tout autre moyen, et appliqué à quelques usages suivant les méthodes connues.

Le chlorure de plomb obtenu est alors dissous dans de l'eau chaude, et on verse dans la solution un lait de chaux qui précipite l'oxide de plomb. Soixante kilog. environ de chaux vive sont nécessaires pour précipiter cent kilog. de chlorure de plomb.

Par ce procédé, le soufre du minerai est obtenu dans un état propre à servir dans divers emplois.

Quant à l'oxide, si on veut l'obtenir à l'état de plomb métallique, il convient de le soumettre à l'action de la chaleur dans un fourneau à réverbère, comme l'oxide qu'on obtient par les procédés ordinaires.

L'antimoine est traité de la même manière que le plomb.

Le chlorure d'antimoine ayant été obtenu et dissous dans l'eau, l'antimoine lui-même s'en précipite. Si on veut de l'oxide, il faut 60 kilog. de chaux vive pour 90 kilog. de chlorure d'antimoine.

Acier de martelage.

La fabrication des plumes métalliques est une industrie qui a pris, depuis quelques années, un développement considérable, et qui a donné lieu à la fondation d'établissements fort étendus et très-actifs.

Une des plus grandes difficultés qu'on ait rencontrées dans la fabrication de ces plumes a été d'y pratiquer la fente qui facilite l'écoulement de l'encre et donne à la plume l'élasticité nécessaire pour glisser sur le papier et varier la grosseur des traits.

D'un côté, il fallait que cette fente fût extrêmement fine et délicate, et produisît un écartement à peine sensible dans les deux parties du bec; et de l'autre, que l'outil qui servait à cet usage ne s'émoussât pas trop promptement, même sur les métaux les plus durs, et que son tranchant résistât, pendant quelque temps, à un service régulier et manufacturier.

Tous les essais qui ont été faits pour fabriquer ces outils avec les aciers du commerce ont été infructueux; les uns se sont trouvés grossiers, les autres trop mous, et la plupart se sont promptement égrénés lorsque, sous un tranchant aussi fin, on a essayé de leur donner une trempe dure et de les faire fonctionner en cet état.

Ces défauts dans les aciers du commerce ont conduit les fabricants de plumes métalliques à faire de nombreux essais pour trouver une matière qui pût servir à fendre les plumes sans s'égrener et s'émousser avec trop de promptitude, et ces essais paraissent avoir été couronnés de succès.

En effet, ils ont fait la découverte d'une nouvelle espèce d'acier, qu'on peut nommer *acier d'écrouissage ou de martelage*, et qui s'obtient en martelant l'acier d'une manière peu vive et parfaitement uniforme pendant un assez grand nombre d'heures consécutives.

On aura une idée des qualités qu'acquiert ainsi l'acier, quand on saura qu'un outil à fendre les plumes métalliques, et dont le tranchant est plus fin que celui d'un rasoir, fonctionne, c'est-à-dire fait une fente dans les plumes, avec une activité remarquable, pendant un espace de temps de huit à douze

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

heures consécutives, sans avoir besoin qu'on en rétablisse le taillant.

Comme ce mode de fabrication d'un acier très-précieux n'est pas généralement connu, quoiqu'on se servît déjà d'un procédé qui a quelque analogie avec celui-là pour affûter les faux, nous avons cru devoir le signaler, dans l'espoir qu'il recevra beaucoup d'autres applications dans les arts, mais avec le regret de ne pouvoir, au moins pour le moment, fournir à cet égard des renseignements plus étendus et plus complets.

Cémentation et alliage des métaux pour les préserver de l'oxidation.

La cémentation et l'alliage des métaux sont des opérations bien connues en métallurgie ; mais il ne paraît pas qu'on ait encore eu l'idée de les combiner ensemble pour modifier la surface de certains métaux, et leur permettre de résister à l'action de l'air, de l'humidité et de quelques acides. Il paraît, cependant, que le cuivre et le fer, tant de fonte que de forge, ainsi que d'autres métaux oxidables, pourraient, au moyen de cette double opération, devenir beaucoup moins attaquables par l'action de l'oxigène, au moins si l'on s'en rapporte aux inventeurs d'un moyen qu'on vient de proposer récemment pour cet objet, et dont nous allons donner une idée.

Le cuivre qu'on veut allier et cémenter est d'abord nettoyé et décapé avec le plus grand soin. Cela fait, on le recouvre d'un enduit épais, composé de charbon de bois et de zinc en poudre ; on l'introduit dans un fourneau à réverbère, et on porte la température au rouge-cerise.

On maintient cette température pendant plus ou moins de temps, suivant la masse de l'article, l'épaisseur de l'enduit qu'on lui applique, ou la couleur qu'on veut lui donner.

Cette opération paraît assez délicate, et il serait difficile d'établir des règles pour la conduire à bien. C'est l'expérience seule qui apprendra à tout ouvrier intelligent la manière dont il convient de la diriger dans chaque cas particulier pour réussir. Ainsi, il observera que, dans chacun des cas, il y a un point auquel le cuivre retiré du fourneau est devenu parfaitement inoxidable, tandis que, si l'opération est trop prolongée, le cuivre est transformé à la surface en laiton ordinaire, qui est, au contraire, facilement attaqué par l'oxigène.

Pour le fer on procède autrement ; on commence par fondre dans un creuset deux parties de zinc et trois parties de cuivre, et c'est dans cet alliage en fusion que la pièce de fer bien décapée doit être plongée.

Si la pièce a un volume ou une masse considérable, on la fait chauffer avant de la plonger dans le creuset ou dans le bain, et, afin d'éviter le contact de l'air atmosphérique, ce bain est recouvert de sel ammoniac, de résine, de borate de soude, ou de toute autre matière convenable. On doit donner la préférence au sel ammoniac, comme offrant de meilleurs résultats.

L'article en fer ainsi préparé est alors revêtu d'une couche épaisse de charbon de bois, introduit dans un fourneau, et exposé à une forte chaleur, jusqu'à ce que les fumées du zinc commencent à ne plus se dégager. Il ne convient même pas d'attendre que ces vapeurs aient entièrement cessé et indiquent qu'il n'y a plus présence du zinc. Plus l'opération marche vivement, et meilleur est le résultat.

Quand on juge qu'elle est terminée, on retire la pièce de fer du fourneau, couverte encore de charbon, et, dans cet état, on la plonge dans l'eau, ou bien on la laisse refroidir lentement.

On peut modifier le procédé précédent, relativement au fer, de la manière que voici :

On fait un alliage de zinc et de cuivre dans les proportions ci-dessus indiquées, c'est-à-dire deux de zinc contre trois de cuivre, et lorsqu'il est froid on le jette dans un mortier avec du borax, avec lequel on le pulvérise. On prend alors la pièce de fer qu'on veut préserver de l'oxidation, après qu'elle a été bien nettoyée et décapée, et on l'enduit avec de l'huile grasse, de la graisse, ou toute autre matière végétale ou animale, onctueuse et adhésive ; puis on la plonge en cet état dans la poudre d'alliage de zinc et de cuivre, d'où on la retire pour l'enduire d'une couche épaisse de charbon pulvérisé, et la soumettre à une chaleur intense, jusqu'à ce que les vapeurs du zinc commencent à disparaître.

Un quatrième procédé consiste à plonger le fer dans une solution de sulfate de cuivre, où on le laisse pendant quelque temps. Aussitôt que la pièce est recouverte d'une couche suffisante de ce dernier métal, qui s'est précipité à sa surface, on l'enlève et on l'enduit d'une couche mince de terre grasse délayée dans l'eau, et on recouvre avec du zinc en poudre mélangé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du borax ; ou bien on fait une pâte avec l'argile, le zinc pulvérisé et le borax, et on en enduit la pièce. Alors on la place dans un fourneau, où on la couvre de poudre de charbon, et où elle est chauffée au blanc pendant quelques minutes. L'opération se conduit comme les précédentes.

Les métaux, ainsi alliés et cémentés, sont, assure-t-on, inoxidables ; ils ont une couleur d'or ou d'argent, suivant la durée de l'opération et la quantité de zinc combiné au cuivre.

On peut beaucoup rehausser l'éclat de l'alliage couleur d'or en frottant l'article avec du charbon de bois ou de la suie d'un foyer où l'on ne brûle que du bois et de l'acide nitrique.

On a trouvé qu'au lieu de zinc on pouvait aussi faire usage de la calamine, et que le procédé réussissait également bien.

Perfectionnements dans l'art de teindre et d'imprimer avec la garance.

Par M. Th. Leykauf.

Les chimistes, depuis quelques années, ont fait sur la garance une foule de recherches remplies d'intérêt, mais qui, malheureusement, ne s'accordent point entre elles. Ces recherches ont amené la découverte de quelques procédés avantageux dans l art de la teinture, et de nouveaux efforts finiront probablement par nous fixer définitivement sur la composition de cette substance tinctoriale, sur les matières colorantes diverses qui s'y rencontrent naturellement, sur les métamorphoses qu'elles éprouvent sous l'influence de divers agents chimiques ; enfin, sur les moyens de les séparer, de les combiner, et de les appliquer pour en obtenir des résultats constants et définis.

Pour ne citer que quelques exemples des idées vagues qui règnent encore relativement aux diverses matières colorantes qu'on rencontre dans la garance, croirait-on qu'un chimiste n'y a trouvé qu'une seule de ces matières, tandis qu'un autre en rencontre quatre, un troisième six, et un quatrième dix à douze ; bien plus, l'un en a extrait la matière colorante rouge par une oxigénation, et un autre par une désoxigénation, etc.

Les moyens techniques pour l'application de la garance à la teinture ne présentent pas beaucoup plus de précision, d'exactitude et d'économie ; et de l'aveu de tous les teinturiers, on perd encore 50 pour °/₀ suivant les uns, et jusqu'à 75 pour °/₀ suivant les autres, en matière colorante dans les opérations successives pour teindre avec la garance.

C'est, comme on sait, avec la garance que l'on donne au coton cette belle couleur rouge solide, que l'on connaît sous le nom de rouge des Indes, ou rouge d'Andrinople.

La teinture du coton en rouge d'Andrinople est une opération des plus compliquées, ou, pour mieux dire, elle se compose d'une suite de manipulations qui se succèdent, et qui ont paru jusqu'ici indispensables pour arriver à une nuance bien nourrie, solide et brillante.

A Rouen, où l'on teint avec beaucoup de succès le coton en rouge d'Andrinople, on suit, d'après M Vitalis, un procédé qui consiste en onze opérations successives, que voici :

Première : décreusage du coton dans une lessive de soude à 1° B. Deuxième : bain de fiente de mouton ; on répète quelquefois deux et même trois fois ce bain de suite, pour avoir des couleurs mieux nourries. Troisième : bain d'huile ou bain blanc répété deux, trois et même un plus grand nombre de fois. Quatrième : bain de sels ou passage au bain blanc, auquel on ajoute une lessive de soude de 2 à 3°. Cinquième : dégraissage dans une solution tiède de soude à 1°. Sixième : engallage ou passage dans un bain de noix de galle ou de sumac. Septième : alunage dans un bain d'alun très-pur. Huitième : lavage à l'eau. Neuvième : garançage dans un bain préparé avec du sang de bœuf ou de mouton et de la garance. Dixième : avivage au moyen du bain de sels, le même que ci-dessus, ou au bain d'huile grasse, de savon et d'eau de soude à 2°. Onzième : rosage au bain de savon blanc et de sel d'étain.

Ajoutez qu'à la suite de presque toutes ces opérations, il faut tordre le coton et le faire sécher soit à l'air libre, soit dans des sécheries chauffées à 50° R., et que le nombre des manipulations que subit ainsi le coton s'élève au moins à 30.

On connaît aussi à Rouen deux autres modes d'opérer, qu'on nomme *marche en gris* et *marche en jaune*, qui comptent un aussi grand nombre d'opérations, et qui sont, par conséquent, tout aussi compliquées que le précédent.

Un procédé si complexe, des manipulations si multipliées rendent donc la teinture du coton en rouge d'Andrinople dispendieuse ; et, depuis longtemps, les fabricants et les chimistes ont fait des efforts pour diminuer le nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces opérations, tout en cherchant à conserver la plus riche couleur aux objets teints de cette façon, ou pour leur en substituer d'autres moins chères et moins nombreuses, et fournissant des résultats aussi satisfaisants. Tous ces efforts paraissent avoir été impuissants, ou au moins il n'est rien parvenu à notre connaissance qui puisse nous faire soupçonner qu'on a réussi dans cette voie.

Aujourd'hui on annonce que M. Th. Leykauf a été plus heureux, et qu'il est parvenu, par des moyens simples, à extraire complétement la matière colorante rouge de la garance; qu'on peut, au moyen de cette matière et des procédés particuliers qu'il met en usage, teindre en rouge d'Andrinople sans avoir recours aux bains d'huile ou de sels, à l'engallage, à l'avivage, etc., ainsi qu'aux manipulations multipliées auxquelles ces opérations donnent lieu; qu'au moyen de la matière colorante qu'il extrait de la garance, on peut imprimer les étoffes de coton en rouge d'Andrinople, et produire une foule d'autres couleurs garancées d'impression très-brillantes et très-riches; enfin, qu'il a découvert un nouveau mode de rosage des rouges d'Andrinople, bien supérieur à celui en usage aujourd'hui dans les fabriques.

Afin que nos lecteurs puissent juger par eux-mêmes de l'importance des découvertes qu'annonce M. Leykauf, nous allons donner ici la traduction d'un article qu'il a fait insérer dans un journal allemand, article dans lequel il entre dans quelques détails que comprendront facilement les personnes au fait des procédés de la teinture et de l'impression.

1° *Moyen pour se dispenser des bains d'huile dans la teinture en rouge d'Andrinople.*

Le grand nombre d'opérations qu'on fait subir au coton, dit M. Leykauf, a attiré depuis longtemps mon attention, et plusieurs d'entre elles m'ont paru inutiles, même désavantageuses, et augmenter sans nécessité les frais de cette teinture. D'ailleurs, il a été impossible d'assigner un rôle même probable à plusieurs de ces opérations; et quoique dans la pratique des ateliers on les ait considérées jusqu'ici comme indispensables, la théorie a été impuissante pour en expliquer l'utilité et pour conduire à leur simplification.

Quelques chimistes, par exemple, ont supposé que les bains blancs ou bains d'huile ne peuvent être supprimés, et que l'huile saponifiait les alcalis; mais, dans ce cas, il semble qu'un bain de savon devrait être également efficace, et c'est ce qui n'est pas exact. D'autres ont avancé que l'huile devait se combiner avec le tannin ou l'acide gallique, dans la production du rouge d'Andrinople; mais l'expérience démontre, d'abord, qu'on peut se dispenser de l'engallage, lorsque le coton a été avant l'alunage soigneusement passé au bain d'huile et bien séché; et ensuite que l'huilage est même une opération désavantageuse, lorsque, comme cela se présente plus ou moins dans le cas ordinaire, il reste de l'alcali dans les cotons, c'est-à-dire lorsque celui-là n'a été enlevé ou transformé en un autre composé qu'à la surface des fils. Dans ce cas, ces fils par l'alunage prennent un toucher gras, poisseux, et le rouge d'Andrinople qu'on y applique, quoique résistant à une eau de savon bouillante, ne se décolore pas moins par places quand on le frotte un peu vivement dans le blanchissage au savon, et passe au rose pâle et maigre. La transpiration, surtout celle sébacée de la tête, le décolore aussi rapidement, et en affaiblit la nuance; enfin, les rayons solaires le ternissent en peu de temps.

Ces observations m'ont donc fait présumer, depuis longtemps, que le bain d'huile était une opération inutile et même désavantageuse, et que, si on parvenait à s'en dispenser, les nouveaux procédés donneraient un rouge exempt des défauts que nous venons de signaler. C'est ce qui m'a engagé à faire quelques recherches qui ont réussi, et à proposer un mode de teinture en rouge d'Andrinople, solide et très-brillant, et obtenu sans bain d'huile.

Ces recherches m'ont démontré que dans le mode de préparation actuelle du rouge d'Andrinople il se forme, d'une manière il est vrai imparfaite et accidentellement, une petite quantité d'un composé à réaction acide dont je tairai le nom, mais que, pour l'intelligence de ce qui va suivre, j'appellerai l'acide M.

D'un autre côté, mes essais m'ont aussi prouvé que la matière tinctoriale de la garance est une substance à réaction également acide, que nous croyons devoir nommer *acide rubiaïque*.

C'est la combinaison de l'acide M et de l'acide rubiaïque avec l'alumine qui constitue le rouge d'Andrinople pur, qui est alors un sel double d'alumine.

On produit cette combinaison sur le coton en décomposant un sel formé avec l'acide M et la potasse, par l'alun ou sulfate d'alumine et de potasse, opération qui dépose sur les fils un sel hy-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

draté, composé avec l'acide M et l'alumine (1).

Par la dessiccation, ce composé abandonne son eau d'hydratation, et il reste un sel anhydre et sec, déposé sur le fil.

Par le garançage ou passage du fil imprégné de ce sel d'alumine au bain de garance, l'acide M partage sa base avec l'acide rubiaïque, et une très-légère quantité d'une autre matière brune, également acide; ce qui donne sur le coton une combinaison hydratée triple d'alumine, d'acide M, d'acide rubiaïque et d'acide brun.

Un séchage parfait enlève l'eau de l'hydrate, et un avivage ou passage au savon débarrasse de la matière colorante brune, de façon qu'il ne reste plus sur le coton qu'une combinaison d'acide M, d'acide rubiaïque et d'alumine, qui constitue le rouge d'Andrinople, pur et véritable.

L'acide M, qui rend inutiles les bains d'huile ou de sels, l'engallage et un grand nombre de manipulations pour les séchages, se prépare à bon marché et en quelques minutes; et, combiné avec la potasse, on peut très-bien le conserver pour l'usage.

Les onze opérations, qui se divisent en plus de trente manipulations dans la teinture en rouge d'Andrinople, suivant l'ancien procédé, sont donc actuellement réduites aux suivantes :

1° Bain dans l'acide M, où l'on laisse les fils macérer pendant deux heures, puis tordage à la cheville;

2° Séchage à 45° C. dans une sécherie ou au soleil, pendant douze heures, comme à l'ordinaire, puis lavage;

3° Alunage à l'alun, c'est-à-dire en tempérant le bain d'alun par la potasse ou la soude, comme à l'ordinaire;

4° Séchage comme précédemment;

5° Lavage d'alun, pour enlever l'alun superflu;

6° Garançage comme à l'ordinaire, et séchage;

7° Avivage comme d'habitude;

8° Séchage à la température ordinaire.

Par ce procédé, le rouge d'Andrinople est plus vif, plus nourri que le rouge ordinaire, et l'on est beaucoup moins exposé aux accidents et aux fautes qui arrivent si souvent dans une suite d'opérations si compliquées.

On peut même encore simplifier le procédé en opérant ainsi qu'il suit :

On décompose le sel potassique de l'acide M au moyen d'une dissolution d'alun, on le transforme en sel d'alumine, et on dissout ce sel dans une lessive de potasse. Alors on peut obtenir des objets de coton teints en rouge d'Andrinople par les opérations que voici :

1° Combinaison du fil avec ce sel alumino-potassique;
2° Séchage;
3° Lavage à l'eau;
4° Garançage;
5° Avivage.

Le fil, dans ces opérations simples, est teint tout aussi profondément et complétement qu'à l'ordinaire, et la couleur résiste mieux à l'air, à la lumière, aux alcalis, etc.

Bien plus, le fil passé seulement à l'acide M peut être teint par une seule opération en rouge d'Andrinople, lorsqu'on fait usage de la *matière colorante pure de la garance*, dont il sera question plus bas.

En dissolvant cette matière colorante pure dans de l'alcool hydraté, ou en versant sa dissolution alcoolique dans de l'eau pure, on parvient à teindre le fil de coton, préparé, comme il vient d'être dit, en moins de douze heures, et sans le secours de la chaleur, en un rouge pur, magnifique, et, par l'application de la chaleur, en un rouge d'Andrinople foncé.

Un point dont il est bon d'être averti, et qui n'est point un des moindres avantages du nouveau procédé, c'est qu'on emploie ainsi pour la teinture moins de garance que par toutes les autres méthodes usitées jusqu'ici.

L'acide M avive et relève à un tel degré le ton de la couleur, qu'avec son secours on peut, d'une même quantité de garance, retirer une quantité double de matière colorante et de la même intensité.

2° *De la matière colorante pure de la garance.*

Les innombrables expériences qui ont été faites avec si peu de succès pour extraire, à l'état de pureté, la matière colorante propre de la garance, ont toutes échoué, parce que, en traitant cette racine par les acides, les alcalis, les sels, l'alcool, ainsi qu'on l'a pratiqué jusqu'ici, aussi bien que par la

(1) A l'état d'hydrate, cette combinaison s'unit assez promptement avec toutes les matières colorantes; mais le composé qui en résulte sur le fil n'est pas très-solide, attendu que la combinaison de cette matière colorante avec l'alumine diminue l'affinité du sel M d'alumine pour le coton. Il est donc indispensable d'avoir recours à un séchage prolongé, et c'est ce qui oblige, après l'alunage, à répéter si fréquemment cette dessiccation dans l'ancien procédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fermentation dont on s'est aussi servi, on a détruit une portion de cette matière colorante, ou bien on l'a transformée, en partie, en d'autres matières colorées; ce qui a fait croire à tous les chimistes qu'il existait plusieurs matières colorantes toutes formées dans la garance, et qu'on pouvait les en séparer.

En réalité, la garance ne contient qu'une seule matière colorante rouge, qui est l'*acide rubiaïque*, et une autre matière qui provient de la combinaison de cet acide avec l'oxigène, matière qui a une couleur fauve ou brune.

Cette matière brune se produit en très-grande abondance en mettant en pratique les méthodes actuelles; c'est sa formation qui cause un double désavantage; car, d'un côté, en lui donnant naissance, on affaiblit considérablement le pouvoir tinctorial de la garance; et, de l'autre, comme elle se combine aux fils en même temps que la matière colorante rouge, on est obligé, pour l'enlever, d'avoir recours aux opérations d'avivage.

D'après mes recherches, il n'y a dans la garance que de la matière colorante rouge, et un peu de matière brune, dans laquelle celle-ci se transforme, et, par conséquent, toute cette racine serait composée de matière utile, à l'exception des fibres ligneuses incolores, de l'albumine, du sucre, de quelques sels et terres qui entrent dans la composition des végétaux.

La préparation ou la séparation de la matière colorante rouge ou acide rubiaïque, malgré les essais très-multipliés qu'il a fallu faire pour la découvrir, est néanmoins très-simple, peu dispendieuse, et donne cette matière sous forme de poudre sèche rouge-brun, ou sous celle d'extrait mou ou à demi-desséché, que j'appelle *extrait de garance*.

Cette matière présente de tels avantages que le temps n'est, sans doute, pas éloigné où l'on ne se servira plus, en teinture, de garance en nature, mais de l'extrait de garance. Celui-ci, en effet, présente les avantages suivants :

1° L'extrait de garance n'est pas sujet à la détérioration que la garance éprouve avec le temps ;

2° Il est d'un poids peu considérable, et, par conséquent, les frais de transport en sont peu élevés ;

3° Les procédés de préparation de l'extrait transforment en matière colorante pure les matières qui, dans la garance, n'étaient point encore parvenues à leur état de perfection, ou y ramènent celles qui ont pu déjà éprouver quelque altération, ce qui accroît considérablement le pouvoir colorant d'un poids donné de garance ;

4° L'extrait de garance étant exempt de matière colorante brune donne : 1° immédiatement le rouge d'Andrinople, le plus beau et le plus nourri, en rendant superflues les opérations coûteuses et parfois chanceuses de l'avivage, du rosage, etc. ; 2° un très-beau rose sur lin, coton et laine, qui le cède à peine à la cochenille; 3° un cramoisi, un écarlate et un autre rouge sur laine, au moyen de l'alun ou de l'acide tartrique. Toutes ces couleurs n'exigent, pour briller de tout leur éclat, qu'un léger bain de savon ;

5° Enfin, l'extrait de garance fournit pour l'impression des étoffes des rouges et des roses fort beaux, de toutes les nuances.

3° *Impression en rouge d'Andrinople.*

La nouvelle découverte sera d'une très-haute importance pour l'art d'imprimer les étoffes de coton, puisqu'elle permettra avec la plus grande facilité d'imprimer en rouge d'Andrinople.

Pour cela, on dissout 1 kilogramme d'*alun saturé*, c'est-à-dire dont la réaction acide est tempérée par 60 grammes de soude, et on y ajoute 500 grammes de l'acide M, dissous dans une lessive de potasse.

Il se forme un précipité considérable, qui, après avoir été lavé avec de l'eau pure et légèrement comprimé, est dissous dans la potasse et employé seul ou épaissi avec de la fécule de pommes de terre, dissoute dans la potasse.

Cette matière épaissie se verse dans les auges, et s'imprime au cylindre comme à l'ordinaire.

L'étoffe imprimée, ayant été exposée pendant douze heures à l'air libre pour la sécher, ou bien placée dans la chambre chaude, puis lavée, on lui fait subir l'une des deux opérations suivantes :

1° On la passe dans un bain ordinaire de garance et d'eau, où la quantité de la garance se règle d'après la richesse du ton qu'on veut produire ;

2° Ou bien on la plonge dans l'eau pure, à laquelle on ajoute une dissolution d'extrait de garance dans l'alcool.

Dans le premier cas, le bain ne doit pas être donné trop chaud, et la teinture doit marcher avec lenteur. Dans aucun cas, il ne faut porter le bain à l'ébullition, à moins qu'on ne veuille obtenir des produits de couleur sombre et foncée. De plus, il faut avoir recours aux bains de savon et de sel d'étain,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si on veut produire un beau rouge éclatant.

Dans le second cas, l'opération marche très-promptement, le bain se dépouille rapidement de sa matière colorante au profit du coton, et on n'a plus besoin que d'un léger passage au savon, qui donne à l'étoffe un éclat admirable.

Les étoffes peuvent très-bien aussi être imprimées avec le sel provenant de la combinaison de l'acide M avec le protoxide d'étain ; ils acquièrent de cette manière de fort beaux tons. Pour cela, on précipite l'hydrochlorate de protoxide d'étain par le sel potassique de M, on lave, on comprime le précipité, on le dissout dans la potasse, et on en fait usage ainsi qu'il est dit ci-dessus.

Dans la préparation de ces drogues d'impression, il faut faire attention à ce que l'alun ou le sel d'étain n'aient pas de réaction acide, mais soient neutres autant que possible. L'alun se sature comme à l'ordinaire par une addition d'alcali, et le sel d'étain, en s'opposant à ce qu'il se transforme en sels basique et acide, et, par conséquent, en y ajoutant aussi un peu de potasse.

4° *Impressions de roses et de rouges garance.*

On n'a pas réussi jusqu'ici à obtenir des couleurs d'impression garance, parce qu'il n'était pas possible de séparer la matière colorante de la garance à l'état de pureté, au moyen de tous les dissolvants qu'on connaissait. Ce sont les laques de garance dissoutes dans l'acide acétique qui, à cet égard, donnent les meilleurs résultats ; mais ces laques sont très-chères, et elles ne fournissent même que des roses tendres, assez agréables, mais qui manquent de solidité.

L'extrait de garance dont il vient d'être question plus haut donne au contraire, par une préparation particulière, une drogue d'impression avec laquelle on peut imprimer les roses et les rouges de toutes les nuances, les plus beaux et les plus durables.

5° *Méthode nouvelle de rosage.*

L'ancienne méthode de rosage au sel d'étain, au savon et à la soude, a le désavantage d'être dispendieuse, et en outre, si ces matières ne sont pas de la plus rigoureuse pureté et présentent quelques défauts, la couleur est en partie détruite, et il se produit des taches brunes, qu'aucun moyen connu ne peut plus enlever.

Dans la méthode nouvelle, on obtient de la manière la plus simple un beau rouge turc cramoisi avec un bain bouillant d'un sel à très-bas prix et un écarlate turc avec addition d'un autre sel également à bas prix, sans qu'il y ait danger de manquer l'opération ou d'endommager le coton.

Les résultats annoncés par M. Leykauf, s'ils étaient exacts, seraient d'une haute importance pour la teinture et l'impression des étoffes ; mais comme l'inventeur n'a pas jugé à propos, à notre grand regret, d'entrer dans des explications plus étendues sur ce sujet, et qu'il a gardé le secret sur la préparation de son acide M, sur celle de son acide rubiaïque et de son extrait de garance, nous ne pouvons garantir toutes les indications et les promesses qu'on trouve énoncées dans l'article qu'on vient de lire. Seulement nous ferons remarquer qu'elles pourront peut-être mettre sur la voie quelques-uns de nos chimistes et les engager à reprendre l'analyse de la garance et à se livrer de nouveau à des recherches étendues sur cette matière qui promet de si beaux résultats, recherches qui, si elles étaient couronnées de succès, pourraient devenir très-fructueuses à celui qui les entreprendra, indépendamment des prix énoncés (28,000 fr.) que la société industrielle de Mulhausen se propose de décerner à celui qui aura résolu le problème dont M. Leykauf, de son côté, paraît avoir entrepris la solution.

Quoi qu'il en soit, nous dirons que la personne dépositaire du secret de M. Leykauf se propose de le faire connaître en tout ou en partie, moyennant des conditions que nous allons énoncer.

Les procédés indiqués plus haut se partagent en cinq découvertes qui intéressent la teinture et l'impression des étoffes. Ces découvertes sont : Un moyen de se passer du bain d'huile, l'impression en rouge d'Andrinople, le nouveau rosage, la préparation de l'extrait de garance et l'impression en couleurs garance.

Les moyens pour se passer du bain d'huile, d'imprimer en rouge d'Andrinople et autres couleurs garance, seront indiqués moyennant une prime de 100 écus de Prusse (371 fr.) ; la préparation de l'extrait de garance, 200 écus (742 fr.) ; l'impression en rose et rouge garance, 40 écus (148 fr. 40 c.) ; le nouveau rosage, 12 écus (42 fr. 42 c.). S'adresser à MM. Leuchs et comp., à Nürnberg, qui fourniront d'autres renseignements qui ne peuvent trouver place ici.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences sur la fermentation alcoolique des grains.

Par M. A. URE.

En Irlande, où l'on distille une quantité considérable d'eau-de-vie de grain, une contestation s'étant élevée entre les distillateurs et les agents du fisc, relativement à la formation de l'alcool dans les cuves à fermentation, sans la présence de la levure, l'administration, qui a frappé ce genre d'industrie d'un impôt énorme qui se perçoit sur la quantité de matières distillées, a cru qu'il était de son devoir d'en appeler à l'expérience pour éclaircir cette question, et elle a en conséquence chargé le docteur Ure de faire à ce sujet quelques essais qui ont été résumés et discutés dans un rapport dont nous allons présenter un extrait.

Le 6 octobre, on a fait un mélange de grain dans la proportion suivante :

72 lit. 694 (2 bushels) d'orge pesant.	45 kil.	482
18 lit. 173 (1/2 bushel) de malt.	9	720
18 lit. 173 (1/2 bushel) d'avoine.	9	663
TOTAL. . . 109 lit. 041 (3 bushels) pesant. . .	64	865

Le grain concassé fut mouillé avec 118 litres d'eau élevée à la température de 71° centigrades, et, après avoir brassé convenablement, on ajouta encore 36 lit. 32 d'eau à la température moyenne de 90°. La trempe fut agitée de nouveau, et au bout de 45 minutes on la couvrit au moment où le liquide marquait une température de 59°.

Trois heures après on soutira seulement 72 lit. 64 de la cuve, quantité beaucoup moindre qu'on n'aurait pu en retirer si la cuve eût été construite d'après d'autres principes et comme il sera indiqué plus bas. La pesanteur spécifique de ce moût ou extrait était alors de 1,060 ou de 60 degrés, suivant l'expression des distillateurs irlandais.

Après un délai de deux heures, on introduisit dans la cuve 90 litres d'eau à 93°; on brassa avec soin et on recouvrit pendant deux heures, au bout desquelles on soutira 104 lit. 42 d'un beau moût pesant 1,042.

Une heure après, on jeta 54,48 litres d'eau à 93° sur les résidus du grain, et au bout d'une heure on soutira de la cuve 50 litres ayant une densité de 1,033.

Le lendemain matin, les produits des différents soutirages furent réunis : ils consistaient en 218 litres à la température de 27°, d'une densité de 1,0465, à la température de 16°.

Reportés à la température de 27°, la fermentation ne tarda pas à s'établir dans ce moût, et en deux jours la densité était tombée à 1,0317, au bout de trois jours à 1,018, au bout de quatre jours à 1,015, et au bout de cinq jours à 1,012. La température avait baissé aussi à 23° 1/2.

La diminution totale de la densité était donc de 34 1/2, ce qui indiquait la production de 13 litres d'eau-de-vie de preuve (1), tandis que le produit de la distillation du moût n'a été en première distillation que de 14 lit. 61, et celui de la rectification de 13 lit. 84.

La seconde expérience a commencé le 12 octobre avec un mélange de grain semblable au précédent.

Dans cette expérience, on soutira aussi 218 litres de moût à la température de 28°, et d'une densité de 1,043, qui le lendemain était descendue à 1,0418, en deux jours à 1,0202, en trois jours à 1,0123, et en cinq jours à 1,0103; ce qui présentait une diminution de la densité de 32 degrés 1/2, indiquant la production de 14 lit. 22 d'eau-de-vie de preuve, tandis que le produit de la première distillation n'a été que de 13 lit. 30, et celui de la rectification de 12 lit. 07.

Dans ces expériences, le moût a fermenté avec beaucoup d'activité, et semblait bouillir à la surface avec une espèce de sifflement et un dégagement abondant de gaz acide carbonique. Elles prouvent, d'une manière incontestable, qu'on peut produire une grande quantité d'alcool dans les cuves à fermentation du moût de grain, sans aucune addition de levure et en très-peu de temps; mais que la fermentation n'est jamais aussi active qu'avec la levure, qu'elle ne se prolonge pas aussi longtemps, ne paraît pas être aussi complète et donner un épuisement aussi parfait des matières.

On a été loin d'être satisfait, dans ces essais, de la construction de la cuve à fermentation, et en conséquence on en a établi une autre dans laquelle l'eau d'épuisement des grains peut être maintenue à une température constante pen-

(1) L'eau-de-vie preuve de l'administration en Angleterre a une force telle que 10 litres font 11 litres preuve de Hollande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant tout le temps de la période des trempes.

Tous les chimistes savent aujourd'hui que la diastase que contient le malt est le véritable principe saccharifiant qui convertit la fécule ou l'amidon de l'orge et des autres grains en sucre, mais ce principe n'agit avantageusement qu'entre les températures de 62 à 75°. Lorsque la température tombe au-dessous de la première, la saccharification languit, et, lorsqu'elle s'élève beaucoup au-dessus de la seconde, elle est entièrement suspendue.

La nouvelle cuve à fermentation a été faite en zinc et un peu plus évasée au fond qu'au sommet. On l'a placée dans une enveloppe ou autre cuve en bois d'une capacité suffisante pour laisser entre elle et la cuve un espace vide de 5, 6 ou 7 centimètres tant le long des parois que sur le fond. Dans cet espace vide on a fait circuler un courant d'eau à 70° avec lenteur et pendant tout le temps des trempes.

Tout étant ainsi disposé, on a pris 109 lit. 41 de malt pesant 56 kilog. 760 gram., et on les a fait macérer avec 136 litres d'eau à 75°; le mélange, après avoir été bien agité, a été couvert et abandonné à lui-même pendant trois heures, au bout desquelles il avait encore une température de 60°

On en a soutiré alors 86 litres d'un beau moût d'une densité de 1,0902 ou de 90,2 degrés, et on a ajouté 90 litres d'eau à 75° au résidu; au bout de deux heures on a soutiré 127 litres de moût pesant 1,036; enfin 55 litres d'eau à 75° ayant encore été versés sur le résidu, on en a retiré, au bout de deux heures, 68 litres d'une densite de 1,0185.

On a pris, le soir du même jour, 182 litres des deux premiers moûts d'une densité moyenne de 1,058 et à une température de 20°, et on les a versés dans la cuve à fermentation avec 5 p. 0/0 de levure. La diminution de la densité s'est élevée en cinq jours à 54 degrés.

La troisième trempe, qui était de 68 litres, étant un peu faible, on l'a mélangée avec les 51 litres restant des deux premières, on les a mises dans une bassine de cuivre et on les a fait réduire par évaporation à 50 litres qui avaient une densité de 1,038 à 15° de température; enfin on les a mis fermenter à part avec 5 p. 0/0 de levure.

Le produit en eau-de-vie de ces deux opérations aurait dû être de 24 litres 334; le produit de la première distillation a été 25 lit. 061, et à la rectification 24 litres 20, ce qui s'accorde parfaitement avec les tables de l'administration, suivant lesquelles 100 litres de grain germé doivent donner 22 lit. 12 d'eau-de-vie de preuve.

On s'étonnera peut-être de la basse température à laquelle on a fait les trempes, comparativement à celle à laquelle opèrent les brasseurs; mais ces températures ont besoin d'être fort différentes, en conséquence de la différence des matériaux dont on fait usage dans les brasseries et les distilleries.

Les distillateurs n'emploient pas souvent un dixième de malt ou d'orge germé, le reste est de l'orge ou autre grain cru et simplement concassé, et si, pour leur premier trempage, ils faisaient usage d'une eau élevée à la même température que celle des brasseurs, qui n'emploient que du malt, la masse se coagulerait comme de la pâte et ne serait bonne à rien.

Néanmoins, après cette première trempe à basse température, les distillateurs élèvent celle-ci pour épuiser le grain dans les trempes suivantes, presque autant que les brasseurs.

La température de l'eau de première trempe dans les distilleries ne s'élève guère qu'à 75 ou 76°. Déjà 80 à 82° paraissent être une température trop élevée pour cette opération.

Les expériences suivantes ont eu pour but de déterminer à quelle élevation de température l'activité ou l'efficacité de la levure est paralysée, et jusqu'à quel point s'abaissait la densité des extraits dans l'espace de six heures, temps prescrit par la loi pour recueillir les moûts dans les cuves à fermentation, depuis le moment où commencent les opérations de la trempe, jusqu'à celui où on fait couler ce moût des rafraîchissoirs dans la cuve.

Des moûts d'une densité de 1,0898 ont été mélangés à une température de 35° avec 5 p. 0/0 de levure, et en six heures leur densité est descendue de 26,9 degrés ou à 1,0629.

Des mouts de 1,0535 mélangés à 45° avec 5 p. 0/0 de levure sont descendus en cinq heures environ de 16 degrés ou à 1,0475.

Mais lorsque des moûts de 1,0535 ont été mélangés à 49° à 5 p. 0/0 de levure, comme précédemment, ils n'ont plus fermenté, même quand on les a fait refroidir. L'activité de la levure a donc été détruite à cette température.

En ajoutant de nouvelle levure à ce dernier moût, la diminution de la densité a été de 5,8 degrés en deux heures, et de 28,4 degrés en trois jours, ce qui prouve que la matière saccharine avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conservé toute sa faculté fermentescible.

On a pris un moût d'orge germé préparé ainsi qu'il a été dit précédemment et d'une densité de 1,0959, et on en a versé un tiers à la température de 21° dans une cuve à fermentation avec 5 p. 0/0 de levure. La densité, au bout de trois jours, était descendue de 66 degrés et réduite à 1,0279.

Les deux autres tiers de la même densité, versés aussi dans des cuves, furent mélangés à 49° à 10 p. 0/0 de levure. Aucun changement de densité n'avait encore eu lieu au bout de six heures, et toute la levure était tombée au fond.

Néanmoins, lorsqu'on fit descendre la température dans ces deux derniers moûts à 22 ou 25°, la fermentation commença et produisit une diminution de la densité de 79 degrés.

Il paraîtrait donc, d'après ces deux dernières expériences, que la levure, à la dose de 5 p. 0/0, est altérée par les moûts d'une grande densité, à la température de 49 à 50°, au point de perdre son énergie fermentescible, mais que quand on l'ajoute aux moûts à la dose de 10 p. 0/0, les cinq parties en excès ne sont pas décomposées d'une manière permanente, mais ont leur activité simplement suspendue jusqu'à ce que la liqueur saccharine tombe à la température compatible avec la fermentation.

Gaz de matières animales pour l'éclairage.

Par M. J. Séguin.

M. Jules Séguin s'est livré depuis deux ans à des recherches suivies sur la possibilité de distiller les matières animales, toutes celles, par exemple, qu'on exploite aux équarrissages de Montfaucon, pour obtenir un gaz propre à l'éclairage. L'auteur a cherché à réduire cette opération à une simplicité telle qu'il pourra, dit-il, livrer ce gaz animal à un prix inférieur à celui du gaz de houille. Ce produit a présenté des difficultés d'épuration qui n'ont pas rebuté l'auteur, et tels sont les résultats annoncés par lui, que la combustion s'effectue sans donner lieu au dégagement d'aucune odeur.

L'auteur affirme, du reste, être arrivé à purifier tellement son gaz, qu'il peut servir sans aucun inconvénient à l'éclairage des salons. Si l'expérience vient confirmer cette assertion, ce sera le point le plus important d'une découverte qui, dès l'abord, pourra soulever de grandes préventions. Quant à l'économie que présente ce nouveau procédé d'éclairage, il suffit, pour s'en faire une idée, de réfléchir à ce que deviennent les matières animales qui maintenant sont abandonnées pour la plupart à la putréfaction, et n'ont le plus souvent d'autre destination que de nuire à la santé publique.

Les matières animales ont donné dans les expériences de M. Séguin, pour un seul corps de cheval :

Gaz éclairant, 22,309 litres, pouvant correspondre à 339 heures d'éclairage par bec à gaz ordinaire des compagnies d'éclairage ; sel ammoniac, 11 kil., 33 ; noir animal, 15 kil., 75 ; en somme, les produits s'élèvent à la valeur de 60 fr. 53 c., et les dépenses de fabrication et d'achat à 23 fr. 30 c. Ainsi le bénéfice pourrait, sur chaque cheval exploité, monter à environ 33 fr.

Si l'on se rappelle que la ville de Paris présente chaque année de 12 à 13,000 chevaux à *distiller*, sans parler d'une foule d'autres animaux de taille inférieure, on peut avoir une idée de l'importance que pourra acquérir cette exploitation.

M. Séguin compte débiter son gaz animal après l'avoir soumis à des procédés de compression. Il a fait construire un appareil à l'aide duquel il régularise la sortie du gaz comprimé, de telle sorte que sous la pression de dix atmosphères, le jet de flamme présente le calme et la régularité du gaz qui s'écoule sous les pressions les plus basses. Du reste, le volume occupé par les appareils de M. Séguin permettra, suivant lui, de les employer sans aucun danger.

Sur la viscosité des liquides.

Par M. A. Ure.

Les liquides jouissent d'une propriété particulière, qu'on a nommée la viscosité, et qui consiste en ce que les molécules de ces corps ne peuvent glisser les unes sur les autres sans éprouver une certaine résistance dans leur mouvement.

Les physiciens paraissent attribuer cette viscosité à des forces semblables à celles qui constituent les phénomènes capillaires, c'est-à-dire à une force de cohésion particulière à chaque liquide, qui agit comme force attractive entre les molécules voisines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne discuterons pas les hypothèses, plus ou moins ingénieuses, proposées par un assez grand nombre de savants d'un grand mérite, pour expliquer la nature de cette force et les phénomènes auxquels elle donne naissance, parce qu'il ne règne pas un accord parfait à cet égard entre les physiciens, et que la théorie de ces phénomènes ne nous paraît pas encore complète.

Chaque espèce de liquide jouit d'une certaine viscosité qui lui est propre. Moins un liquide a de viscosité, et plus on le considère comme fluide; et plus, au contraire, il possède de viscosité, et moins il est fluide.

La viscosité dans un même liquide paraît varier avec la température, au moins cette loi devient très-apparente pour certains d'entre eux, et généralement, quand on élève la température, la viscosité diminue, suivant des rapports qui varient pour chaque liquide. Pour un même liquide, la viscosité varie aussi avec la densité et avec la pression.

Dans les arts, on a souvent besoin de connaître la viscosité relative de certains liquides, afin de pouvoir conduire avec plus de sécurité certaines opérations, ou leur donner un plus haut degré de précision.

Pour cela, il faut se rappeler que la viscosité étant en raison inverse de la fluidité, un liquide qu'on veut faire écouler par des orifices assez étroits mettra d'autant plus de temps à cet écoulement qu'il aura plus de viscosité et s'écoulera, au contraire, d'autant plus promptement qu'il sera plus fluide.

Nous citerons deux exemples d'opérations industrielles où la connaissance de la viscosité des liquides est nécessaire.

Dans la filtration pour purifier des liquides, ou pour en séparer certains produits, on sait que ces liquides sont jetés sur des corps poreux, des tissus plus ou moins lâches, des substances à fibres entrelacées, tels que feutres ou papiers au travers desquels ils doivent passer pour devenir clairs, ou pour se débarrasser de certains corps qui s'y trouvent déposés ou suspendus. Or, la rapidité avec laquelle s'opérera ce passage dépend, pour une même pression et une même température, de la viscosité du liquide, de l'intervalle des mailles du tissu ou des fibres des matières feutrées, et enfin de la nature des corps en suspension.

On conçoit combien il serait intéressant dans les arts nombreux où l'on a recours à la filtration, opération généralement longue et souvent nuisible aux produits par sa durée, de pouvoir déterminer, d'après les résultats de l'expérience, s'il ne serait pas avantageux de suspendre les corps dans des liquides d'une fluidité différente de celle dont on fait usage, quel serait le maximum de la maille qu'on pourrait donner aux tissus, ou l'écartement des fibres des matières feutrées qu'il serait permis de donner aux filtres pour hâter cette opération, sans nuire toutefois aux produits, et enfin, à quel degré de température le liquide qu'on emploie acquerrait son plus haut degré de fluidité, ou donnera t avec les corps qui s'y trouvent en suspension la filtration la plus prompte et la plus parfaite.

Malheureusement, on n'a recueilli que très-peu de matériaux dans les ateliers et les fabriques pour résoudre ces questions; et, d'un autre côté, les expériences des savants sur ce sujet sont encore si incomplètes, qu'on peut à peine y avoir recours dans la pratique.

Le deuxième exemple que nous citerons sur les avantages qu'il y aurait à étudier avec quelque soin la viscosité relative des liquides, ou les lois de leur écoulement par des orifices d'une surface de peu d'étendue, sera empruntée à l'éclairage avec diverses substances liquides.

Dans cet éclairage, on sait que la plupart du temps le problème consiste à alimenter la mèche avec une quantité suffisante du liquide combustible, de l'huile, par exemple, qui passe à travers des canaux étroits et des ouvertures rétrécies, avant de parvenir à cette mèche. Il est facile de voir que les conduits restant les mêmes, cette alimentation d'huile est d'autant plus considérable que cette substance a plus de fluidité. Or, il existe de très-grandes différences sous le rapport de la viscosité, non-seulement dans les diverses espèces d'huile d'éclairage, mais aussi entre des huiles de même nature, mais de qualités différentes.

Une lampe, d'ailleurs bien établie, pourra marcher d'une manière satisfaisante avec une certaine huile bien fluide, et son feu languir avec une certaine autre, dont la viscosité sera plus grande; par exemple, avec l'huile d'œillette dans le premier cas, et l'huile de colza dans le second, sans qu'on sache à quoi attribuer cette différence et qu'on puisse s'en rendre compte.

Nous disons donc qu'il y aurait de l'avantage dans l'industrie du lampiste à pouvoir consulter des tables exactes, qui feraient connaître la viscosité relative des huiles employées le plus cour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munément dans le commerce, et le temps de leur écoulement par des orifices donnés dans l'étendue de l'échelle thermométrique que parcourent les saisons.

Nous savons bien que, dans l'incertitude où l'on est sur le temps de l'écoulement des huiles, on dispose les ouvertures de manière à ce qu'il y ait toujours surabondance : c'est fort bien ; mais rien n'empêcherait avec les tables de régler cette surabondance avec beaucoup plus d'exactitude qu'on ne le fait maintenant, et d'éviter ainsi des degorgements, au moins inutiles, et qui altèrent souvent profondément les portions d'huile qui n'ont pas été consumées.

C'est même un défaut, dans la plupart des lampes dites mécaniques, de fournir à la mèche une trop grande quantité d'huile, et, par conséquent, d'absorber sans profit une portion notable de la force mécanique dont on dispose, en altérant l'huile et la détériorant.

Il est encore un cas dans les arts que nous croyons devoir citer, et où il serait très-important de connaître la viscosité des liquides à certaine température ou le temps de leur écoulement pour un volume déterminé, et pour un orifice et une pression données.

Ce cas est celui où une opération chimique, pour avoir un plein succès, exige qu'un certain liquide ne soit versé dans un autre que goutte à goutte ou en filet. Cette opération, telle qu'on la pratique aujourd'hui dans les fabriques, exige les soins d'un ouvrier et une attention continuelle, tandis que si on avait des tables du temps de l'écoulement des divers liquides, sous des charges variables, rien ne serait plus facile, en faisant choix d'un orifice convenable, de régler ainsi l'opération, puis de l'abandonner à elle-même pour ne lui donner quelque soin que lorsqu'il s'agirait de charger de nouveau de liquide les vases distributeurs.

M. Ure, ayant eu, il y a quelque temps, l'occasion de se prononcer comme arbitre sur le mérite d'une lampe de nouvelle invention, a cru devoir faire précéder les épreuves auxquelles il a soumis le nouvel appareil de quelques expériences sur la viscosité de plusieurs substances en usage dans l'éclairage ; ces expériences ont même été étendues à quelques autres liquides employés dans les arts, et, quoiqu'elles soient encore très-loin d'avoir cette généralité et cette exactitude qui seules seraient propres à leur donner de nombreuses applications dans la pratique et de l'autorité dans les arts, nous allons néanmoins les faire connaître, parce que nous croyons que, malgré leur état d'imperfection, elles auront encore quelque utilité, et suggéreront peut-être à quelque physicien, ou à un praticien exercé, l'idée de les étendre et de les compléter.

L'appareil dont M. Ure s'est servi consistait tout simplement en un entonnoir de verre, dont le bec, long de 75 millimètres et d'un diamètre intérieur de $3^{mill.}12$, avait été calibré avec le plus grand soin dans toute sa hauteur. Cet entonnoir était placé sur un support, et après avoir bouché l'orifice inférieur avec une petite cheville de bois, et placé au-dessous un vase en verre, on y a versé un volume déterminé de liquide froid ou chaud, dont on voulait déterminer la viscosité ; puis, quand ce liquide a été en repos, on a débouché adroitement le bec de l'entonnoir, et recouvert d'une cloche en verre ; alors, au moyen d'un bon chronomètre, on a noté en secondes le temps de l'écoulement du liquide de l'entonnoir dans le vase placé au-dessous.

Les expériences ont toutes eu lieu sur 130 grammes de liquide, et à une température du milieu ambiant de 18° centigrades.

On aurait dû introduire une correction pour les liquides dont on a élevé la température, à raison de la dilatation du diamètre du tube de l'entonnoir, mais on a cru que cette circonstance était de peu d'importance dans la pratique ; en conséquence, on l'a négligée.

Expériences sur l'eau pure à diverses températures.

130 grammes d'eau à la température de	15°,56 C.	se sont écoulés en	14 secondes.
——— *Id.* ———	20	. . . . .	13
——— *Id.* ———	73	. . . . .	12

On a enduit légèrement l'intérieur de l'entonnoir et du tube avec de l'huile, et, quoique le verre, après avoir été essuyé, fût parfaitement clair, on a trouvé que

130 grammes d'eau à la température de	66° C.	se sont écoulés en	24 secondes.
——— *Id.* ———	61	. . . . .	23
——— *Id.* ———	35	. . . . .	24
——— *Id.* ———	13	. . . . .	25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences sur d'autres substances.

130 grammes de	Température.	Poids spécifique.	Secondes.
Essence de térébenthine.	18°	0.874	14
Esprit de bois.	18	0.830	14.5
Alcool.	18	0.830	16
Acide nitrique.	18	1.340	13.5
Acide sulfurique.	18	1.840	21
—— *Id.* ——	128	1.840	15
Solution saturée de sel marin.	18	1.200	13
Sperma ceti.	18	0.890	45.5
Huile fine de colza.	18	0 920	100
Huile purifiée et pâle de phoque.	18	0.925	66
Huile purifiée de baleine des mers du Sud.	18	0.920	66
Sperma ceti.	123	»	15
Huile de colza.	123	»	17
Huile de baleine des mers du Sud.	121	»	17

Recherches expérimentales sur le prix de la lumière fournie par différentes lampes ou chandelles.

Par M. A. Ure.

M. Ure a pris comme terme de comparaison la lampe de Carcel dans laquelle, comme on sait, l'huile est élevée par une mécanique et fournie en surabondance à la mèche qui brûle dans le bec.

Le pouvoir éclairant relatif a été déterminé par la méthode bien connue des ombres d'égale intensité et vérifié par celle du professeur Wheastone, c'est-à-dire l'éclat relatif des deux côtés opposés d'une boule tournante.

Les expériences ont eu principalement pour but de déterminer les avantages sous le rapport du pouvoir éclairant, de la nouvelle lampe à huile chauffée de M. Parker.

Un des caractères particuliers de cette lampe, est d'avoir une cheminée en verre en forme de cloche renversée, et au-dessus de laquelle est une cheminée en fer munie d'un diaphragme qui a pour but de réverbérer une portion de la chaleur, de la flamme à l'intérieur de la cavité cylindrique du réservoir à l'huile. La cheminée de verre en cloche est fabriquée dans un moule, et infiniment mieux adaptée pour produire une flamme fixe et vive, que la cheminée étranglée sous un angle droit, de la lampe mécanique.

L'intensité des ombres entre la lampe mécanique et la lampe à huile chauffée de Parker, donnée par un fil métallique de quelques centimètres de longueur et de la grosseur d'une plume à écrire, a été la même à des distances respectives de 3 mètres 0,48 et 3 mètres 332; leur pouvoir illuminant étant comme les carrés de ces nombres, sont donc égaux respectivement à 9, 29 et 11, 23.

La consommation d'huile de sperma ceti de la meilleure qualité a été, dans la première de 0,988 gramme et 0,754 gramme par minute dans la seconde.

Le prix relatif de l'éclairage pour cette huile paraît donc être de 50 pour 0/0 en faveur de la nouvelle lampe.

En faisant l'essai de l'huile de phoque ou de baleine des mers du Sud, le prix de l'éclairage a semblé être un tiers avec la lampe mécanique, et moitié avec la lampe Parker, de celui à l'huile de sperma ceti.

L'auteur a aussi fait l'essai d'un grand nombre d'autres substances, et a comparé l'éclairage qu'elles produisent; il en a conclu que la lampe à huile chauffée alimentée avec de l'huile de baleine procure une lumière économique égale au moins à 12 fois celle des bougies de Stearine, 7 1/2 fois celle des chandelles de suif, 11 fois celle de l'huile de coco, 8 1/2 fois celle d'huile de palme, 17 1/2 fois celle du sperma ceti et 18 fois celle des bougies de cire ordinaire.

M. Ure a aussi comparé la lumière produite par une lampe de Fresnel, qui consiste en 4 mèches circulaires concentriques, placées sur un même plan horizontal, et dont la plus intérieure a 22 millimètres 75 de diamètre, et la plus extérieure 9 centimètres.

L'intensité des ombres de cette lampe et de la lampe mécanique a été égale à des distances respectives de 4 mètres 037 et 1 mètre 364. En prenant les carrés de ces nombres, la lampe de Fresnel donne un pouvoir illuminant environ 9 fois supérieur à celui de la lampe mécanique, qui elle-même peut être considérée en moyenne comme donnant une lumière égale à 11 bougies de cire.

En comparant une des meilleures lampes d'Argand avec la lampe mécanique, la première a été à la seconde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme 10 est à 11. De façon que la lampe de Fresnel, loin d'être, ainsi qu'on l'a annoncé, égale à 40 lampes d'Argand, ne l'est guère que 9,6 de ces lampes.

Dans le nouveau mode d'éclairage dit de Bude, un léger filet d'oxigène est conduit par un tube fin sur une mèche en combustion, qui a 16 millimètres 25 de diamètre, et la flamme 9 millimètres 75. Le pouvoir éclairant de cette lampe a été égal environ à celui de 30 bougies.

M. Ure a fait aussi l'examen du pouvoir éclairant de differentes espèces de bougies, et a trouvé que la lumière d'une bougie de trois à la livre longue ou courte était la même et égale à 1/11e de celle de la lampe mécanique, et la lumière fournie par la bougie de six à la livre, un peu moindre ou 1/12e de la lampe mécanique.

La consommation de la cire dans les bougies longues ou courtes des trois est de 8 grammes 190; — et dans celle des six courtes 8 grammes 125 à l'heure.

La cire renferme 81,75 parties de carbone sur 100 parties, et la combustion de 100 parties produit 36 parties d'acide carbonique; par conséquent une bougie produira par heure 24 grammes 27 d'acide carbonique ou 13 litres environ de gaz. Maintenant un homme de taille moyenne développe et expire de ses poumons 26 litres 50 de gaz acide carbonique par heure, par conséquent la combustion de deux bougies ordinaires détériore à peu près autant l'air que la respiration d'un homme.

Nouveau procédé photogénique.

M. le docteur Schafhaeult, de Munich, paraît être l'inventeur d'un nouveau procédé pour produire des images photogéniques dont les produits réuniraient aux détails scrupuleux et à l'exactitude des dessins de M. Daguerre, tous les effets de contraste d'ombre et de lumière qu'on remarque dans les plus belles gravures au burin. C'est, dit-on, avec l'encre de Chine qu'on produit ces effets. Dans ce nouveau procédé, la plaque sur laquelle la lumière doit agir est entièrement noire lorsqu'on la place dans la chambre obscure, et la lumière blanchit en totalité on en partie cette teinte pour y produire toutes les dégradations de couleur depuis le noir le plus intense jusqu'au blanc le plus pur.

La plaque noircie est tellement sensible, que les objets éclairés par la lumière la plus diffuse ou la plus faible, telle que celle d'une chandelle, se peignent avec tous les détails aussi bien que s'ils étaient exposés aux éclats les plus brillants de la lumière solaire. Lorsqu'on place les plaques dans les chambres obscures, il faut que l'opérateur exécute dans une pièce complétement privée des rayons du jour, et en s'aidant d'une très-faible lanterne environnée d'un verre de couleur. Les mêmes précautions doivent être prises pour fixer les images produites dans la chambre obscure.

Malheureusement la préparation des plaques photogéniques est très-compliquée et exige l'intervention d'un chimiste aussi bien que celle d'un artiste. L'inventeur n'a pas non plus déterminé encore avec précision le temps pendant lequel ses plaques conserveront leur sensibilité, mais il pense que la période en sera de plusieurs années, et rien ne paraît être plus simple et plus prompt que le moyen employé pour fixer les images.

M. Schafhaeult promet, lorsqu'il aura simplifié son mode de préparation des plaques par la nouvelle méthode, d'en faire connaître tous les détails au public.

Dessins sur papier photogénique.

Par M. Bayard.

Les procédés pour la fixation des images de la chambre noire, autrement dit les procédés photographiques, viennent d'être perfectionnés d'une manière qui mérite de fixer l'attention des savants et des artistes, par M. Bayard. On en jugera par le rapport qui a été fait à ce sujet par M. Raoul Rochette, au nom d'une commission, à l'Académie des beaux-arts, dans sa séance du 2 novembre 1839, et dont nous allons présenter un extrait.

Après avoir présenté l'historique de la découverte de M. Bayard, le rapporteur continue ainsi :

« D'après les détails où nous venons d'entrer, l'Académie qui a déjà pu apprécier le mérite des dessins de M. Bayard, est aussi à même de juger par quels degrés de perfectionnement a passé, dans un si court espace de temps, un procédé qui ne peut être encore arrivé à sa dernière expression. Mais, dût-il être considéré dès ce moment comme un fait accompli, ce qu'il importe de savoir dans tous ses détails, ce sont les propriétés qui caractérisent la découverte de M. Bayard et les avantages qui doivent la rendre précieuse pour les arts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» L'Académie sait déjà que les épreuves dues au procédé de M. Bayard sont produites sur du papier, au moyen d'une préparation qui constitue en grande partie le secret du procédé. La qualité du papier que M. Bayard juge la plus propre à assurer le succès de son opération, est celle du papier fin à la mécanique. Il préfère le papier blanc au papier de couleur dont la coloration se perd inégalement par suite de la préparation qu'il lui donne, d'où il résulte des taches qui nuisent au dessin, tandis que le papier blanc acquiert par le fait même de cette préparation, une coloration qui, partant de la teinte rougeâtre et passant par toutes les teintes bistres pour arriver à la teinte neutre, tirant au bleu, produit un effet général aussi harmonieux qu'agréable.

» Cette préparation, si importante dans le procédé, puisque c'est elle qui confère au papier la sensibilité qui le rend propre à recevoir les dessins produits par la lumière, s'exécute d'ailleurs avec beaucoup de facilité, sans qu'il soit besoin de se mettre à l'ombre ou de s'entourer de précautions incommodes.

» Un autre mérite qu'elle possède, c'est de conserver toute sa valeur pendant un mois, pour peu que les feuilles de papier qui l'ont reçue se gardent avec quelque soin dans un album ou dans un portefeuille; passé ce temps, il suffit de tremper le papier dans un liquide préparé à cet effet, pour que ce papier reprenne toute sa sensibilité, et l'on conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point, de quel avantage il peut être, dans un cours de voyage plus ou moins long, d'avoir sans cesse à sa disposition, sous sa main, dans un album, une quantité plus ou moins considérable de feuilles de papier ainsi préparées et toujours prêtes à l'usage qu'on veut en faire.

» L'épreuve que M. Bayard obtient sur son papier, dans des circonstances de temps ordinaires, met à peu près une demi heure à se produire; c'est plus de temps que ne dure l'épreuve exécutée par le procédé de M. Daguerre, mais cet inconvénient se trouve bien compensé par l'avantage de pouvoir fixer au point où l'on veut, sur le papier même où elle doit s'imprimer, l'image produite par l'objectif.

» Les circonstances de temps les plus favorables à l'opération sont, par un beau jour d'été, un ciel nuageux et un soleil intermittent qui produit une grande lumière et de l'ombre alternativement, de manière à éclairer successivement les diverses parties du champ qu'embrasse l'objectif. Mais à défaut même de ces conditions, et dans la circonstance la plus désavantageuse, celle d'un ciel nébuleux, l'image se produit encore; seulement il faut plus de temps, et conséquemment l'image perd aussi de sa netteté à raison de ce qu'elle est plus lente à se former.

» A côté de ces propriétés déjà si remarquables, et qui reçoivent encore un nouveau prix de l'emploi d'une feuille de papier au lieu de celui d'une plaque de metal, se placent d'autres avantages non moins sensibles.

» L'image qui se produit dans la chambre obscure sur le papier préparé à cet effet, peut toujours être observée, pour ainsi dire, à chaque degré de sa formation. On la suit dans le développement progressif de son intensité, on l'arrête au point où l'on veut la saisir; si l'on ne désire qu'un dessin à peine indiqué, qu'une image aussi faible que possible, on la fixe en cet état au moyen d'un lavage; et ce dessin peut ensuite être repris par la main d'un artiste pour être lavé ou colorié.

» Si l'on veut au contraire que le dessin obtienne plus de vigueur, on n'a qu'à laisser agir la lumière tout le temps qu'on juge nécessaire. La nature a toujours un témoin de son opération, qui l'abrége, la prolonge ou l'arrête, suivant le besoin qu'il en a; et c'est là, à notre avis, un des principaux avantages du procédé.

» Ajoutez à cela que les dessins produits par ce procédé jouissent, du moment qu'ils ont été fixés sur le papier par un lavage, de la propriété de se conserver comme les dessins à l'aquarelle; ils peuvent se porter en voyage, se classer dans un album, se passer de main en main, sans s'altérer par le temps, sans s'effacer par le frottement.

» Nous en avons eu la preuve par l'état même dans lequel se trouvent la plupart des dessins de M. Bayard qui circulent déjà depuis deux ou trois mois, sans avoir éprouvé d'altération sensible; il suffit, pour qu'ils gardent toute leur vigueur, qu'ils ne soient point exposés à l'effet direct d'une lumière trop vive. Ce sont donc de véritables dessins, quant aux moyens de conservation qu'ils possèdent, et quant à l'usage qui s'en peut faire; ils ne se détruisent que par ce qui détruit toute espèce de dessin dus à la main de l'homme, et par ce qui les produit eux-mêmes, par le temps et par la lumière.

» Les images sont en sens direct, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est encore une des principales propriétés du procédé.

» Jusqu'ici, les applications du procédé ont principalement porté sur des masses d'édifices, sur des détails d'intérieur et des ouvrages d'art, statues, bustes, figurines, qui ont été reproduits avec autant de fidélité que de charme. Parmi d'autres applications dont son auteur le croit susceptible, et qu'il a essayées avec plus ou moins de bonheur, nous nous bornerons à mentionner celle qui consiste à reproduire l'objet imperceptible vu et agrandi au microscope solaire.

» Mais une des applications que nous croyons propre à M. Bayard et qui serait d'une grande utilité pour l'art et pour ceux qui le cultivent, ce serait la reproduction des estampes que notre auteur a déjà pratiquée avec succès.

» On sait que M. Talbot, qui s'est déjà distingué par des essais de ce genre, n'a pu arriver encore à la reproduction d'une estampe que par un contre-calque, où le noir prend la place du blanc et réciproquement le blanc celle du noir; mais les copies obtenues par M. Bayard, bien qu'encore faibles de ton et imparfaites d'exécution, offrent l'effet positif de la gravure qu'elles reproduisent seulement en sens contraire avec tous les détails de son travail; il y a tout lieu d'espérer que de nouveaux essais dans cette voie, où il a fait à peine quelques expériences, aboutiront à quelque chose de plus satisfaisant encore.

» Tels sont les principaux résultats que nous avons pu recueillir des déclarations de M. Bayard, et qui, rapprochés des dessins que nous avons sous les yeux, et qui en fournissent la preuve palpable et matérielle, nous ont paru dignes au plus haut degré de l'intérêt de l'Académie. En présence de ces dessins, il suffit d'avoir des yeux pour juger de ce qu'ils sont et de ce qu'ils valent. C'est la première fois qu'on a vu, pour ainsi dire, la nature se peindre elle-même sur le papier, dans la chambre obscure, où jusqu'ici on avait toujours eu besoin d'ajouter par le travail de l'homme à l'œuvre de la nature.

» Dans les épreuves de M. Bayard, la forme générale est de la plus grande exactitude, le modelé des figures, d'après l'antique, ne laisse que bien peu de chose à désirer; on y voudrait plus de netteté dans les détails, moins d'indécision et de mollesse dans les contours; mais du reste, on ne saurait souhaiter un effet plus satisfaisant et plus de charme joint à plus de fidélité dans le rendu de l'image.

» Ces dessins ont également un agrément qui tient essentiellement à la présence de la lumière, aux dégradations de teintes qu'elle y produit et qui sont d'un effet véritablement enchanteur. Ils offrent à des yeux d'artistes l'aspect de ces dessins des vieux maîtres, un peu fatigués par le temps; ils en offrent tout à fait l'apparence et ils en ont le mérite.

» En ne jugeant donc que sous le rapport de l'art, et abstraction faite de toute autre considération, les dessins produits par M. Bayard, en ne tenant compte que de leur mérite pittoresque, que de l'exactitude imitative et de la magie perspective qui s'y trouvent réunies à un si haut degré, il nous semble que l'Académie ne peut se refuser à donner à ce procédé et à ses résultats acquis son entière approbation; et quand on réfléchit à la simplicité de ce procédé, à la commodité qu'il paraît comporter dans toutes ses applications, aux avantages comme aux facilités de toute espèce qui résultent pour le transport, pour le voyage et pour d'autres circonstances, de ce qu'une feuille de papier y remplace une plaque de métal, on ne peut s'empêcher de reconnaître que ce procédé doit être, pour les arts, d'une utilité pratique et usuelle véritablement inappréciable. »

Peinture en miniature sur marbre.

Nous avons vu depuis quelque temps des portraits en miniature, de petits paysages ou des sujets divers peints sur des tablettes de marbre blanc, ayant depuis 15 centim. de longueur, 12 de largeur et 5 millim. d'épaisseur, jusqu'à 27 cent. de long., 20 de large et 9 mill. d'épaisseur.

Ces tablettes, qu'on peut tenir plus minces, mais qu'il convient alors de doubler avec une planchette en bois ou de carton pour les soutenir et s'opposer à leur rupture, sont découpées à la scie dans des blocs de beau marbre à grain fin et poli gras. On efface les traits de la scie avec du grès fin, puis on les conserve en cet état. Lorsqu'on veut s'en servir on les polit, dit-on, avec de la pierre à repasser les rasoirs en poudre très-fine et de l'eau; cette substance leur donne un poli magnifique, qui permet d'y tracer les traits les plus fins et les plus délicats.

En variant la grosseur et la dureté de la poudre à polir, on fait varier en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps l'état de la surface du marbre, suivant les effets que l'artiste veut produire.

Il est, dit-on, également avantageux de ne polir qu'au moment où l'on va peindre sur le marbre, attendu que dans ce cas il prend mieux la couleur que lorsque le poli est déjà ancien.

Le marbre paraît posséder, pour la peinture en miniature, quelques avantages sur l'ivoire. En effet, s'il est vrai que cette dernière substance soit presque blanche lorsqu'on vient de la découper en tablettes, ou lorsqu'on l'a soumise à un procédé particulier de blanchiment, on sait que l'exposition à l'air la fait changer de couleur et prendre une teinte jaunâtre assez agréable, il est vrai, dans quelques cas pour les peintres en miniature, mais peu propre à représenter les parties les plus légères des objets qui n'admettent que des teintes froides et crues.

Une autre objection contre l'ivoire, c'est que ces demi-teintes, n'étant couvertes généralement que d'une couche très-faible de couleur, changent naturellement de ton ou deviennent plus foncées par le jaunissement de l'ivoire, et que ce changement détruit alors en partie l'effet ou le charme des peintures dont elle est couverte.

Le marbre, au contraire, fournit un fond blanc pur que le temps n'altère pas, et qui est propre à recevoir toutes les teintes et tous les sujets. Cette pierre, lorsqu'elle est choisie et préparée, présente un poli aussi délicat que celui de l'ivoire, et quoique les couleurs de fond y soient absorbées avec plus d'avidité, néanmoins il n'y a pas par la suite de différence entre elle et l'ivoire.

L'ivoire ne peut guère s'obtenir qu'en pièces de faible dimension, et quoiqu'on ait cherché à réunir, par une foule de moyens, plusieurs de ces tablettes les unes aux autres, aucun d'eux n'a réussi jusqu'à présent, et les moindres variations de température ne tardent pas à les disjoindre.

Le marbre, au contraire, peut s'obtenir en tablettes de toutes les dimensions, et rien ne paraît s'opposer même à ce qu'on en cimente diverses tablettes sur un carton pour y prendre des figures humaines aussi grandes que nature.

Dans les temps et les climats chauds, les plaques d'ivoire sont sujettes à se voiler, à se fendiller, ou même à éclater, et beaucoup de miniatures précieuses ont, dit-on, été perdues de cette manière, tandis que le changement des saisons, l'état hygrométrique variable de l'atmosphère ne paraît exercer qu'une bien faible influence sur le marbre.

L'ivoire est très-sujet à se couvrir d'une espèce de rosée qui se manifeste quand on l'expose à la plus légère humidité; cette rosée, qui s'y dépose souvent sans cause apparente, laisse presque toujours sur les peintures des taches jaunâtres, qui ne peuvent plus disparaître. Le marbre est exempt de cet inconvénient.

Depuis qu'on a commencé à peindre sur le marbre, on n'a point encore aperçu le plus léger changement dans les tons et les demi-teintes, malgré que les peintures aient été exposées à la fumée, à l'humidité, aux vapeurs dans des appartements; mais il est juste d'ajouter que la date de l'origine de cette peinture n'est pas ancienne, et ne remonte pas à plus de huit à dix ans pour les premiers essais.

Le marbre est sujet à se rompre, ce qui est vrai, mais pas beaucoup plus que l'ivoire dans les mêmes circonstances. On assure même qu'on a réuni les fragments d'une tablette de marbre qui s'était brisée, avec du blanc d'œuf et de la chaux, et que la miniature qu'on y a peinte ensuite, n'a présenté aucune trace de cette réunion des pièces.

La méthode employée pour peindre sur le marbre ne diffère pas beaucoup de celle pour peindre sur l'ivoire; il n'y a peut-être de différences que dans un fond plus soigné, l'emploi d'une plus ou moins grande quantité de gomme à différentes époques de l'ouvrage, et, enfin, un mode d'appliquer le grattoir, instrument plus essentiel au peintre sur marbre qu'à celui sur ivoire.

Du reste, les différences se présenteront d'elles-mêmes, ou, après quelques essais, à tous les artistes exercés.

Le marbre statuaire ordinaire, qui présente une aggrégation de grains cristallins, ne paraît pas être le plus propre à ce genre de peinture. La réflexion de la lumière sur les facettes de ses grains, surtout si elles sont un peu étendues, altérerait certainement les effets de la peinture, et il vaut mieux faire usage des marbres à grain le plus fin ou à texture compacte.

Le marbre blanc grec, qu'on tirait de Scio, de Samos, etc., dont d'Argenville assure qu'on rencontre de semblables carrières au mont Caputo, près Palerme, et qui se distingue par un blanc de neige très-éclatant, un grain très-fin, serré, une dureté supérieure, et est susceptible de recevoir un poli très-vif, aurait été très-propre à cet usage.

Peut-être le marbre blanc de Luni,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en Toscane, qui est aussi d'une blancheur éclatante, et dont le grain fin et serré est susceptible d'un beau poli, pourra-t-il être employé avec avantage en peinture.

Les carrières de Carrare, où l'on rencontre des qualités si différentes de marbres blancs, donneraient sans doute aussi quelques variétés qui conviendraient bien à la peinture.

La France, où l'on a découvert depuis peu de temps un si grand nombre de gisements de marbre, en présentera sans doute dans le nombre qui satisferont aux conditions exigées.

On trouve dans les terrains jurassiques des calcaires magnésiens ou dolomitiques, à pâte d'une finesse extrême, et qui prennent un poli lustré, d'un grand éclat, qui conviendraient peut-être aussi à la peinture sur pierre. Nous craignons seulement que ces calcaires ne soient trop absorbants, propriété qu'on pourrait, du reste, leur faire perdre par des moyens convenables. Dans tous les cas, il faudrait mettre quelque soin dans le choix qu'on en ferait, attendu que presque toutes les dolomies ont une nuance jaunâtre, plus ou moins prononcée, dont la teinte offrirait alors les inconvénients reprochés à l'ivoire.

Emploi de la vapeur d'eau contre les incendies.

M. Picard avait adressé, en février 1838, une note à l'Académie des sciences sur l'emploi de la vapeur d'eau pour combattre les incendies. Le procédé ne fut pas alors accueilli favorablement par les ingénieurs qui, remarquant que dans certaines usines on s'est servi avec avantage d'un courant de gaz pour activer la combustion, pensèrent que l'emploi qu'en voulait faire M. Picard pourrait avoir un effet tout contraire à celui qu'il en attendait. Toutefois, sans que cette difficulté perde de son importance, il paraît aujourd'hui que dans des circonstances particulières, cette application de la vapeur d'eau peut être faite utilement; les expériences faites par M. Colladon seraient de nature à le faire croire.

Cet industriel a fait établir de concert avec M. Duchesne une usine à garance à Avignon. Cette usine a pour moteur deux machines à vapeur de dix-huit chevaux chacune, et pendant toute la durée des travaux elles doivent fonctionner jour et nuit sans interruption.

La proximité qui existe entre les étuves et ce magasin continuel de vapeur a fait penser à l'utiliser en cas de feu. Ils ont donc fait disposer un tuyau provisoire aboutissant dans l'intérieur d'une étuve et pouvant y amener la vapeur des chaudières. Cette étuve qui a 117 mètres cubes d'espace ne reçoit l'air que par ses ouvertures pratiquées dans le bas; elle est terminée en dessus par une voûte et par une cheminée qui a 40 centimètres.

Ils ont suspendu à deux mètres plus bas que la voûte, une claie en bois de sapin ayant huit mètres de surface; elle a été couverte de copeaux séchés à l'étuve; le feu a été mis à ces combustibles dans plusieurs points à la fois, et comme on le pense bien, l'inflammation a été prompte: en peu d'instants la flamme dépassait la voûte et sortait par la cheminée. Quand la vapeur d'eau a été introduite, l'activité du feu s'est sensiblement ralentie, et en moins de *deux* minutes, la flamme semblait près de s'éteindre; mais un dérangement du tube conducteur de la vapeur a forcé d interrompre le jet et le feu s'est rallumé pendant ce temps. Le tube ayant été rejoint, une seconde introduction de vapeur a entièrement arrêté l'inflammation, de telle sorte qu'au bout de dix minutes on n'apercevait plus de feu.

Ces expérimentateurs ont remarqué que l'entrée de la vapeur diminue assez rapidement l'activité de la flamme, mais qu il faut un temps proportionnellement plus long pour éteindre complétement les parties charbonnées qui continuent de fuser. Dans cet essai, l'orifice du robinet d'introduction de la vapeur avait trois centimètres de diamètre. Dans une seconde expérience, avec un orifice d'un centimètre, l'arrivée de la vapeur a bien ralenti l'activité du feu, mais il a fallu près de vingt minutes pour éteindre complétement les bois en combustion.

Les cas d'incendie dans les étuves de garance sont très-fréquents; lorsque cette racine a acquis un haut degré de dessiccation, elle e t si combustible que les étuves les mieux établies ne sont pas à l'abri des accidents. On étouffe quelquefois le feu en fermant toutes les issues, mais la garance éprouve alors une altération fâcheuse. L'emploi de la vapeur sera de beaucoup préférable, puisqu'elle n'altère pas cette substance, et qu'elle peut se répandre dans toute l'étuve par la simple ouverture d'un robinet. La vapeur diminue ou éteint le feu en remplaçant l'air atmosphérique, en l'empêchant d'arriver par les ventouses, et en même temps elle humecte toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

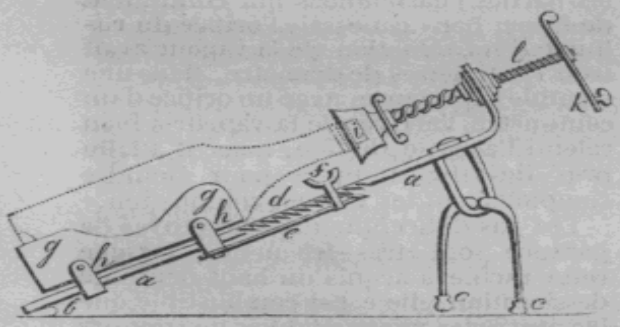
les parties qui ne brûlent pas encore, en se condensant sur leur surface.

On a songé depuis longtemps en Angleterre à utiliser ce puissant moyen de secours dans certaines localités, où son application est accompagnée de circonstances qui concourraient à son efficacité. Ainsi, on en a fait avec succès l'application dans quelques ateliers de filature, mais il nous semble qu'on pourrait également l'employer avec avantage chez les batteurs, par exemple, où le feu se déclare assez souvent, et où l'atelier est presque toujours situé près des chaudières, ainsi que sur les bateaux à vapeur et dans toutes les nombreuses usines où l'on peut réunir les deux conditions suivantes : une chaudière à vapeur en activité, et un local qui n'offre que des issues faciles à fermer, pour empêcher le renouvellement de l'air. Les frais de construction sont pour ainsi dire nuls, un robinet et quelques mètres de tuyau suffisent et on pourrait ainsi facilement se préserver de terribles accidents.

Appareil pour déboucher les bouteilles.

Par M. Th. Lund, coutelier.

Avec cet appareil on peut enlever le bouchon des bouteilles avec propreté et précision, sans effort et sans faire éprouver au liquide qu'elles contiennent une agitation qui leur est toujours nuisible.



La fig. ci-contre représente cet appareil. *a* est une barre de fer terminée par un empatement *b* qui lui sert de point d'appui et portée par devant sur 2 pieds *cc*. Cette barre est taillée par dessous en crémaillère à dents de rochet *d* et porte un ressort *e* recourbé par le bout et faisant fonction de cliquet. Ce ressort est disposé de manière à engrener de lui-même dans la crémaillère quand la détente *f*, qui est mobile le long de la barre, le lui permet. *gg* est une cuvette qui porte la bouteille ; elle est en tôle ou en bois doublée en cuir, et est d'une forme telle qu'elle embrasse étroitement la bouteille et l'empêche de dévier à droite ou à gauche, pendant qu'on extrait le bouchon. La barre est inclinée à l'horizon sous un angle convenable, pour que le liquide ne se répande pas au dehors après l'opération de l'extraction.

La cuvette *gg* est maintenue par 2 appuis *hh* qui peuvent glisser sur la barre *a* afin de mettre cette cuvette et la bouteille à la hauteur convenable pour faire fonctionner le tire-bouchon. *i* est la lunette dans laquelle entre le goulot de la bouteille. *l* le tire-bouchon fixé sur l'extrémité recourbée de la barre *a*.

Supposons que la cuvette soit tout au bas de la barre ; on y place la bouteille et on la fait monter jusqu'à ce que le goulot entre dans la lunette, comme on le voit dans la figure, position où elle reste parce que le cliquet *e* est entré dans une des dents de la crémaillère. Alors on tourne le levier *k*, le tire-bouchon entre dans le bouchon, et en continuant le mouvement, la vis *l* l'enlève, comme dans les tire-bouchons en usage aujourd'hui.

Lorsque le bouchon est extrait, on presse sur la détente *f*, le cliquet quitte la crémaillère, la cuvette glisse sur la barre et on enlève la bouteille.

Pour ne pas introduire de cire quand les bouteilles sont cachetées, ou de débris de bouchon dans le vin, on coupe ordinairement le bouchon au niveau du goulot avec un couteau particulier dont le manche porte une brosse pour enlever les malpropretés.

On monte aussi ces machines sur des tables, des buffets, etc., dans les salles à manger ou les celliers, afin que l'opération du débouchage des bouteilles s'y opère promptement et sûrement.

On peut encore garnir la partie inférieure des tire-bouchons anglais de quatre lames d'acier contournées légèrement en hélice, entre lesquelles on introduit le goulot de la bouteille qu'il s'agit de déboucher. Ces ressorts, par leur élasticité, embrassent ce goulot et le retiennent solidement pendant l'introduction du tire-bouchon, ainsi que lors de l'extraction du bouchon.

Encre de Champignons.

Il y a déjà longtemps que les botanistes ont observé que quelques champignons de la famille des agarics tombaient à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

certaine époque de leur végétation, en déliquescence et formaient un liquide de couleur noire dont les propriétés toutefois n'avaient point été étudiées. Un professeur de matière médicale à l'Université de Pensylvanie, M. J. R. Coxe, a pensé que cette singulière propriété pourrait bien avoir quelque application utile, et c'est ce qui l'a déterminé à tenter quelques essais qu'il vient de faire connaître au public.

M. Coxe avait cueilli un de ces champignons déliquescents, l'avait déposé sur une feuille de papier blanc où il était resté jusqu'au lendemain; alors il avait remarqué quelques gouttes d'un fluide atramentaire, filtrant à travers le papier, qui s'était teint en noir. En plaçant ce champignon sur une plaque de verre, tout tomba en déliquescence excepté les enveloppes ou membranes extérieures.

La couleur du fluide ainsi obtenu était plu ôt celle d'un bistre très-foncé que le noir, et en l'abandonnant quelques heures sur le verre, il s'en sépara un sédiment solide, et un liquide à teinte moins foncée qui surnageait. Ayant donc recueilli une assez grande quantité de cette liqueur en soumettant à la même opération, un assez grand nombre de champignons de la même espèce, M. Coxe a obtenu, par l'évaporation, un extrait d'une couleur assez intense, avec les deux portions combinées que renfermait le fluide et qui, sans cette opération, se seraient séparées l'une de l'autre. Ayant fait l'essai de cette matière, il a trouvé qu'elle formait une excellente couleur à l'eau comparable au bistre, et parfaitement propre au dessin quand on la mélangeait avec un peu de gomme.

M. Coxe a aussi fait usage du fluide dans l'état frais comme de l'encre à écrire, et il lui a servi à tracer divers dessins ou à faire des écritures, mais il n'a pas tardé à s'apercevoir que les changements qu'il éprouvait étaient trop rapides pour qu'on pût le faire servir à cette application; il a donc été conduit à le faire sécher aussi promptement que possible par évaporation spontanée, puis à en faire usage en le délayant avec de l'eau. Différentes pièces d'écriture, tracées avec ce dernier liquide, ayant été exposées pendant plusieurs mois à la lumière solaire, n'en ont éprouvé que de très-légères altérations. Alors M. Coxe essaya les effets du chlore, de l'acide chlorhydrique, du gaz ammoniac, qui eurent peu d'action, excepté toutefois l'acide chlorohydrique gazeux qui affaiblit considérablement la teinte noire des écritures. Il a placé aussi quelques fragments de ces champignons frais dans une solution de sublimé corrosif, qui s'est opposé à ce qu'ils tombassent en déliquescence. Le même effet a été produit par l'alcool.

Le fluide bistré ou atramentaire est tout formé dans le champignon et s'en échappe ordinairement au bout de trois à quatre jours. Quand on le reçoit dans une fiole, on voit la partie la plus pesante et la plus noire se déposer sous forme de sédiment au bout de peu de temps. Le liquide brun clair et ambré surnage, et on peut le décanter pour faire sécher séparément les deux corps. Un champignon de bonne grosseur a donné environ 15 grammes (une demi-once) de fluide.

Parmi un grand nombre d'expériences qui ont été faites avec ce fluide, nous citerons les suivantes, dans lesquelles il a a été soumis à divers réactifs.

7 grammes du fluide ajoutés à 30 grammes d'eau ont donné une solution brune, claire et transparente. Cette solution a été déposée dans douze verres à expérience dans lesquels on a versé les réactifs suivants :

1° *Nitrate d'argent.* Effet nul d'abord, mais au bout de quelques minutes quelques flocons brun foncé se déposent et laissent un liquide transparent.

2° *Chlorohydrate de baryte.* Effet nul d'abord, et plus tard dépôt de flocons brun foncé.

3° *Acétate de plomb.* Flocons brun-foncé immédiats, laissant un liquide clair au-dessus.

4° *Carbonate de potasse.* La transparence du fluide disparaît; léger dépôt brun au bout de quelques heures.

5° *Alcool.* Aucun changement apparent.

6° *Solution de deutochlorure de mercure* (sublimé corrosif). Apparence diffuse d'une couleur brunâtre; légers flocons bruns qui se déposent graduellement.

7° *Acide chlorhydrique étendu.* Même effet, mais beaucoup moins marqué.

8° *Eau de chaux.* Quelques légers flocons au bout de plusieurs heures.

9° *Ammoniaque liquide.* Effet nul.

10° *Succinate d'ammoniaque.* Dépôt brun foncé au bout de quelques heures.

11° *Ferrocyanate de potasse.* Pas d'action.

12° *Oxalate d'ammoniaque.* Il se forme quelque nuages qui se déposent sous forme de sédiment brun sale.

D'après ces expériences et beaucoup d'autres, M. Coxe est disposé à croire qu'on pourrait préparer une excellente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encre de Chine pour le dessin et le lavis avec ces champignons, et que peut-être parviendrait-on, avec le dépôt mélangé à de l'huile, à composer une encre qui conviendrait pour l'impression en taille-douce. Il pense aussi que ce liquide pourrait très-bien être employé comme une encre à écrire qui serait à peu près inattaquable par les réactifs les plus ordinairement employés pour faire disparaître l'écriture; qu'on pourrait s'en servir pour tracer des caractères, appliquer des signatures sur des billets de banque, des billets de circulation, de commerce, ou autres papiers importants, pour écrire des actes, puisque les expériences paraissent démontrer qu'il est à peu près impossible de l'enlever sans détruire le papier lui-même.

Les espèces de champignons décrites par l'auteur, et sur lesquelles les expériences ont eu lieu, sont rapportées par M. Coxe, mais avec quelque hésitation, à l'*agaricus ovatus* de Schœffer (*icones fungorum*, fig. 7), *agaricus cylindricus* (id, fig. 8), et *agaricus porcellaneus* (id., fig. 46 et 47); mais l'examen des dessins qu'il a joints à sa note, a fait penser qu'elles appartiennent à l'*agaricus fimetarius*, Linnée, *agaricus comatus*, Mull. et Berkeley, et *agaricus cylindricus*.

Au reste, l'*agaricus ovatus* fait partie d'un genre auquel Persoon a donné le nom de *coprinus*, et chez lequel les lamelles du chapeau se détruisent promptement en se fondant en une eau noire qui a fait donner aux champignons de ce genre le nom d'encriers. C'est à ce genre qu'appartiennent la plupart des espèces qui croissent si rapidement après les pluies et souvent en groupes nombreux sur la terre et le fumier. Il ne s'agira, si on veut répéter ces expériences et faire des essais, que de choisir les espèces qui donnent le fluide atramentaire de la plus grande intensité.

Fluides propres à remplacer les encres.

Depuis quelque temps, on débite à Paris, sous ces noms, des substances liquides, l'une bleue et composée avec du bleu de Prusse, et l'autre rouge, dont la cochenille ou la lac-dye font les frais, et qui jouissent toutes deux de propriétés assez avantageuses pour qu'il soit nécessaire de faire connaître leur mode de préparation.

L'inventeur de ces encres est M. H. Stephens, sous le nom duquel on les débite dans différents états de l'Europe. Voici comment elles sont composées :

On prend du bleu de Prusse du commerce et on le place dans un pot de terre. On verse dessus un acide concentré en assez grande quantité pour que le bleu en soit recouvert; l'acide sulfurique est celui auquel il convient d'accorder la préférence; mais alors il faut l'étendre de son volume d'eau aussitôt que la masse prend une couleur blanchâtre.

On laisse le bleu dans l'acide pendant vingt-quatre, trente-six ou quarante-huit heures; puis on étend la solution avec une grande quantité d'eau, on remue en même temps afin d'en séparer les sels ou l'oxide de fer qui ne seraient pas combinés; on abandonne au repos dans cet état de dilution jusqu'à ce que la partie colorante se soit précipitée, et que la liqueur surnageante puisse être décantée avec un syphon; on lave une seconde fois à grande eau, et on répète cette opération jusqu'à ce qu'on reconnaisse que l'acide et le fer ont été complétement enlevés. On en fait l'épreuve avec les papiers réactifs et au moyen du ferrocyanate de potasse, qui ne doit plus, dans les liqueurs de lavage, donner de précipité bleu. Alors la matière est suffisamment lavée, on la jette sur un filtre, où on la laisse jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement égouttée. Dans cet état, on enlève le bleu, on le pose sur des plats pour que son humidité s'évapore, et on le fait sécher doucement et à une température modérée.

Pour dissoudre le bleu, on se sert d'acide oxalique, et on mélange ces corps avec précaution, puis on ajoute peu à peu de l'eau froide (de l'eau distillée, autant que possible), pour former une solution à laquelle on peut donner ainsi une couleur plus ou moins foncée. La quantité d'acide oxalique peut varier suivant le volume de l'eau qu'on ajoute. On trouvera généralement que le bleu qui a digéré, comme il a été dit plus haut, n'exige plus qu'une faible quantité d'acide oxalique pour se dissoudre, et qu'environ une partie d'acide dissout six parties de bleu pesé avant la digestion. Ces proportions conviendront pour faire une solution concentrée; mais si on veut un fluide plus étendu, il faudra aussi un peu plus d'acide. Le bleu de Prusse qui n'aurait pas digéré dans l'acide exigerait une plus grande quantité d'acide oxalique pour se dissoudre, de deux à trois fois son poids, et même, après cette dissolution, il est très-disposé à se précipiter, tandis que traité par la méthode indiquée, il ne se pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipite plus, et forme une solution permanente.

La manière de convertir la cochenille ou la lac-dye en une solution rouge, consiste à dissoudre dans l'eau bouillante une certaine quantité de carbonate de soude de potasse ou d'ammoniaque, et à y ajouter, par intervalles, du tartre en poudre. Lorsque l'effervescence que produit cette addition a cessé, on décante la solution, ou plutôt on la filtre pour en séparer les matières insolubles. A la solution claire, on ajoute la moitié en volume d'une solution d'oxalate d'alumine ou d'oxalo-phosphate de la même base, qu'on prépare en ajoutant à de l'alumine récemment précipitée, ou à du phosphate d'alumine à l'état humide, assez d'acide oxalique pour saturer cette base. C'est dans le mélange ci-dessus qu'on jette, quand il est froid, de la cochenille réduite préalablement en poudre, jusqu'à ce qu'on atteigne une belle couleur rouge, ou en variant les quantités suivant la nuance qu'on veut obtenir. Après avoir laissé reposer vingt-quatre heures, on décante pour l'usage.

La méthode employée pour dissoudre le bleu de Prusse, peut être mise en usage pour préparer des bains de teinture avec cette substance, et pour la rendre utile dans les fabriques de papiers peints ou autres. Dans tous les cas, on voit que la digestion dans l'acide sulfurique a pour but de dissoudre l'excès d'oxide de fer qui s'est précipité dans la fabrication en même temps que le bleu de Prusse, et d'obtenir ainsi ce dernier plus pur, quoique moins abondant. Nous ferons observer seulement qu'il y a quelques fabriques où on lave déjà le bleu à l'acide pour ne livrer que les plus belles qualités de ce produit, et que, dès lors, il n'y a plus pour obtenir la solution de ce bleu qu'à le dissoudre dans l'acide oxalique.

Manière d'enlever les taches de rouille sur le linge.

Par M. Runge, professeur de chimie à Berlin.

L'usage si fréquent que nous faisons du fer dans nos ménages laisse souvent des traces fort désagréables et très-tenaces de ce métal, traces qu'on appelle taches de rouille, sur le linge et les tissus blancs dont nous nous servons journellement, au grand déplaisir des ménagères et à leur désespoir, quand il faut les faire disparaître complétement, surtout lorsqu'elles sont anciennes.

Ces taches sont même difficiles à éviter. Il suffit en effet d'essuyer avec une serviette ou un linge un couteau avec lequel on a coupé un citron, un fruit quelconque, ou bien une fourchette en fer qui a servi à fatiguer la salade pour imprimer sur ce linge une tache de rouille plus ou moins étendue et profonde. Un torchon, un linge humide suspendu à un clou ou qui touche un objet en fer contracte aussi une tache de rouille. Du linge à la lessive qui séjourne dans une cuve où existe un clou à découvert, ou qui est en contact par une cause quelconque avec du fer est de même souillé par une tache de cette espèce.

La rouille consistant principalement en hydrate d'oxide de fer, on conçoit que les moyens à employés pour enlever les taches qu'elle produit doivent tendre à rendre soluble cet hydrate et à le faire ainsi disparaître.

L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique produisent bien cet effet, mais il y a peu d'avantage à en faire usage, attendu que lorsqu'on les étend d'eau ils ne donnent aucun resultat, et qu'à l'état de concentration, ces acides détruiraient les tissus.

On a donc fait choix pour cela d'acides moins énergiques, et parmi ceux-ci, on a donné la préférence à l'acide oxalique.

Cet acide réduit en poudre est répandu sur la tache humectée avec de l'eau, qu'on maintient pendant quelque temps sur de la vapeur d'eau bouillante ou sur un vase quelconque dans lequel de l'eau est portée à l'ébullition.

Après un certain temps, on lave à l'eau chaude, et presque toujours la tache a disparu. Mais si on a prolongé au delà d'un certain terme le chauffage à la vapeur, on s'aperçoit bientôt de l'effet actif et nuisible de l'acide oxalique sur le tissu, et plus tard, il existe un trou à l'endroit où la tache subsistait.

Le prix assez élevé de l'acide oxalique doit nécessairement en limiter l'emploi, surtout quand il s'agit d'agir en grand. Ainsi, j'ai été témoin d'un cas où par erreur on fit, dans une lessive, au lieu de potasse, usage de couperose verte, et où 500 serviettes et une infinité d'autres objets de ménage et d'ameublement prirent une couleur de rouille très-prononcée sur toute leur surface.

Dans ce cas, il ne pouvait être question, par des motifs qu'on conçoit aisément, d'employer l'acide oxalique; on ne pouvait avoir davantage recours aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acides sulfurique et chlorhydrique, puisque, indépendamment de leur action imparfaite, l'oxide du fer qui s'était combiné en partie avec la matière grasse du savon devait aussi échapper à cette action.

C'est un fait au reste que l'expérience me démontra, car après un séjour de 4 à 5 jours dans un acide sulfurique étendu mais encore passablement énergique, on n'obtint aucun résultat satisfaisant. On était même sur le point d'abandonner tout ce linge de lessive comme perdu lorsque je m'avisai d'un expédient qui a réussi.

J'avais observé, ainsi que l'ont fait tous les chimistes, qu'une tache de rouille pouvait être enlevée très-facilement par un lavage, après qu'on l'avait fait passer à la couleur bleue au moyen de cyano-ferrure de potassium qu'on trouve communément dans le commerce sous le nom de prussiate de potasse. Je fis donc ajouter un peu de ce sel dans le bain d'acide sulfurique, puis travailler pendant quelque temps le linge qui ne tarda pas à se teindre, certaines pièces en bleu clair et d'autres en bleu foncé.

Ce linge fut enlevé en cet état, lavé à l'eau pure, puis remis à la lessive dont il sortit aussi blanc qu'il était avant l'accident. Je dois dire néanmoins que pour quelques pièces on a été obligé de répéter le bain au prussiate de potasse, mais il est juste aussi d'ajouter que les tissus, par ce procédé, n'éprouvent pas la moindre altération.

Savon de ménage fabriqué sans feu.

Un des inconvénients des savons faits avec des suifs ou matières grasses animales, c'est qu'ils conservent une odeur désagréable, qui empêche beaucoup de personnes d'en faire usage, soit pour la toilette, soit pour les autres usages domestiques.

Cette odeur ne paraît pas due aux matières odorantes que renferment la plupart des graisses animales, mais bien à la mauvaise habitude où l'on est de n'employer à la fabrication que des graisses déjà rances et anciennes, qu'il n'est plus possible de débarrasser de l'odeur forte qu'elles ont contractée.

Dans les ménages où l'on est dans l'habitude de fabriquer soi-même le savon dont on a besoin, la conservation prolongée des matières grasses, a, indépendamment de la rancidité qu'elles acquièrent, d'autres désavantages, c'est que, dans les temps chauds, elles passent à un état de décomposition qui occasionne de grandes pertes, ou bien qu'elles sont dévorées par les rats ou autres animaux voraces.

Pour éviter cette rancidité et cette perte dès matières grasses accumulées, et en même temps pour avoir constamment à sa disposition une matière savonneuse propre à nettoyer les tissus ou autres objets, on propose une méthode qu'il est bon de connaître, et qui offre l'avantage de faire du savon sans ébullition.

Pour cela, on prend les matières grasses à mesure qu'elles se présentent dans les usages domestiques, on les dépose dans un tonneau préparé, et on y ajoute une certaine quantité de lessive forte. Lorsque la provision de matière grasse augmente, on remet de la lessive et on remue de temps à autre avec un bâton. Quand le tonneau est plein, le savon mou est déjà préparé et propre à être employé.

Le tonneau au savon est surmonté d'un autre tonneau, dans lequel on prépare la lessive, c'est-à-dire en y déposant des cendres qu'on recouvre d'eau. Quand on a besoin de lessive, c'est-à-dire lorsqu'on charge de nouveau de matière grasse le premier tonneau, on ouvre une chantepleure qui fournit la quantité nécessaire; puis on ajoute des cendres et de l'eau, et ainsi de suite pendant plusieurs années.

On fera bien, avant d'ajouter de nouvelles cendres, de jeter un peu de chaux vive dans le tonneau pour rendre la lessive plus caustique. C'est en entretenant ainsi les tonneaux toujours pleins qu'on les maintient en bon état de conservation et qu'ils font un bon service.

Quand le savon mou, ainsi préparé, s'est accumulé au delà des besoins du ménage, on peut le convertir en savon dur en y ajoutant du sel commun, faisant cuire et coulant dans des baquets. On laisse alors refroidir le savon, on enlève les matières écumeuses qui le recouvrent, on fond de nouveau à la chaleur de l'ébullition, on laisse déposer, et enfin on coule dans des boîtes, ou on découpe en briques.

Une petite quantité de résine ou de térébenthine ajoutée avant la cuisson améliore la couleur et la qualité du savon dur.

En hiver, il faut mettre les tonneaux à l'abri de la gelée, et dans les grands froids se borner à humecter de très-peu d'eau les cendres qu'on dépose dans le tonneau à lessive. On le laisse ainsi en repos pendant cette période, et ce n'est que lorsque la température devient moins rude, qu'on recommence à en soutirer la lessive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Perfectionnements apportés dans la construction des métiers mécaniques à tisser les étoffes de laine.

Par M. C. Fletcher, mécanicien.

Les perfectionnements apportés par M. Fletcher dans la construction des métiers mecaniques pour tisser principalement les draps et les étoffes de laine, se résument dans les deux chefs principaux que voici :

1° Dispositions particulières des pièces du métier qui doit être mis en activité par la vapeur ou tout autre agent mécanique, et adaptation en particulier de ces dispositions au tissage des étoffes en laine.

2° Introduction de certaines pièces nouvelles dans le mécanisme des métiers mécaniques en général, afin d'obtenir plus de célérité et d'uniformité dans le travail, et spécialement dans celui des étoffes en laine.

Au moyen de ces perfectionnements, l'inventeur assure qu'il est en état de tisser ces étoffes avec plus de perfection qu'on ne l'a fait jusqu'à présent à la main, et que le travail en est plus ferme et mieux frappé ; qu'avec son mécanisme on parvient à passer un bien plus grand nombre de duites par minutes ; qu'il y a moins de fils rompus dans la chaîne, et par conséquent qu'on fabrique un produit de meilleure qualité et en plus grande quantité dans un temps donné.

Dans ce métier mécanique perfectionné, l'ensouple sur laquelle est pliée ou enroulée la chaîne, est placée dans la partie inférieure du bâti de la machine et l'ensouple sur laquelle s'enroule l'étoffe à mesure qu'elle est fabriquée est située dans la partie supérieure, de façon que les fils de la chaîne traversent les lisses dans une position verticale et que le harnais ou le remise pour faire ouvrir et croiser alternativement les fils de cette chaîne, se meut horizontalement sur des appuis ou coulisses disposées convenablement sur le bâti du métier.

Le battant pour serrer la duite monte et descend verticalement par l'action d'excentriques et de leviers disposés d'une manière convenable; il reçoit son impulsion verticale pour serrer la duite de la force vive qu'acquiert un poids dans sa chute, poids qui peut être réglé et ajusté de façon à accroître ou diminuer la force du coup du battant selon que les circonstances le font juger nécessaire.

Cette partie du mécanisme est également munie de coussins régulateurs élastiques, contre lesquels vient butter le battant au moment même où il frappe la duite; l'élasticité de ces coussins régulateurs a pour but de modérer le choc trop énergique du battant, et par conséquent de prévenir la rupture des fils de la chaîne ; d'un autre côté, le coup étant frappé au moyen de la chute d'un poids, on peut donner toute la quantité de mouvement qu'on désire au battant sans causer un tiraillement nuisible aux fils de cette chaîne, et cela avec un degré de perfection et d'uniformité qu'il est impossible d'attendre de la main du tisserand le plus exercé.

Afin de mieux comprendre les perfectionnements que M. Fletcher a apportés dans la construction des métiers mécaniques, il suffira de jeter les yeux sur les figures qui les représentent, et de lire la légende ainsi que les explications dont nous allons les accompagner.

Planche IV, fig. 1, Élévation latérale du métier.
fig. 2, Plan du même métier.
fig. 3, Élévation du métier vu par derrière.
fig. 4, Coupe verticale et transverse suivant la ligne ponctuée AB de la figure précédente.

Les mêmes lettres dans toutes les figures désignent les mêmes objets.

Légende.

a,a	Pièces latérales du bâti du métier.
b,b	Traverses qui relient ces pièces.
c	L'ensouple sur laquelle est pliée la chaîne.
d,d	La chaîne.
e,e	Les lisses du métier avec leurs poulies *e'e'*.
f,f	Coulisses où glissent ces lisses.
g	Poitrinière ou encouloire.
h,h	Ensouple de l'ouvrage.
i,i	Boîtes pour loger la navette.
j,j	Le battant.
k	Arbre moteur de la machine.
l	Poulie qui transmet le mouvement du moteur principal.
m	Pignon monté sur le même arbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n Levier d'embrayage.
o Roue dentée commandée par le pignon *m*.
p Grand arbre à excentriques.
q Roue dentée montée sur cet arbre.
q' Roue commandée par *q*.
r Petit arbre à excentriques.
s,s Petits excentriques.
t,t Leviers à bascules faisant fonction de marches.
t' Arbre de ces leviers.
t'' Poids qui ramènent les leviers à bascule à leur position primitive.
u Navette.
v Chasse-navette.
w Ressort qui fait mouvoir le chasse-navette.
x Barrette qui bande le ressort.
y Came en hélice qui fait mouvoir la barrette.
z Taquet qui chasse la navette.
1 Verge articulée au chasse-navette *v*.
2 Levier articulé à la verge 1.
3 Tige verticale qui transmet le mouvement du ressort à la tringle *v*.
4 Grand excentrique porté par l'arbre *p*.
5 Levier sur lequel agit cet excentrique.
6 Axe commun à divers leviers.
7 Poids qui servent à faire serrer la duite.
8 Leviers qui portent ces poids.
9 Autres leviers qui servent à soulever et ramener le peigne.
10,10 Lames du battant du métier.
11 Boulon et boîte à écrou pour ajuster ce battant.
12 Coussin en caoutchouc pour modérer le choc du battant.
13 Corde ou courroie de tension des ensouples.
14 Poulies de renvoie de cette corde.
15 Levier portant un cran.
16 Dent fixée sur le battant.
17 Levier à bascule.
18 Tringle verticale.
19 Levier à main.
20 Ressort qui sert à débrayer et à arrêter le métier.

Effets du mécanisme.

Les parties latérales du bâti entre lesquelles sont ordinairement montés les métiers, sont représentées dans les figures par *a,a,a*, et l'on voit qu'elles sont reliées entre elles par les traverses *b,b*, *c* est l'ensouple sur laquelle la chaîne *d,d* est pliée ou enroulée. Les fils de cette chaîne passent de cette ensouple à travers les lisses *e,e*, lesquelles peuvent glisser horizontalement sur des appuis ou coulisses *f,f*, fixées de chaque côté sur les parties latérales du bâti *a,a*.

L'étoffe, à mesure qu'elle est produite par le tissage, passe d'abord sur la poitrinière *g*, d'où elle est rejetée sur l'ensouple *h*, sur laquelle s'enroule l'ouvrage.

Les planchettes ou boîtes *i,i*, qui reçoivent et logent la navette, sont solidement fixées sur les côtés du bâti et complétement indépendantes du battant *j,j*.

Ce battant, comme il a été dit, frappe la duite par-dessous et en montant, ainsi qu'il sera expliqué plus bas. Cette manière de serrer la duite paraît une chose très-importante dans la fabrication des tissus en laine.

Sur l'arbre principal *k* est montée une poulie *l*, qui reçoit par une courroie le mouvement du moteur principal ou de la machine à vapeur. Cette poulie peut être à volonté mise en prise avec le pignon *m*, enfilé sur le même arbre qu'elle, au moyen du levier ou verge d'embrayage *n*. Ce pignon engrène dans la roue dentée *o*, fixée sur le grand arbre à excentriques *p*, lequel porte aussi la roue dentée *q* qui commande une autre roue *q'* montée sur le petit arbre *r*, sur lequel sont aussi des excentriques *s,s,s*.

On voit que, lorsqu'avec le levier *n* on embraye la poulie *l* et le pignon *m*, celui-ci fait tourner la roue dentée *o* ainsi que le grand arbre à excentriques *p*, la roue *q* qu'il porte, et par la roue *q'* le petit arbre à excentriques *r*, et par conséquent ces excentriques eux-mêmes.

Ces excentriques à leur tour dans leur mouvement de révolution saisissent et abandonnent alternativement les extrémités armées de galets de l'un des bras des leviers à bascule *t,t*, montés sur un arbre commun *t'*. A l'extrémité de l'autre bras de ces leviers sont attachées les arbalètes des étrivières ou cordes qui font mouvoir les lisses, lesquelles, par leur mouvement alternatif, croisent les fils de la chaîne à des intervalles réguliers pour le passage de la navette *u*. Les leviers *tt* basculent en sens contraire du mouvement que leur impriment les excentriques, ou reviennent à leur place au moyen des poids *t''t''*.

Cette navette est passée d'un côté à l'autre du métier par le chasse-navette *v*, lequel est mis en mouvement instantanément par la détente d'une lame de ressort *w*, qui a lieu au moment où la petite barrette *x*, qui sert à bander ce ressort, échappe par sa queue à l'action de la came en hélice *y* montée sur l'arbre *p*, et retombe, entraînée par le ressort, de toute la hauteur du pas de cette hé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lice au moment où celle-ci a accompli une révolution.

On remarquera qu'il y a un de ces excentriques en hélice de chaque côté de cet arbre *p*, et que le moment de la chute est pour l'un d'eux distant de 180°, ou d'une demi-révolution de l'arbre, du point où elle s'effectue pour l'autre, afin que le passage de la navette ait lieu alternativement, et à des intervalles égaux de part et d'autre du métier.

L'extrémité du chasse-navette *v* presse sur le taquet *z*, exactement devant le point où vient reposer de l'autre côté de ce taquet la pointe de la navette, laquelle est précisément à l'extrémité d'une ligne passant par le centre de gravité de cet instrument. Par cette disposition la navette reçoit son impulsion en ligne parfaitement directe et parallèle à celle du milieu de l'ouverture du pas de la chaîne, et n'est plus sujette à cette marche incertaine et tortueuse qu'on produit souvent avec un taquet glissant sur une tringle au moyen d'une corde.

La transmission du mouvement de la came *y*, de la barrette *x* et du ressort *w* à la tringle *v* s'opère par une série de tiges et de leviers. A l'extrémité de cette tringle opposée à la navette, est articulée une verge I, laquelle est aussi fixée à articulation par l'autre bout sur le levier 2, près de l'extrémité supérieure de la tige verticale 3. Ce levier 2 est placé en direction opposée avec celle de la barrette *x*, mais à l'extrémité inférieure de cette tige. Ainsi, la chute de cette barrette fait basculer vivement toutes ces tiges articulées pour produire l'impulsion, et son élévation successive sur l'hélice de la came ramène lentement toutes les pièces à leur point de départ.

L'élévation soudaine du battant *j*, et le coup serré qu'il faut frapper sur les duites à mesure qu'elles sont passées dans les croisements successifs de la chaîne, s'effectue par le moyen de l'excentrique 4, monté également sur l'arbre *p*, et qui tourne par conséquent avec lui, en soulevant successivement le levier 5, qui pivote sur l'axe 6, et en le laissant retomber lorsqu'il a dépassé le plan incliné que lui présente cet excentrique, ainsi qu'on le voit dans la fig. 1re, où ce levier est sur le point d'être abandonné par l'excentrique.

Cet axe 6 sert également de centre de rotation à deux autres couples de leviers; les uns antérieurs 8,8, armés à leurs extrémités de poids curseurs 7,7, et les autres 9,9, à l'extrémité desquels sont les lames ou épées verticales 10,10, qui portent le peigne et les pièces du battant *jj*.

Lorsque la révolution de l'arbre *p* a soulevé, au plus haut point qu'il puisse atteindre, au moyen de l'excentrique 4, le levier 5, et par conséquent les leviers à poids 8 qui pivotent sur le même axe, et au moment où l'excentrique abandonne ce levier, ceux-ci tombent en même temps et font vivement basculer et remonter les leviers 9 qui élèvent le peigne et lui font serrer la duite d'un coup rapide, produit par la force vive qu'ont acquise les poids 7,7 par leur chute.

Les lames du battant 10,10 de chaque côté du métier sont ajustées sur les extrémités des leviers 9,9 par des tiges filetées et des boîtes à écrous 11, afin que le coup du battant ait le degré d'énergie nécessaire, ou serre la duite d'une manière qui peut varier avec la nature et la qualité du tissu.

On a cherché à s'opposer à ce que le battant, par un coup trop sec, ne fît rompre les fils de la chaîne en interposant de chaque côté un coussin 12 de caoutchouc, ou de toute autre substance douée d'élasticité et contre lequel, dans le temps d'élévation du battant, vient frapper l'embase de la boîte à écrou 11. Cette interposition donne du moelleux aux mouvements du battant et rend la rupture des fils de la chaîne beaucoup moins fréquents; elle favorise aussi le dégagement des dents du peigne et son mouvement en arrière.

On peut varier à volonté la force vive qui donne l'impulsion au battant en faisant glisser les poids 7,7 sur les leviers 8,8, sur lesquels ils sont mobiles, et en les fixant au point convenable au tissu qui est sur le métier.

Le coup du battant sur la duite étant plus que suffisant pour forcer l'ensouple de la chaîne à délivrer les fils nécessaires à mesure que l'ouvrage avance, on se trouve ainsi dispensé des moyens employés dans les métiers mécaniques pour dérouler la chaîne et enrouler l'étoffe. On n'a besoin ici que d'une tension convenable qu'on obtient au moyen d'une courroie ou d'une corde à poids 13, passant sur les poulies de renvoi 14, fixées sur les tourillons prolongés des ensouples.

Dans le cas où la navette ne parviendrait pas au terme de sa course et n'entrerait pas dans sa boîte à chaque vibration du chasse-navette, le levier 15, qui porte un cran, est alors accroché par une dent 16, fixée sur le battant, au moment où il monte, et par conséquent fait basculer le levier 17, qui, par l'intermédiaire de la tringle 18, dégage le levier à main 19, et, par suite, l'extrémité du levier d'embrayage *n*, du crochet où ils étaient retenus; alors, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen du ressort 20, ce levier bascule, débraye la poulie *l* d'avec le pignon *m*, et arrête le métier.

Par la disposition de ce métier on voit que les poids qu'il porte de part et d'autre donnent au battant une impulsion parfaitement égale de chaque côté, ce qui n'a pas lieu dans les métiers ordinaires; on concevra aussi les avantages qu'il y a à recevoir la navette dans des boîtes fixes sur le bâti, puisque, au moment où le pas vient à s'ouvrir, on peut donner à la navette qui est en repos une impulsion beaucoup plus vive et instantanée. Cette impulsion peut, en outre, lui être communiquée plus aisément dans la direction d'une ligne passant par son centre de gravité, ce qui la pousse en ligne parfaitement droite à travers le croisement des fils, au lieu de cette marche en *zigzag*, si fréquente dans les métiers mécaniques ordinaires, due, la plupart du temps, à ce que le lancé lui est donné au moment où elle est dans des oscillations continuelles dépendantes des vibrations du battant, oscillations qui dévient la navette de la ligne qu'elle doit suivre, lui font rompre les fils de la chaîne et la projettent hors du métier.

Métier à une seule marche pour les soieries.

Par M. J. Farley.

Dans les métiers à fabriquer les étoffes en soie, telles que les satins, les serges, les gros de Naples, les étoffes façonnées, etc., on fait usage le plus souvent de 8 marches, et parfois d'un plus grand nombre.

L'ordre dans lequel on doit fouler ces marches varie suivant la nature du tissu qu'on fabrique; cet ordre qu'il faut observer est une charge constante et inutile qu'on impose à la mémoire ou plutôt à l'attention de l'ouvrier.

De plus, le mouvement continuel des jambes pour manœuvrer les lisses est extrêmement fatigant, et la distance à laquelle sont placées les marches oblige souvent l'ouvrier à appuyer la poitrine contre le métier, ce qui occasionne chez lui des désordres fréquents dans les cavités respiratoires particulièrement, si, comme c'est souvent le cas, ce sont des femmes qui font battre les métiers.

Dans le métier de M. Farley, les aleirons qui font fonctionner les lisses, au lieu d'être directement en communication avec les marches ou contre-marches et manœuvrés par elles, sont attachés à des calquerons suspendus verticalement et à l'extrémité de chacun desquels passe une corde qui porte un nœud et se fixe sur une traverse du métier. Une griffe à échancrures placée au-dessous des calquerons entraîne les cordes à nœud dans son mouvement d'abaissement qu'elle reçoit de la seule et unique marche que porte le métier. L'ouvrier peut donc ainsi avoir constamment un pied en repos tandis que l'autre est en activité.

Un cylindre à cames sert à établir la communication au moyen des calquerons entre la corde de la lisse qui doit être abaissée et la griffe dont il a été question. Dans cette disposition, les cames sont rangées sur le cylindre dans l'ordre où doivent fonctionner les lisses et suivant la nature du travail. L'erreur est impossible, et l'ouvrier n'a plus à s'occuper du soin fatigant de se rappeler dans quel ordre ces lisses doivent être levées, et enfin est affranchi du travail pénible de faire mouvoir constamment ses marches sans avoir un moment de repos.

L'explication des figures fera mieux comprendre ce mécanisme.

Planche IV, fig. 5, coupe verticale d'une partie du métier du côté où est placé le mécanisme.

Fig. 6, vue de face de l'appareil qui fait jouer les lisses dans l'ordre requis.

Fig. 7, vue par-dessous de la griffe qui tire les cordes des lisses.

Sur un des côtés du métier dont on voit un des piliers en AA est un cylindre ou tambour à gorge *a*. Les tourillons *bb* de ce cylindre portent par deux coussinets, sur des potences *cc* placées entre les piliers du métier.

Sur la surface convexe de ce cylindre, on a percé huit rangées de trous, s'il s'agit de faire jouer 8 lisses; ces rangées sont équidistantes, parallèles entre elles et à l'axe du cylindre, et les trous étant percés vis-à-vis les uns des autres, le cylindre se trouve partagé en huit anneaux de huit trous chacun. Dans un des trous de chaque anneau on a inséré une came, de façon qu'il y a autant de cames que de lisses à manœuvrer, que ces cames sont disposées suivant l'ordre où les lisses doivent être soulevées, et qu'il n'y a constamment qu'une seule came en action.

Sur une des bases du cylindre *a* se trouve une roue à rochet *d* de 8 dents, avec son cliquet *e*, ayant pour centre de rotation la cheville en fer *ff*.

Le cylindre porte en outre une gorge sur laquelle passe une courroie ou corde *g* à laquelle est suspendu le poids *h* et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui de l'autre côté est attachée à la contre-marche *i* dont il sera question plus loin.

kk sont les lisses au nombre de huit, auxquelles sont suspendus par les leviers *l* les poids *m* destinés à les ramener à leur position primitive après qu'elles ont fonctionné.

A la partie supérieure, ces lisses sont unies comme à l'ordinaire aux aleirons *nn* de la carette d'où partent les cordes verticales *oo* destinées à les faire mouvoir.

Au-devant du tambour *a* et vis-à-vis chaque anneau ou chacune des cames qu'il porte, sont placés verticalement les calquerons *pp* qui ont tous leur centre de rotation sur la cheville de fer *f f*. Ces calquerons sont libres par leur autre extrémité, et, lorsqu'on les a écartés de leur position verticale, et qu'ensuite on les abandonne, ils y sont ramenés par les poids adducteurs *q q* suspendus à des cordes *r r*, passant sur une barre *s* et qui se trouvent attachées aux calquerons vers le milieu de leur longueur.

Les cordes *oo* des lisses descendent le long du dos de ces calquerons ou sur la face tournée du côté de l'intérieur du métier et passent à leur extrémité inférieure par un petit anneau saillant ou tête de piton *t t* pour gagner enfin la traverse *u* où elles sont arrêtées par une boucle; mais avant d'arriver sur cette traverse, chacune d'elles porte un gros nœud *v* dont nous verrons plus bas l'usage.

w est la marche unique du métier. Cette marche, lorsqu'on la foule, remplit deux fonctions. D'abord elle abaisse la contre-marche des lisses *y*, laquelle en s'abaissant entraîne par la corde *n* la griffe *z*; puis elle fait descendre la contre-marche *i* à laquelle est attachée la courroie qui embrasse la gorge du cylindre *a*.

La griffe *z* est formée d'une planche dont la queue tourne librement sur un axe en fer; à sa partie antérieure on y a taillé huit échancrures, à peu près comme les intervales des dents d'une crémaillère, mais plus profondes; et à la face inférieure, au fond de chaque échrancrure, on a évidé légèrement, ainsi que le montre la figure 7.

Maintenant, au moment où l'ouvrier va commencer une passe, il faut supposer que l'une des cames du cylindre *a* est placée comme on le voit dans la figure 3, c'est-à-dire, qu'elle a poussé celui des calquerons *p* qui était devant elle et lui a fait prendre la position *p'*. Celui-ci, dans ce mouvement, a entraîné la corde *o'* qui lui correspond et l'a engagée dans le fond de l'échancrure correspondante de la griffe *z*.

Dans cette situation, lorsque l'ouvrier vient à fouler la marche *w*, il abaisse d'abord la contre-marche des lisses *y*, et avec elle la griffe *z*. La corde *o'* glisse d'abord au fond de l'échancrure de celle-ci, mais bientôt arrêtée par le nœud qui est trop gros pour traverser, elle s'abaisse avec la griffe, fait basculer les aleirons et lever une lisse.

Le second effet consécutif de l'abaissement de la marche *w* est de faire descendre la contre-marche *i* qui entraîne la courroie *g*, laquelle, par son frottement sur la gorge du cylindre *a*, fait passer une dent de la roue à rochet *d*, de manière qu'une autre came vient pousser un autre calqueron *p*. Celle qui avait agi sur le calqueron *p'* cessant alors d'être en prise, celui-ci, entraîné par son contre-poids *q*, rentre à sa place, et la lisse retombe aussi par l'effet du poids *p*, après que la duite a été passée.

Alors l'ouvrier abandonnant la marche *w*, le poids *h* relève la contre-marche *i*, en faisant glisser la courroie sur la gorge du cylindre; puis, un ressort qu'on ne voit pas dans les figures fait remonter la marche, la contre-marche des lisses *y* et la griffe *z*, en permettant à cette dernière, par la disposition du mécanisme et l'arrondissement de l'entrée des échancrures, de passer sur le nœud de la nouvelle corde qui s'est avancée sans l'entraîner dans son mouvement de retour.

Ainsi, chaque fois qu'on foule la marche, on abaisse une lisse et on amène la corde de la suivante dans la position convenable pour la manœuvrer et abaisser une autre lisse au coup suivant, et ainsi de suite, successivement.

Machine propre à l'impression à plusieurs couleurs des étoffes de coton et de laine.

Par M. Perrot, ingénieur mécanicien, à Rouen.

Pendant longtemps et encore aujourd'hui, on s'est servi de planches de bois gravées en relief pour imprimer les étoffes de coton, de laine ou de soie. Mais en 1801, on essaya d'imprimer ces mêmes étoffes avec des cylindres de cuivre gravés. Les premiers essais, malgré les avantages que semblait promettre ce moyen mécanique, ne furent pas heureux; d'abord parce qu'à cette époque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nos fonderies ne savaient pas produire de cylindres en cuivre rouge ou jaune, de 15 à 18 centimètres de diamètre et de 100 à 130 centimètres de longueur, qui ne présentassent aucun défaut ; en second lieu, parce que l'art de graver ces cylindres n'était pas encore perfectionné, et enfin parce que les combinaisons mécaniques pour les faire fonctionner n'étaient pas assez parfaites, pour donner avec le rouleau des résultats aussi exacts que ceux qu'on obtient aujourd'hui.

Pendant qu'on faisait des essais en France pour perfectionner l'impression au cylindre, les mécaniciens anglais dirigeaient aussi leurs efforts vers ce problème industriel et en avaient surmonté toutes les difficultés. Nous ne nous proposons pas d'entrer dans des détails sur les nombreux perfectionnements qui ont été introduits depuis cette époque pour fabriquer les cylindres, pour les graver et pour imprimer au rouleau; nous dirons seulement que, par suite de ces perfectionnements, l'impression au rouleau des étoffes, surtout celles de coton, s'est répandue de plus en plus dans les fabriques et qu'aujourd'hui c'est un des principaux instruments dans les établissements d'impression sur étoffes.

Néanmoins même dans son état actuel le rouleau présente quelques inconvénients parmi lesquels nous nous contenterons de citer les suivants :

1° Dans l'impression ordinaire à la planche ou bloc, l'ouvrier, après que cette planche a été suffisamment chargée de couleur, l'applique sur l'étoffe en la mettant dans ses repères, puis la frappe avec plus ou moins de force avec un maillet de bois. Ce choc donne une impression plus vive, à contours plus nets, chargeant mieux l'étoffe et pénétrant mieux dans sa substance. Avec le rouleau, on ne jouit plus de cet avantage, et malgré les cylindres de pression et les leviers à poids dont on les charge, on ne parvient jamais à faire produire à une force de pression le même effet qu'à une force vive.

2° Les machines à imprimer au rouleau et les cylindres gravés en cuivre, qui en dépendent et changent avec chaque dessin, sont généralement d'un prix fort élevé, surtout quand on veut imprimer à deux ou trois couleurs ; en outre, ces machines sont difficiles à manœuvrer et sujettes à se déranger.

3° Quand on imprime à plusieurs couleurs, les premières qui ont été appliquées se trouvent, par la pression considérable qu'elles éprouvent dans les passages successifs, en quelque sorte écrasées et perdent par conséquent de leur netteté et de leur éclat.

4° Dans l'impression au rouleau, l'excès de couleur ou de mordant que prend le cylindre, est ordinairement enlevé avec une râclette ou lame d'acier, qui ne nettoie qu'imparfaitement sa surface. La couleur qui reste aussi sur le cylindre dans les points où il ne devrait pas en porter imprime sur les étoffes, et ternit celles déjà appliquées ou souille la blancheur des fonds non imprimés.

5° Quoiqu'on réussisse en apportant beaucoup de soin à faire exactement ce qu'on nomme les *rentrures* par l'impression au cylindre, nous devons dire qu'un examen attentif de beaucoup d'étoffes imprimées ainsi nous a très-souvent présenté sous ce rapport les défauts les plus choquants.

6° Avec l'impression au cylindre, on ne peut guère employer que des couleurs très-fluides ; celles qui sont épaisses réussissent moins bien.

7° On ne peut, sans crainte de détériorer considérablement les cylindres, employer certaines couleurs, ou tels mordants, rongeurs ou réserves qui attaqueraient le cuivre dont ces cylindres sont formés, ce qui en limite nécessairement l'emploi.

8° Enfin il est certaines couleurs ou certains dessins fins ou délicats qui ne peuvent s'appliquer au rouleau et exigent que l'étoffe passe encore par les mains de l'imprimeur au bloc.

M. Perrot, ingénieur mecanicien à Rouen, frappé de ces graves inconvénients, conçut, il y a déjà plusieurs années, l'idée de construire une machine qui travaillerait d'une manière presque aussi expéditive que le cylindre, et serait en grande partie exempte de ces défauts. Ses premiers essais ayant été accueillis favorablement, il a successivement perfectionné sa machine, qui, sous le nom de *Perrotine*, est aujourd'hui répandue dans un grand nombre d'ateliers d'impression, tant en France qu'à l'étranger.

La perrotine a conservé le système des planches plates gravées en relief qui sont bien plus économiques, surtout quand il s'agit de dessins qui varient sans cesse avec les modes ; elle peut imprimer une, deux ou trois couleurs à la fois. L'impression s'opère par la planche qui vient s'appliquer avec vivacité sur l'étoffe, mode qui se rapproche davantage de celui à la main ; elle est d'un prix peu élevé ; les couleurs déposées les premières n'y éprouvent aucune altération par les passages successifs, et ne perdent rien de leur netteté et de leur pureté. Le fond reste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intact et propre. Les rentrures s'y font avec beaucoup de facilité et de précision; et on peut avec elle employer à l'impression des couleurs ayant tous les degrés d'épaississement ou des mordants, des rongeurs ou des réserves où entrent des substances quelconques.

Enfin la machine marche avec beaucoup de régularité; tous ses effets peuvent être modifiés et réglés de la manière la plus simple, et elle n'exige qu'une force mécanique peu considérable pour être mise en action.

Afin de faire connaître la perrotine à nos lecteurs, nous emprunterons au Bulletin de la Société d'encouragement du mois de novembre la description et les figures d'une ingénieuse machine de ce genre qui a figuré à l'Exposition des produits de l'Industrie de 1839, et qui est propre à imprimer trois couleurs à la fois sur indiennes.

« Pl. IV, fig. 8, est une élévation latérale de cette machine du côté de la manivelle.

fig. 9, Élévation vue de face.

fig. 10, Section verticale de la machine.

fig. 11, Détail d'un chariot vu de face.

fig. 12, Rouleaux distributeurs de la couleur et auge où ils tournent.

fig. 13, Deux projections de détails de la roue à rochet et des pièces adhérentes.

fig. 14, Détail de l'arbre à manivelle pour le mouvement du chariot.

» Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

» Les pièces principales de cette machine sont les suivantes :

» 1° A le bâti en fonte sur lequel sont attachées les pièces fixes;

» 2° La table en fonte B (fig. 10) qui a trois faces bien dressées 1,1,1, sur lesquelles s'opère l'impression; elle porte à ses quatre angles des rouleaux 2,2,2,2, garnis de pointes d'aiguilles rayonnantes à leur surface et saillantes de 4 à 5 millimètres, afin d'empêcher le glissement des toiles qui passent dessus.

» 3° Les chariots C,C′C″ portant les planches gravées 3,3,3 qui sont en bois; elles pourraient être en cuivre ou autre métal. Ces planches sont vissées sur les plateaux 4,4,4 montés à coulisse sur les chariots; la manipulation pour les changements de planche est alors très-facile.

» Les chariots glissent dans des coulisses; le mouvement leur est imprimé par des arbres à manivelle 5,5,5 dont les supports reposent sur le bâti; les manivelles 6,6,6 jouent dans des fourches 7,7,7 articulées par une vis à crapaudine avec les chariots. La queue de ces chariots glissant entre des vis de réglage, on peut lui donner la direction convenable pour que les planches gravées se présentent bien parallèlement aux tables. Les ressorts 8,8 liés au chariot en opèrent le mouvement rétrograde toutes les fois que les arbres 5,5 ne les poussent pas en avant.

» Quant au chariot inférieur C″, il prend son mouvement rétrograde naturellement par son propre poids, qu'il faut d'ailleurs équilibrer au moyen du contre-poids 9.

» 4° Les châssis à couleur D,D′,D″ sont articulés avec des leviers qui reçoivent du moteur général le mouvement qui convient à leur fonction. Ces châssis, qui sont mobiles dans des coulisses placées sur les côtés de la table B, prennent la couleur sur les rouleaux 10, 10, 10 des distributeurs, en glissant tangentiellement à ces rouleaux; la couleur est étendue bien uniformément par des brosses fixes 11, 11, 11. C'est de cette manière que les planches viennent prendre leur couleur sur les châssis dont le fond bien plat est garni de drap.

» 5° Les distributeurs mécaniques E,E′,E″, composés chacun d'une auge en bois remplie de couleur, d'une paire de rouleaux en cuivre 10,10,10, et d'autres rouleaux 12,12,12 qui se chargent de matière colorante dans l'auge et en donnent aux rouleaux 10 couverts de drap. C'est en passant sur ces rouleaux que les châssis dont le fond est une étoffe de laine se chargent d'une quantité convenable de couleur qui est étendue par les brosses 11. On donne plus ou moins de couleur suivant qu'on fait plonger plus ou moins les rouleaux 12 dans la boîte, ce qui se fait aisément, puisque les coussinets qui portent ces rouleaux sont fixés à l'extrémité d'un levier mobile autour de son point d'appui. Les boîtes E sont fixes, et on règle leur position au moyen des vis à caler 15.

» 6° Le régulateur ou appareil de division destiné à délivrer convenablement la toile qu'on veut imprimer. Le mouvement de cette toile n'est pas continu, car il y a nécessairement arrêt chaque fois que la toile doit avancer exactement de la largeur de la planche gravée, largeur qui varie avec les dessins.

» Dans ce but, les axes des rouleaux 2,2,2 fixés à la table B sortent de cette table; ils portent quatre roues 16 (fig. 8) ayant chacune le même nombre de dents et recevant leur mouvement d'une roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centrale 17 montée sur un prisonnier fixé sur le bâti ; cette roue est placée derrière une autre roue 18 qui reçoit un mouvement alternatif d'une crémaillère droite fixée dans une pièce 19, qui monte et descend alternativement, parce qu'elle est attachée à l'un des rayons de la roue 20, ce qui forme manivelle. En variant la course de cette pièce, c'est-à-dire la position du point d'attache, on obtiendra le passage de plus ou moins de dents de la roue 18, ce qui fera varier la marche de la toile.

» Un encliquetage à rochet 21 (fig. 13) règle la marche chaque fois, et pour qu'il n'y ait pas de recul, un frein composé d'une poulie montée sur l'axe de la roue 18 et d'un fil de laiton qui fait un tour et demi à deux tours dessus, puis est tendu par le poids 22, offre une résistance suffisante pour empêcher tout recul.

» 7° La toile sans fin, le doublier et les pièces propres à le recevoir.

» La toile sans fin F ordinairement en drap embrasse un rouleau 23 garni de pointes d'aiguilles rayonnantes à la surface afin d'empêcher le glissement de diverses toiles qui passent dessus ; cette toile vient, en descendant, passer sur un rouleau 24 garni de drap qui l'étend parfaitement et ne lui laisse aucun pli ; de là elle vient s'appuyer sur un rouleau 25, puis embrasse la table B en s'appuyant sur les quatre rouleaux 2,2,2,2 aussi garnis de pointes d'aiguilles ; de là elle remonte vers le rouleau 23 d'où elle était descendue.

» Pour entretenir toujours la même tension dans la toile sans fin, le rouleau 25 est mobile perpendiculairement à son axe, au moyen de deux vis de réglage 26.

» Le doublier 27 est aussi une toile sans fin en gros drap ou forte étoffe de laine ; il passe à travers les barres fixes 28,28 qui le tendent, puis s'appuyant sur le rouleau 25, il s'y réunit à la toile sans fin F, chemine avec elle sur les rouleaux 2, puis remonte avec elle vers le rouleau 23.

» L'étoffe à imprimer G est enroulée sur une ensouple H et passe entre les barres *a*,*a* qu'elle rencontre, ce qui fait disparaître tous les plis ; alors elle arrive sur le rouleau 25, s'y réunit au doublier 27 et à la toile sans fin F ; puis chemine avec eux embrassant ainsi les trois faces de la table B, remonte aussi avec eux jusqu'au rouleau 23 d'où elle est reçue dans un étendage ou dans des paniers.

» Le mouvement est imprimé à la machine par un homme appliqué à une manivelle fixée à l'arbre 5. Cette manivelle met en mouvement directement le chariot C″, puis elle communique le même mouvement aux deux autres chariots au moyen des roues 34, 35 et des roues intermédiaires 36 et 37.

» Quant au mouvement du châssis, il résulte de celui de l'excentrique I placé également sur un des arbres moteurs 5. Cet excentrique met en mouvement l'arbre 38, lequel, au moyen de bras diversement articulés avec les châssis, les fait avancer tous trois.

» Enfin le régulateur ou appareil de division, se meut par la roue 20, l'excentrique 19 étant placé sur son arbre.

» Telles sont les principales pièces de cette machine dont on va actuellement décrire les fonctions.

» Supposons qu'on vient de donner un coup de planche, et remarquons que tous trois se donnent simultanément. Aussitôt ce coup de planche donné, trois mouvements ont lieu à la fois, l'étoffe s'avance d'une largeur de planche et avec elle la toile sans fin et le doublier.

» L'homme appliqué à la machine tourne régulièrement la manivelle.

» Les châssis D viennent prendre la place qu'on voit dans la fig. 10, et se mettent en mouvement, c'est-à-dire que le châssis D′ descend, celui D s'élève, et celui D″ s'avance de gauche à droite.

» Pendant ce trajet, les chariots C,C′,C″ reculent parce qu'ils cessent d'être pressés par les manivelles 6 (les arbres 5 continuent leur mouvement uniforme), et que d'ailleurs ils sont attirés par les ressorts 8,8 ; ils s'arrêtent alors dans la position décrite en s'appuyant sur des butoirs.

» Pendant le mouvement des châssis D ils pressent légèrement sur les rouleaux distributeurs 10,10, et y prennent de la couleur qui est étalée uniformément par les brosses 11, de telle sorte que les châssis s'arrêtent vis-à-vis des planches 3,3 ; celles-ci n'ont plus qu'à y venir prendre la couleur dont elles ont besoin pour le coup de planche suivant.

» C'est alors que les chariots C,C′ reviennent en avant, mais cette fois ils ne sont plus poussés par la manivelle ; ils le sont par les touches 13,13 qui leur sont diamétralement opposées, mais fixées comme elles sur les arbres 5,5 ; ils s'avancent alors, et les planches 3,3 pressent sur les châssis, puis ils reculent un peu ; mais la touche 13 étant double, ils avancent de nouveau et pressent encore une fois sur le châssis ; bien entendu qu'entre ces deux contacts, le châssis a légèrement changé de place, afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de présenter d'autres points de contact, ce qui a été opéré par une courbure convenable 1′ de l'excentrique I.

» Lorsque les touches 13 cessent d'agir, les chariots, toujours appelés par les ressorts 8, reculent de nouveau jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés par les butoirs, et les châssis se mettent en mouvement ; ils reviennent prendre la position qu'ils occupaient auparavant.

» Bientôt après les manivelles se retrouvent en position de pousser en avant les chariots ; ceux-ci avancent et l'impression se fait ; puis les arbres 5, continuant de tourner, les chariots reculent encore et l'opération continue.

» Tel est le jeu de cette machine qui pourvoit elle-même à tous ses besoins, impression, distribution de couleur, mouvement de la toile, par le fait seul d'un moteur quelconque appliqué à la manivelle. »

Ayant eu l'avantage depuis deux ans de voir fonctionner deux perrotines dans un établissement d'impression situé aux portes de Paris, nous sommes en état d'ajouter quelques détails sur le travail de cette machine.

On a vu, dans la description du mécanisme, que la distribution de la couleur se faisait au moyen de deux rouleaux distributeurs tournant dans une auge où l'on met la couleur à étendre, et que cette couleur est ensuite déposée par l'un de ces rouleaux sur un châssis où elle est étendue par une brosse avant d'être appliquée sur les planches. Cette partie de l'appareil nommée *tireur mécanique* réussit bien quand il s'agit de l'impression d'indiennes courantes et d'un prix peu élevé ; mais dès qu'on a voulu l'appliquer à des impressions plus soignées, surtout celles sur laine qu'on imprime presque exclusivement dans la fabrique que nous connaissons, on a trouvé que la distribution de la couleur n'était plus assez parfaite et uniforme, et on l'a abandonné pour en revenir à un système que M. Perrot avait d'abord proposé et établi aussi, et qui consiste à poser un enfant pour chaque planche faisant les fonctions de tireur, c'est-à-dire qui, au moyen d'une brosse, étale entre chaque coup d'impression la couleur sur le châssis, qui monte ou descend devant lui. Un enfant de 10 à 12 ans, exercé à ce travail, charge ainsi le châssis avec la couleur placée devant lui dans une petite auge pendant 12 à 14 heures par jour sans paraître en éprouver beaucoup de fatigue. Il travaille assis sur une planche en bois.

Avec cette modification les deux perrotines, qui sont à trois planches chacune, exigent donc, pour marcher, un contre-maître mécanicien, deux hommes qui tournent les manivelles et mettent les machines en mouvement, un pour chacune, en tout trois hommes et six enfants.

Chacune de ces perrotines peut imprimer à trois couleurs, et terme moyen quinze pièces d'étoffes de laine par jour de travail de quatorze heures, et on a des exemples, surtout quand on n'imprime plus qu'à une ou deux couleurs, du passage de 20, 24 et même 30 pièces par jour, de 30 à 40 mètres de longueur.

La perrotine fait donc environ le travail de quinze à vingt ouvriers imprimeurs au bloc gagnant de 5 à 6 fr. par jour à Paris, et d'autant de tireurs, et présente par conséquent une grande économie dans la main-d'œuvre.

Ces deux machines ont coûté ensemble 11,500 fr., et depuis deux années qu'elles sont établies et pendant lesquelles elles ont fonctionné presque constamment, elles n'ont exigé que de légères réparations et ont donné pendant tout ce temps des produits très-satisfaisants.

Les perrotines que nous connaissons font un bruit désagréable par les chariots qui viennent frapper sur les butoirs et le jeu de quelques autres pièces; c'est un inconvénient auquel nous croyons qu'on peut aisément porter remède.

Nouveau mode de construction de la roue d'échappement pour les horloges.

Par M. J.-P. Paine, horloger à Londres.

J'ai toujours considéré l'échappement à ancre que Graham a perfectionné en le rendant à repos comme un des plus parfaits pour les horloges, et principalement dans le cas où l'on a besoin d'une mesure rigoureusement exacte du temps comme dans les observatoires.

C'est avec cet échappement que sont établies les horloges des observatoires de Greenwich, à Londres, et d'Armagh, en Irlande. Je n'ai aucun renseignement sur la marche de l'horloge de Greenwich, mais relativement à celle d'Armagh, je sais que depuis le moment où elle a été posée et mise en activité par M. Earnshaw, le 1er mars 1798, jusqu'au moment actuel, c'est-à-dire, depuis plus de quarante ans, elle n'a cessé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de fonctionner avec une exactitude constante ; ce qui prouve sa bonne exécution et le choix judicieux des pièces du mécanisme.

Dans la pratique de ma profession et la construction des horloges pour les établissements publics, j'ai observé dans la situation exposée où se trouvent souvent ces pièces, que lorsqu'on permet au balancier des oscillations libres, après lui avoir rendu l'impulsion, la palette vient quelquefois frapper sur le fond de la dent de la roue d'échappement, quoiqu'on ait eu soin de maintenir les dents longues.

On a fait beaucoup d'efforts pour apporter un remède à cette imperfection, et celui auquel on a peut-être eu le plus fréquemment recours, a été celui contre lequel s'élèvent en foule les objections et qui consiste à placer sur le pendule une pièce plate de métal, agissant comme modérateur atmosphérique ou comme un volant.

Ce moyen, d'ailleurs, n'a pas toujours répondu au but qu'on se proposait ; le mal subsistait toujours, mal extrêmement sérieux lorsqu'il s'agit d'une verge de pendule à oscillations de deux secondes et d'une lentille de 100 kilogrammes, dont la force vive peut, par son choc, produire les plus désastreuses conséquences.

Ce mal devient encore plus alarmant lorsque les palettes sont garnies de pierres fines ou dures, car l'arête délicate de leur plan incliné ne manque jamais d'être détériorée aussitôt qu'elles donnent ou reçoivent le moindre choc.

C'est pour obvier à un défaut aussi grave que j'ai construit la roue d'échappement dont il est ici question. Et quoique la théorie m'ait rendu un compte bien exact de ce mode nouveau de construction, je me suis déterminé néanmoins à le soumettre aux plus rigoureuses épreuves, et ce n'est qu'après vingt années d'expérience, non pas dans mes propres mains, mais dans celles de divers savants distingués, que je me hasarde à faire connaître au public cette invention.

Cette roue dont je vais donner la description est complexe ou composée. Les dents qu'elle porte sont en acier ; elles sont découpées, limées, ajustées, trempées et recuites séparément. On les maintient en leur place au moyen de deux roues en blanc faites en bronze et suffisamment éloignées l'une de l'autre pour permettre aux palettes de l'ancre de vibrer librement dans l'intervalle qui existe entre elles.

Planche IV, figure 15. L'échappement vu en élévation par-devant.

Fig. 16. Vue latérale du même échappement.

Fig. 17, 18 et 19. Autre mode d'ajustement des dents de la roue d'échappement.

aa, fig. 15 et 16, est une portion de la roue d'échappement composée, *bb* sont les dents dont elle est armée et qui sont en agate polie, *cc* les palettes de l'ancre. Les dents *b* font corps et sont en saillie sur une barrette carrée fixée dans des trous *ee* de même forme, percées dans des plaques ou roues en blanc de la roue d'échappement. Chacune des extrémités de cette barrette dépasse ces roues et est filetée pour recevoir un petit écrou *d* qui serre fortement la dent et maintient en place les roues en blanc.

Ce mode que j'ai définitivement adopté et employé jusqu'ici présente cet avantage, d'abord qu'on peut dans la construction faire choix de prime abord de dents parfaites et irréprochables qui reportent à une époque fort éloignée le besoin de réparations, et ensuite, que si une dent exigeait qu'on la remplaçât, on n'aurait qu'à dévisser les petits écrous sur une seule des roues et l'écrou de la dent altérée ou vicieuse sur l'autre, sans avoir probablement à craindre que ces déplacements puissent nuire en rien à l'ajustement régulier des autres dents et troubler la marche de la pièce.

Pour éloigner encore autant que possible les chances de ce dernier accident, on aura recours au moyen que voici et dans lequel une dent quelconque peut être déplacée sans qu'il soit nécessaire de toucher aux autres. Pour cela, il n'y a qu'à disposer les choses comme on le voit dans la fig. 17 qui représente la face interne de l'une des roues en blanc avec les rainures obliques *ee* destinées à recevoir les faces *ff* des dents qui ont la forme indiquée dans la figure 18. On voit de côté dans la fig. 19, une portion de cette roue, avec une dent *b* en place, les rainures correspondantes *ee* pour en recevoir une autre, et enfin, les vis *gg* au nombre de quatre qui assemblent ces pièces.

Dans ce second système, on n'a qu'à enlever quatre vis pour ôter une dent défectueuse et pour la remplacer par une autre qu'on glisse dans les rainures sans qu'il soit nécessaire de toucher en rien aux autres dents et de les déranger. De plus, lorsque ces dents ont été vissées dans leurs rainures ou coulisses *e*, elles y sont fixées si solidement qu'elles peuvent être polies en place en remettant la roue sur la machine à diviser afin de faire disparaître jusqu'à la moindre imperfection que la dent aurait pu ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quérir à la trempe en se voilant dans un sens ou dans un autre.

Les avantages que je crois pouvoir attribuer à ma roue d'échappement sont nombreux et peuvent se résumer ainsi :

1° Choc de la palette contre le fond de la dent rendu impossible, puisque cette palette entre dans un espace vide ;

2° Accroissement d'impulsion dans le mouvement du pendule à chaque vibration, parce que l'intervalle entre les dents est sans fond. Ce pendule n'étant plus retardé par le métal qu'on laisse ordinairement, et qui est nécessaire pour soutenir la pointe de la dent, il y a un espace plus considérable, un jeu plus libre dans l'intervalle de chaque dent ; il s'ensuit que les palettes peuvent être plus épaisses, et leurs plans inclinés plus longs dans le rapport d'environ un quart ; ce qui procure, en conséquence, au pendule, un accroissement d'impulsion proportionnel à la plus grande longueur de temps pendant lequel la dent exerce sa pression sur les palettes ;

3° Fermeté et sûreté d'action plus grande, car chaque dent étant très-courte, soutenue par une double roue et faisant corps avec une barrette terminée en carré à ses deux extrémités, barrette ajustée et boulonnée sur chacune des roues en blanc de la roue composée, il s'ensuit qu'il y a ainsi plus de fermeté dans le système et moins de danger de le voir se déranger ;

4° Faculté d'enlever une dent rompue et défectueuse et de la remplacer par une autre ;

5° Avantage de faire porter l'action de la dent sur l'extrémité du grain de l'acier qui la compose, et d'obtenir ainsi la surface la plus polie possible pour agir sur les palettes, et, par conséquent, de prolonger les périodes de temps au bout desquelles il est nécessaire de renouveler l'huile ;

6° Facilité pour donner à des dents indépendantes de la roue une trempe et un recuit plus parfaits ;

7° Lubréfication qui s'opère en partie d'elle-même, car l'huile se trouve retenue dans l'intervalle des dents à mesure que la roue tourne et élève celles-ci au plus haut point, tandis qu'elle coule vers la pointe des dents lorsque celles-ci parviennent, par la révolution, à la partie inférieure de la roue. D'ailleurs, il n'y a aucune gouttière sur la roue qui puisse conduire l'huile au centre.

Un micromètre d'ajustement pour l'arbre des palettes ou axe, permet à l'artiste de fixer leur position, précisément à leur point d'action sur la roue (1).

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques sur la reproduction des pièces analogues.

Par M. J.-H. IBBETSON.

(Suite.)

4° *Modèles exécutés sur le tour circulaire excentrique, et manière de les obtenir.*

Modèle n° 1. — Pl. T II, fig. 1re.

Ce modèle s'adapte spécialement au couvercle d'une tabatière ; on peut aussi choisir 3 ou 4 figures du centre pour décorer un jeu de dames, de trictrac, etc.

Le modèle se compose de sept séries de cercles, de différents rayons, de diverses excentricités, et rangés autour d'un cercle commun. Le nombre de cercles qui compose l'intérieur, ou la décoration centrale, est de 12 ; le nombre de ceux de la garniture extérieure est de 298 ; ce dernier nombre est plus grand que celui obtenu avec le chariot excentrique ordinaire, mais on peut y substituer une autre série quand on ne dispose pas de moyens pour reproduire celle qu'indique la figure.

On va donner la description pratique de la méthode employée pour exécuter au tour excentrique un modèle semblable à celui de la fig. 1re.

Les outils avec lesquels le travail s'exécute sont à deux biseaux, des nos 25, 32 et 36, dans la série des outils de ce genre, construits par MM. HOLTZAFFEL et DEYERLEIN (2), le support à coulisse se place perpendiculairement avec l'arbre du tour. On fixe alors l'outil n° 25 dans le support à coulisse, on ajuste le chariot excentrique, le support à coulisse, et la pointe de l'outil avec l'exactitude la plus scrupuleuse, par

(1) Des certificats de personnes compétentes attestent qu'une excellente horloge de M. Paine, portant son échappement et placée dans un clocher où elle fait mouvoir trois cadrans ayant 2 mètres 30 de diamètre et à 25 mètres au-dessus du sol, en juin 1830, a été mise à l'épreuve à diverses époques, et n'a présenté que de légères variations. Par exemple, du 9 mai 1836 au 10 août de la même année, elle n'a varié que de sept secondes. La marche de l'échappement est ferme, nette et régulière, et ne laisse rien à désirer.

(2) On n'entrera pas dans la description de ces outils, qu'on peut se procurer tout faits chez les fabricants indiqués ou autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport au centre commun, et on commence par la décoration intérieure ou la garniture centrale de cercles.

Première série de cercles. (Pl. T III, fig. 14.)

(1) Excentricité — 3.
Rayon — 2.

Pour produire l'excentricité, tournez la vis de rappel du chariot excentrique 3 tours en arrière (2); pour produire le rayon, tournez la vis du support 2 tours en arrière, alors décrivez 12 cercles, équidistants l'un de l'autre, autour du cercle commun. Ces cercles doivent être creusés assez profondément pour donner à la figure toute la vivacité sur les arêtes que peut produire l'outil; cet effet peut s'obtenir, soit de suite, soit en revenant sur le travail des cercles pour les creuser plus profondément à deux ou trois reprises; mais quelle que soit la profondeur à laquelle on creuse cette série de cercles, il faudra creuser de même tous ceux du reste du modèle, à l'exception de la série extérieure dont nous parlerons plus tard.

Seconde série de cercles. (T III, fig. 15.)

Excentricité — 6.
Rayon — 1.

Pour produire l'excentricité (3), tournez la vis de rappel du chariot excentrique 3 tours en arrière; ce qui, ajouté aux 3 précédents, fait l'excentricité égale à 6; pour le rayon, tournez la vis du support en avant d'un tour, ce qui ramène le premier rayon à un tour. Puis avec le même outil, décrivez 12 cercles équidistants.

Troisième série de cercles. (T III, fig. 16.)

Excentricité — 10.
Rayon — 3.

Changez l'outil pour celui n° 56, mais avant de le fixer dans le support, ajustez-le au rayon et à la profondeur du cercle qui vient d'être tourné. Alors donnez l'excentricité par 4 tours en arrière; et le rayon par 2 tours en arrière. Décrivez 48 cercles équidistants.

Quatrième série de cercles. (T III, fig. 17.)

Excentricité — 3.
Rayon — 16.

Même outil; donnez l'excentricité par 7 tours en avant. Le rayon par 13 tours en arrière, décrivez alors 24 cercles équidistants.

Cinquième série de cercles. (T III, fig. 18 et 19.)

Excentricité — 23.
Rayon — 4 1/2.

Même outil. L'excentricité par 20 tours en arrière; le rayon par 11 1/2 tours en avant. Alors (en supposant que le cercle excentrique soit divisé en 96) commencez à la division excentrique n° 96 et décrivez 16 cercles; passez 8 divisions, mettez le cercle excentrique à la division n° 24 et décrivez 16 autres cercles; passez 8 autres divisions, mettez le cercle excentrique au n° 48, et décrivez 16 autres cercles; passez 8 divisions, mettez le cercle au n° 72, et décrivez 16 cercles.

Sixième série de cercles. (T III, fig. 20.)

Excentricité — 29 1/2.
Rayon — 2.

Changez l'outil pour celui n° 25 et avant de le fixer au support, ajustez-le au rayon et à la profondeur du dernier cercle tourné. Vous accroîtrez l'excentricité par 6 1/2 tours en arrière, et diminuez le rayon par 2 1/2 tours en avant; décrivez alors 96 cercles équidistants.

Septième série de cercles. (T III, fig. 21.)

Excentricité — 33.
Rayon — 5/8.

Changez l'outil pour celui n° 32, ajus-

---

(1) L'*excentricité* et le *rayon* sont notés de cette manière partout; toutes les figures dépendent seulement du rapport entre l'*excentricité* et le *rayon*. Ici ce rapport est comme 3 est à 2; ce rapport étant connu, la même figure peut être reproduite d'une manière quelconque; et la même règle s'applique à tous les autres cas. En y faisant attention, les modèles peuvent être variés de grandeur à volonté; on peut ainsi combiner les différentes figures d'un modèle de toute autre manière, et obtenir, par conséquent, une variété infinie de nouveaux modèles, par exemple: si l'on veut la fig. 14, pl. T III, au centre de la fig. 2, pl. T II, telle qu'elle est dans la fig. 14, elle serait trop grande; mais si l'excentricité est produite par 1 1/2 tour de vis et le rayon par 1 tour, la figure sera la même, quoique de moitié grandeur, et alors elle se trouvera assez petite pour être placée au centre de la fig. 2, pl. T. II. Par le même principe, on peut aussi la grandir. L'excentricité étant produite par 2 3/4 tours de vis et le rayon par 2 1/2, le rapport est encore le même de 3 à 2, mais la figure est accrue en grandeur.

(2) Il est bien entendu que la vis de rappel du chariot excentrique et la vis du support à coulisse, sont de même pas.

(3) Afin de ne pas nous répéter à chaque instant dans les détails où nous allons entrer, il est bien convenu que l'*excentricité* ou la mise hors centre de la pièce, se produit constamment en tournant ou en détournant la vis de rappel des coulisseaux du chariot excentrique, et le *rayon* en tournant et détournant de même la vis du support à coulisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tez-le comme précédemment ; donnez pour l'excentricité 3 1/2 tours en arrière, et pour le rayon 1 3/8 de tour en avant. Décrivez 288 cercles équidistants, non pas de la profondeur des cercles précédemment tournés, mais seulement telle que les figures soient à vive arête. On peut aussi adopter le procédé suivant, avec des chariots excentriques ordinaires.

Septième série de cercles. (T III, fig. 22.)

Adapté à une division excentrique en 96.

Excentricité — 33.
Rayon — 1.

Procédez exactement comme pour la série des 288 cercles; avec cette différence seulement, que le rayon doit être égal à un tour de la vis du support, et que le nombre des cercles équidistants doit être limité à 96.

Modèle n° 2. — Pl. T II, fig. 2.

Ce modèle se compose de 17 séries de cercles, de diverses excentricités et de rayons différents, disposés autour d'un cercle commun.

Les séries extérieures sont produites par une division circulaire excentrique de 288, en forme de bordure étrusque ; mais comme ce grand nombre de divisions ne peut s'obtenir avec un chariot excentrique ordinaire, nous décrivons la méthode par laquelle une bordure de figure semblable peut être produite par une division circulaire excentrique de 96 seulement.

On commence par tourner une surface bien plane et par la polir ; les cercles excentriques s'exécutent ensuite avec les outils à 2 biseaux n°s 28 et 36. On place le support perpendiculairement à l'arbre du tour, et on le maintient dans cette position jusqu'à ce que l'ouvrage soit achevé. On fixe l'outil n° 28 dans le support ; on ajuste sa pointe, le chariot excentrique et le support, au centre commun et avec la plus grande exactitude et on procède alors à l'exécution de l'intérieur ou série centrale des cercles. Ces cercles ne doivent pas être taillés profondément dans la surface de l'ouvrage, mais suffisamment coupés pour que les figures soient à vive arête.

Première série de cercles. (T III, fig. 23.)

Excentricité — 1.
Rayon — 1/2.

L'excentricité se donne par un tour en arrière. Le rayon, par un demi-tour en arrière ; on décrit ensuite 12 cercles équidistants.

Deuxième série de cercles. (T III, fig. 24.)

Excentricité — 4.
Rayon — 1 1/2.

Pour l'excentricité, accroissez de 3 tours en arrière ; pour le rayon, accroissez d'un tour en arrière ; alors avec le même outil que précédemment décrivez 12 cercles équidistants. Ces cercles doivent être creusés beaucoup plus profondément que ceux de la première série; plus même qu'il ne faudrait pour que la figure fût à vive arête. Mais quelle que soit cette profondeur, il faut creuser autant ceux qui restent à exécuter, à l'exception des cercles de la bordure dont nous parlerons plus loin.

Troisième série de cercles. (T III, fig. 25.)

Excentricité — 7 1/2.
Rayon — 2.

Changez d'outil, prenez celui n° 36, et ajustez-le dans le support avant de l'y fixer, à la profondeur du dernier cercle précédemment tourné. Donnez l'excentricité par 3 1/2 tours en arrière; le rayon par 1/2 tour en arrière ; décrivez 32 cercles, aux distances suivantes, en supposant que le cercle du chariot soit divisé en 96. Commencez à la division 96, et décrivez 8 cercles, un cercle à chaque division, alternative suivante. Passez 8 divisions, ensuite mettez le cercle excentrique à la division 24, et décrivez 8 autres cercles, un cercle à chaque division alternative. Passez les 8 divisions suivantes; mettez le cercle excentrique à la division 48, et décrivez 8 autres cercles, un cercle à chaque division alternative. Passez 8 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 72, et décrivez 8 cercles comme précédemment.

Quatrième série de cercles (T III, fig. 26.)

Excentricité — 13.
Rayon — 3 1/2.

Changez d'outil et fixez celui n° 28, ajustez auparavant sa pointe au rayon et à la profondeur du dernier cercle tourné. Produisez l'excentricité par 3 1/2 tours en arrière, et le rayon par 1 1/2 tour en arrière. Décrivez 48 cercles équidistants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cinquième série de cercles. (T III, fig. 27 et 28.)

Excentricité — 19 3/4.
Rayon — 3 1/2.

Changez d'outil et fixez celui n° 36 dans le support ; ajustez auparavant sa pointe au rayon et à la profondeur du dernier cercle tourné. Donnez l'excentricité par 6 3/4 tours en arrière ; le rayon reste le même que précédemment. Décrivez 64 cercles de la manière suivante : mettez le cercle excentrique à la division 96, et décrivez 16 cercles, un cercle à chaque division suivante. Passez 8 divisions, mettez le cercle excentrique à la division 24, et décrivez 16 autres cercles. Passez 8 divisions, mettez le cercle excentrique à la division 48, et décrivez 16 autres cercles. Passez 8 divisions, mettez le cercle excentrique à la division 72, et décrivez 16 cercles comme précédemment.

Sixième série de cercles. (T III, fig. 29.)

Excentricité — 19 3/4.
Rayon — 1/2.

Même outil n° 36 et même excentricité, en diminuant le rayon de 5 tours en avant. Alors, en supposant le cercle excentrique divisé en 96, décrivez 4 cercles, un cercle à chacune des divisions 20, 44, 68, 92.

Septième série de cercles. (T III, fig. 30.)

Excentricité — 21 3/4.
Rayon — 1.

Même outil n° 36. Accroissez l'excentricité de 2 tours en arrière ; accroissez le rayon d'un 1/2 tour en arrière. Puis décrivez 4 cercles, un cercle à chacune des divisions 20, 44, 68, 92.

Huitième série de cercles. (T III, fig. 31.)

Excentricité — 17 3/4.
Rayon — 1.

Même outil n° 36. Diminuez l'excentricité de 4 tours en avant ; puis avec le même rayon que précédemment, décrivez 4 cercles, un à chacune des divisions 20, 44, 68, 92.

Neuvième série de cercles. (T III, fig. 32.)

Excentricité — 30.
Rayon — 1/2.

Changez l'outil et fixez celui n° 28 dans le support à coulisse ; après avoir ajusté sa pointe au rayon du dernier cercle tourné. Les cercles de cette série et des séries suivantes qui composent la bordure étrusque ne doivent pas être creusés plus profondément qu'il ne faut pour la perfection des figures de bordure.

Donnez l'excentricité par 12 1/4 tours en arrière ; réduisez le rayon de 1/2 tour en avant.

La série de cercles qu'on fait maintenant est celle extérieure de 9 séries qui forment la bordure étrusque. Les cercles de cette série sont au nombre de 240, et on les décrit de la manière suivante : Mettre le cercle du chariot que l'on suppose divisé en 288, à la division 5, et décrivez 20 cercles, un cercle à cette division et à chacune des suivantes. Passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 29, et décrivez 20 cercles comme précédemment : passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 53, et décrivez 20 autres cercles ; et ainsi de suite, pour le reste de la série qui, si elle est exécutée correctement, sera complétée en décrivant le dernier cercle, dans la dernière série de 20 à la division 288.

Dixième série de cercles. (T III, fig. 33.)

Excentricité — 29 3/8.
Rayon — 1/2.

Même outil et même rayon que précédemment ; mais diminuez l'excentricité de 5/8 d'un tour. Il y a dans cette série 24 cercles qui doivent être décrits aux distances suivantes : Mettez le cercle du chariot à la division 5, et décrivez un cercle. Passez 18 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 24, et décrivez un cercle. Passez 4 divisions et décrivez un cercle à la division suivante ; et ainsi de suite, prenant 18 et 4 divisions alternativement, et décrivant un cercle à chaque division, entre ces deux séries, jusqu'à ce que le dernier cercle, décrit à la division 288, complète la série.

Onzième série de cercles. (T III, fig. 34.)

Excentricité — 28 3/4.
Rayon — 1/2.

Diminuez l'excentricité de 5/8 d'un tour en avant ; puis, avec le même outil et le même rayon que précédemment, décrivez 24 cercles de la même manière que pour la 10e série.

Douzième série de cercles. (T III, fig. 35.)

Excentricité — 28 1/8.
Rayon — 1/2.

Diminuez l'excentricité de 5/8 d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tour en avant ; décrivez 24 cercles comme vous l'avez fait pour la 10e série.

Treizième série de cercles. (T III, fig. 36.)

Excentricité — 27 1/2.
Rayon — 1/2.

Même outil et même rayon que précédemment, mais diminuez l'excentricité de 5/8 d'un tour en avant. Cette série se compose de 180 cercles décrits de la manière suivante : Mettez le cercle du chariot à la division 5, et décrivez 15 cercles, un cercle à cette division et à chacune des suivantes. Passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 24 et décrivez un cercle. Passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 59 et décrivez 15 cercles ; et, ainsi de suite, pour les divisions restant de cette série.

Quatorzième série de cercles. (T III, fig. 37.)

Excentricité — 26 7/8.
Rayon — 1/2.

Même outil et même rayon, mais diminuez l'excentricité de 5/8 de tour en avant.

Cette série se compose de 24 cercles décrits aux distances suivantes : Mettez le cercle du chariot à la division 288 et décrivez un cercle : passez 18 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 19 et décrivez un cercle. Passez 4 divisions et décrivez un cercle à la division suivante ; et, ainsi de suite, en passant 18 divisions et 4 divisions alternativement, et décrivant un cercle à chaque division, entre ces deux séries, jusqu'à ce que le dernier cercle décrit à la division 288 complète la série.

Quinzième série de cercles. (T III, fig. 38.)

Excentricité — 26 1/4.
Rayon — 1/2.

Diminuez l'excentricité de 5/8 de tour en avant ; puis avec le même rayon et le même outil décrivez 24 cercles de la même manière que pour la 14e série.

Seizième série de cercles. (T III, fig. 39.)

Excentricité — 25 5/8.
Rayon — 1/2.

Diminuez l'excentricité de 5/8 de tour en avant ; puis avec le même rayon et le même outil décrivez 24 cercles à des distances semblables à celles de la 14e série.

Dix-septième série de cercles. (T III, fig. 40.)

Excentricité — 25.
Rayon — 1/2.

Diminuez l'excentricité de 5/8 de tour en avant, et procédez avec le même outil et le même rayon. Cette série de cercles complète la bordure étrusque et termine l'intérieur des 9 séries dont se compose cette bordure. Il y a le même nombre de cercles dans cette série intérieure que dans celle extérieure ou 9e série, c'est-à-dire 240 cercles que l'on décrit de la manière suivante : Mettez le cercle du chariot à la division 288, et décrivez 20 cercles, 1 cercle à cette division et à chacune des divisions suivantes : passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 24, et décrivez 20 cercles comme précédemment. Passez 4 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 48 et décrivez 20 autres cercles ; et ainsi de suite pour le reste de cette série, qui sera complète, si elle a été bien exécutée, quand le dernier cercle de la dernière série de 20 est décrit à la division 288.

Le travail relatif à l'exécution des bordures de cette espèce est très-considérable, surtout quand on les compose d'une division circulaire aussi petite que celle décrite. Cela seul suffit pour fixer toute l'attention relativement à l'exactitude avec laquelle on place les cercles à leurs distances ; car il ne faut pas oublier que l'omission d'un seul cercle nuirait beaucoup à l'effet général, et qu'un cercle déplacé le déparerait entièrement.

Par la méthode suivante, on peut obtenir une bordure étrusque semblable à celle de la fig. 2, pl. T II, avec une division circulaire excentrique de 96 seulement.

Cette bordure se compose de 5 séries de cercles qu'il faut creuser d'une profondeur suffisante, seulement pour faire ressortir la figure.

Neuvième série de cercles. (T III, fig. 41.)

Avec une division excentrique circulaire en 96.

Excentricité — 33.
Rayon — 7/8.

Changez l'outil et fixez celui n° 28 dans le support, après en avoir ajusté la pointe au rayon du dernier cercle tourné. Donnez l'excentricité et le rayon, et faites-les plus grands que pour la 9e série adaptée à une division excentrique de 288, par 3 tours en arrière de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vis du chariot, et 5/8 de tour en arrière de la vis du support.

Cette série de cercles est celle extérieure des 5 qui vont maintenant former la bordure étrusque. Le nombre des cercles de cette série est de 84, qui se divisent de la manière suivante :

Mettez le cercle du chariot, que nous supposons divisé en 96, à la division 2, et décrivez 7 cercles, 1 à cette division, et 1 à chacune des suivantes; passez une division, mettez le cercle du chariot à la division 11, et décrivez 7 autres cercles comme précédemment. Passez une division, mettez le cercle du chariot à la division 19, et décrivez 7 autres cercles; et ainsi de suite pour le reste de cette série, qui, si elle a été bien exécutée, sera complète en décrivant le dernier cercle, de la dernière série de 7, à la division 96.

Dixième série de cercles. (T III, fig. 42.)

Excentricité = 31 1/16.
Rayon = 13/16.

Même outil. Diminuez l'excentricité d'un tour et 15/16e de tour en avant. Diminuez le rayon de 1/16e de tour en avant. Les cercles de cette série sont au nombre de 24, que l'on décrit aux distances suivantes : le cercle du chariot étant à la division 2, décrivez un cercle : passez 5 divisions et mettez le cercle à la division 8, puis décrivez un cercle. Passez une division, mettez le cercle à la division 10, et décrivez un cercle; et ainsi de suite, passant 5 divisions et une division alternativement, et décrivant un cercle à chaque division intermédiaire, jusqu'à ce que le dernier cercle, étant décrit à la division 96, complète la série.

Onzième série de cercles. (T III, fig. 43.)

Excentricité = 29 3/16.
Rayon = 3/4.

Même outil, diminuez l'excentricité de 1 14/16e tour en avant. Diminuez le rayon de 1/16e de tour en avant. Il y a 72 cercles dans cette série, et on la décrit de la manière suivante : Mettez le cercle du chariot à la division 2 et décrivez 5 cercles, un cercle à cette division, et un à chaque division suivante. Passez une division, mettez le cercle à la division 8 et décrivez un cercle. Passez une division, mettez le cercle à la division 10 et décrivez 5 cercles; et ainsi de suite jusqu'à ce que cette série soit complète.

Douzième série de cercles. (T III, fig. 44)

Excentricité = 27 6/16.
Rayon = 11/16.

Même outil; diminuez l'excentricité d'un tour et 13/16e tour en avant. Diminuez le rayon de 1/16e de tour en avant. Cette série se compose de 24 cercles que l'on décrit aux distances suivantes : Mettez le cercle du chariot excentrique à la division 96 et décrivez un cercle. Passez 5 divisions, mettez le cercle à la division 6 et décrivez un cercle; passez une division et décrivez un cercle à la division suivante; et ainsi de suite, passant 5 divisions et une division alternativement, et décrivant un cercle aux divisions intermédiaires jusqu'à ce que la série soit complète.

Treizième série de cercles. (T III, fig. 45.)

Excentricité = 25 3/4.
Rayon = 3/4.

Diminuez l'excentricité de 1 10/16e tour en avant. Diminuez le rayon de 1/16 de tour en avant; puis procédez avec le même outil. Cette série de cercles complète la bordure étrusque, adaptée à une division circulaire excentrique de 96, elle se compose d'autant de cercles que la série extérieure, c'est-à-dire 84 que l'on décrit de la manière suivante : Mettez le cercle du chariot à la division 96, et décrivez 7 cercles, un cercle à cette division et un à chaque division suivante. Passez une division, mettez le cercle à la division 8, et décrivez 7 autres cercles comme précédemment. Passez une division, mettez le cercle à division 16, et décrivez 7 cercles; et ainsi de suite jusqu'à ce que la série soit complétée, à la division 94.

Modèle n° 3. — Pl. T II, fig. 3.

Ce modèle est composé de 5 séries de cercles, de rayons différents disposés autour d'un centre commun, suivant diverses excentricités. A l'aide de cette figure et des renseignements que nous allons donner, le tourneur reproduira ce modèle facilement.

Les outils dont il devra se servir sont les nos 28 et 36; le support à coulisse doit être établi perpendiculairement à l'arbre du tour. L'ouvrage à tourner, après avoir été convenablement fixé sur le chariot excentrique, est dressé et poli. On fixe alors l'outil n° 36 dans le support à coulisse; on ajuste la pointe, le chariot excentrique et le support à coulisse au centre commun, avec la plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande exactitude, et on commence à exécuter le centre, ou la série intérieure des cercles.

Première série des cercles. (T III, fig. 46.)

Excentricité — 1 1/4.
Rayon — 1 1/8.

Donnez l'excentricité en tournant la vis de rappel du chariot excentrique 1 1/4 tour en arrière, et le rayon en tournant la vis du support à coulisse 1 1/8 tour en arrière. Décrivez alors 8 cercles équidistants; ces cercles doivent être creusés assez profondément pour bien marquer à vive arête la figure que laisse l'intersection des cercles: on devra conserver la même profondeur pour toutes les autres séries.

Seconde série des cercles. (T III, fig. 47.)

Excentricité — 4 1/2.
Rayon — 2 1/8.

Pour l'excentricité, donnez 3 1/4 tours en arrière; pour le rayon un tour en arrière. Puis, avec le même outil, décrivez 24 cercles équidistants.

Troisième série de cercles. (T III, fig 48.)

Excentricité — 5 1/8.
Rayon — 11 3/4.

Donnez l'excentricité par 5/8 d'un tour en arrière, et le rayon par 9 5/8 tours en arrière; puis, avec le même outil n° 36, decrivez 24 cercles équidistants.

Quatrième série de cercles. (T III, fig. 49.)

Excentricité — 21 1/2.
Rayon — 4 3/4.

Changez l'outil et fixez celui n° 28 dans le support à coulisse; après avoir ajusté sa pointe au rayon et à la profondeur du dernier cercle tourné, ajoutez à l'excentricité de la série précédente 16 3/8 tour en arrière. Pour le rayon diminuez celui de la série précédente de 7 tours en avant; décrivez 96 cercles équidistants.

Cinquième série de cercles. (T III, fig. 50.)

Excentricité — 27 3/4.
Rayon — 1 1/2.

Accroissez l'excentricité de la dernière série de 6 1/4 tour en arrière; diminuez le rayon de 3 1/4 tour en avant, puis décrivez 96 cercles équidistants.

(*La suite à un prochain numéro.*)

Disque à coulisse spirale pour le tour et autres objets mécaniques.

Par J. White, mécanicien à Manchester.

Le perfectionnement que M. J. White se propose d'introduire dans les arts mécaniques, est principalement applicable aux tours qui servent ordinairement à tourner les métaux, les bois ou autres substances, mais il est susceptible également d'un grand nombre d'autres applications dont les principales ont été indiquées par l'inventeur. Nous commencerons par faire connaître comment l'appareil de M. White peut être employé à perfectionner le mécanisme du tour en l'air, et nous passerons ensuite à quelques autres applications qu'il peut recevoir.

1° L'appareil dont il est question est destiné d'abord par l'inventeur à perfectionner ce que dans l'art du tour on appelle un mandrin, c'est-à-dire, le plateau qui, dans le tour en l'air, est destiné à recevoir, centrer et assujettir dans une position convenable l'objet qu'on veut tourner pendant tout le temps qu'on fait agir sur lui les différents outils propres à lui donner la forme qu'on désire.

Le mandrin ainsi armé de l'appareil devient réellement universel, c'est-à-dire, qu'il est capable de saisir et de retenir un objet d'un diamètre quelconque, ou dont les diverses dimensions sont fort inégales, ou, enfin, qu'il peut lui donner telle position excentrique que le travail exige.

L'appareil qui procure cet avantage au mandrin est un disque en métal dans lequel on a tracé et découpé une mortaise ou mieux une coulisse en spirale. C'est dans cette coulisse que voyagent et circulent des goujons que portent les griffes ou mâchoires qui doivent venir affleurer l'objet, le serrer et l'assujettir solidement dans la position convenable sur le mandrin.

Les figures 7, 8, 9, 10 de la planche T, n° 7, donneront une idée de l'appareil et de son application à un mandrin de tour en l'air.

La fig. 7 représente le disque à coulisse spirale. *a,a* est la partie solide de ce disque, et *b,b* la coulisse qui s'enroule en spirale régulière, en partant à quelque distance du centre, et par tours successifs jusqu'à la périphérie du disque où elle est arrêtée à son avant-dernier tour.

Dans la fig. 8, on voit en coupe verticale ce disque *a,a* à coulisse spirale *b,b* monté avec le mandrin, en faisant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors partie intégrante et constituant avec lui et au moyen de quelques dispositions dont il va être question, un mandrin universel perfectionné.

La fig. 9 est le plan vu en-dessus de ce mandrin tout monté et complet.

La fig. 10 est aussi le plan de ce même mandrin, mais vu par la face opposée et après qu'on en a enlevé le disque a coulisse spirale.

Dans ces diverses figures, *c,c* sont les griffes ou mâchoires destinées à assujettir l'ouvrage sur le plateau *e,e* du mandrin. Ces mâchoires portent des goujons à vis *d,d* prolongés en contre-bas, et dont les extrémités sont disposées de manière à entrer et à circuler à frottement et sans ballottement dans la coulisse spirale *b,b* du disque *a,a*. Lorsqu'on fait tourner ce disque, ces goujons se rapprochent ou s'éloignent d'un même chemin, du centre du mandrin, de façon que les mâchoires marchent simultanément pour s'ouvrir ou pour se rapprocher, embrasser et retenir l'objet à tourner sur le plateau *e,e* de ce mandrin.

Dans le but de s'opposer a ce qu'un effort quelconque exercé sur l'objet monté sur le mandrin ne donne quelque devers latéral aux mâchoires *c,c* ou ne produise en elles quelques gauchissements, ces mâchoires, indépendamment des conducteurs ordinaires qu'elles portent en dessous sont en outre pourvues de forts épaulements plats *f,f,f* logés entre le plateau *e* du mandrin et le disque à coulisse spirale *a,b*. Au moyen de ces épaulements, les mâchoires appuyant par une large base sur la face inférieure du mandrin, la pression et la résistance se touvent réparties également sur la majeure partie de la surface, ce qui s'oppose à ce qu'aucun effort puisse déverser ou gauchir une ou plusieurs de ses mâchoires.

Pour maintenir solidement ces épaulements en contact avec la face inférieure du plateau *e* du mandrin, et en même temps pour qu'ils puissent se prêter aux mouvements divers que peuvent prendre les mâchoires, ces épaulements qui sont ronds portent à leur centre un axe *g,g,g* formant coulisseau et qui marche dans des mortaises ou coulisses *h,h,h* découpées dans le plateau du mandrin. Ces axes sont filetés et reçoivent un écrou dont le tirage donne aux épaulements le degré nécessaire de pression sur la surface inférieure du plateau, pour que les mâchoires puissent circuler et résister sans devers à tous les efforts.

Le disque à coulisse spirale *a,b* et le plateau *e* du mandrin peuvent à volonté être séparés l'un de l'autre ou réunis au moyen de la vis de centre *i*.

Enfin, le mandrin complet est fixé sur le nez de l'arbre du tour, par un manchon taraudé *k* comme dans la plupart des mandrins ordinaires.

Après cette description, il ne paraît pas bien utile d'entrer dans des détails étendus sur la manière dont on peut avec ce mandrin universel placer les objets excentriquement. On verra aisément qu'il suffit pour cela de placer le goujon de l'une des mâchoires d'un ou plusieurs tours de la spirale en avant ou en arrière du point où il se trouverait à égale distance du centre que les autres.

2° Le disque à coulisse spirale paraît aussi susceptible de recevoir dans l'art du tour une application très-étendue et très-avantageuse, surtout dans les tours avec support à chariot et pour leur procurer ainsi un support universel. Quand on l'emploie à cet usage, dans ces sortes de tours, il faut l'appliquer sur le support immédiatement dessous ou derrière l'outil, de façon à produire toute espèce de mouvement longitudinal ou transverse dans les supports à chariot d'un genre quelconque.

On voit encore qu'on peut aussi en faire usage comme appareil à centrer les cylindres, les roues, les poulies, etc., de tout diamètre, lorsqu'on voudra l'adapter convenablement au tour ou aux autres machines employées à ces divers travaux.

Enfin, il est extrêmement commode pour opérer sans autre disposition le travail du polissage et du brunissage des bois ou des métaux.

Dans ces diverses applications, il convient néanmoins de lui donner une forme plus simple et semblable à peu près à celle que nous allons décrire :

3° Le disque à coulisse spirale est extrêmement propre à être appliqué aux filières à coussinet pour tarauder les arbres, les barres, les boulons, etc. Nous représenterons seulement le cas d'une filière de cette espèce armée de trois coussinets.

La fig. 11 est le plan de cette filière toute montée.

La fig. 12 une coupe verticale de cette même filière suivant la ligne A B de la fig. 11.

La fig. 13 le plan du disque à coulisse spirale qu'on applique à cette filière.

Ce disque *a,a* comme le précédent est creusé d'une coulisse en spirale *b,b* et recouvert par un plateau *c,c* qui porte trois coulisses en queue d'aronde. C'est dans ces coulisses que voyagent les coussinets *d,d* qui sont pourvus à leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie inférieure d'un goujon *f,f,f* qui peut glisser dans les tours de la spirale. On conçoit qu'en fixant le disque dans les mâchoires d'un étau et en faisant tourner la filière *c,c* avec le manche *e*, les coussinets se rapprochent simultanément et également du centre, jusqu'à ce qu'ils embrassent enfin l'arbre, la barre ou le boulon qu'il s'agit de fileter, et, de plus, qu'on peut les faire converger par le même moyen les uns vers les autres, à mesure que le filet s'approfondit.

4° On a représenté dans la fig. 14 une autre application du disque à coulisse spirale, c'est-à-dire, que, dans ce cas, on l'a fait servir à faire mouvoir une presse horizontale ou un étau, ainsi qu'il va être dit. Les autres figures qui accompagnent la fig. 14 sont les détails ou les pièces détachées de cette presse.

a,b est le disque à coulisse spirale que la figure représente sous la presse pour faire voir les diverses pièces du mécanisme, mais qui doit être par-dessus, pour que ses tours ou sa spirale ne se remplisse pas de débris des objets qu'on travaille et pour la facilité de la manœuvre.

c,c sont des jumelles ou des branches qui portent par dessus et près de leurs pieds des goujons *e,e*, qui entrent à frottement juste et peuvent circuler dans la coulisse du disque. Ces branches ont leur centre de rotation en *i,i* sur des boulons *d,d* que porte une plaque *f,f*. Cette plaque est solidement fixée sur l'établi par des moyens convenables.

Les autres branches des jumelles ou de l'étau portent les mâchoires *g,g*, qui n'y sont pas unies d'une manière invariable et permanente, mais où elles peuvent tourner autour d'une queue ronde *h*, qu'elles portent à leur centre et qui est insérée dans une cavité de même forme percée dans les branches. Cette disposition a pour but de permettre à la presse ou à l'étau de saisir des corps à faces parallèles, obliques ou inégales, et de les serrer sur une plus grande étendue de leur surface.

On conçoit aisément que quand on tourne le disque à coulisse spirale *a,b*, les goujons *e,e* des branches de la presse ou de l'étau se rapprochent ou s'éloignent. Ces branches tournant sur leurs pivots ouvrent ou ferment les mâchoires, et celles-ci alors lâchent ou saisissent fortement les objets qu'on leur présente.

On peut même donner plus de course aux mâchoires en plaçant les centres de rotation des branches ou les boulons *d,d* dans d'autres trous *i',i'*, dont la plaque *f* est pourvue.

Nous croyons que cet exemple suffira pour faire comprendre comment le disque à coulisse spirale peut être appliqué à beaucoup d'autres machines destinées à saisir et retenir avec force des objets quelconques qu'on veut maintenir ou travailler.

5° La dernière application que nous signalerons du disque à coulisse spirale, est celle où on peut s'en servir pour faire avancer l'outil dans les machines à percer de toute espèce. Pour le moment, on se borne à donner un exemple de cette application, à une petite machine à percer à main qui est représentée en élévation et par-devant dans la fig. 15, et en élévation de côté dans la fig. 16. Seulement dans cette dernière, le disque est vu en coupe, afin de faire mieux comprendre le jeu de l'appareil.

a,a est le disque avec la coulisse spirale *b,b* qu'on y a tracée, *c,c,c* le bâti de la machine, *d,d* la boîte à foret qu'on fait mouvoir au moyen d'une manivelle et d'un petit système de roues d'angle *e,e*. Dans cette machine le foret avance à mesure que l'ouvrage fait des progrès, en faisant tourner le disque à coulisse spirale *a*. Cette coulisse entraîne dans son mouvement des mentonnets *f,f* fixés sur la face extérieure de la barre à coulisse *g,g*, attachée au sommet de l'arbre auquel est fixé le foret, et le mouvement de cette barre opère ainsi la descente régulière de cet outil.

Cette application de l'appareil à une machine à percer, qu'on fait mouvoir à la main, nous dispense de représenter par des figures son application à d'autres machines mues par des moyens mécaniques. Ce même appareil en effet est particulièrement applicable aux outils employés pour alézer les corps de pompes et les cylindres des machines à vapeurs, en permettant à ces outils d'avancer et de reculer à volonté de telle quantité qu'on désire. On peut encore s'en servir avantageusement dans toutes les machines à mortaiser et à rainer, pour mettre en mouvement les outils employés à découper et percer les métaux; et enfin, pour assurer sur les tables, les établis, ou les bâtis, tous les objets qu'on veut percer, entailler, rainer ou travailler d'une manière quelconque.

Nouveau mode de construction des robinets à vanne.

Par M. O. Topham, ingénieur.

On fait en Angleterre, pour interrompre les communications dans les condui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tes d'eau et de gaz, un fréquent usage d'un appareil qu'on nomme *sluice-cock* ou robinet à valve ou à vanne. Cet appareil ingénieux consiste en une boîte dans laquelle s'insèrent les bouts des tuyaux de la conduite et où se trouve une valve ou vanne en laiton parfaitement rôdée, d'un diamètre un peu plus grand que celui des tuyaux entre lesquels elle vient s'interposer avec justesse au moment où on veut interrompre la communication.

Cette vanne porte une queue filetée sur sa longueur, et cette queue qui passe par un écrou fixe, se termine par le haut par un carré. Lorsqu'on veut ouvrir ou fermer la vanne, on saisit ce carré avec une clef, on tourne, et le mouvement seul fait monter ou descendre la valve ainsi qu'il est facile de l'imaginer sans autres détails.

Ce mode de construction présente quelquefois des inconvénients pour ajuster les tuyaux dans la boîte et les rendre imperméables; et dans tous les cas, il est assez difficile de rendre la vanne parfaitement étanche.

M. O. Topham a cherché à remédier à ces inconvénients en proposant de construire ces robinets d'une seule pièce avec leurs emboîtures, ou en leur donnant des emboîtures particulières. Ces robinets n'ont alors d'autre ouverture que celle à la partie supérieure qu'on coeffe d'un chapeau, pièce qui n'étant pas recouverte de terre n'éprouve, ainsi que la tête de la tige qui la traverse, que peu d'altérations.

Parmi les formes nouvelles de robinets qu'il a proposées, nous ferons connaître les suivantes qui nous paraissent les plus commodes.

Pl. IV, fig. 20, élevation d'un de ces robinets à vanne séparé des tuyaux de conduite ou de service.

fig. 21, une coupe verticale par le milieu.

fig. 22, le plan après en avoir enlevé le chapeau.

fig. 23 et 24, des coupes transverses devant et derrière la vanne.

Les mêmes lettres désignent dans les cinq figures les mêmes objets.

a,a est la boîte dans laquelle est renfermée la vanne; elle est en fonte et venue d'une seule pièce avec ses deux emboîtures *b,c* qui doivent recevoir les extrémités des tuyaux de la conduite. *d* est la chambre dans laquelle est le mécanisme destiné à élever et à abaisser la vanne, et qui consiste en une vis sans fin et une crémaillère; *e,e* est le chapeau qui ferme la chambre *d* et est fixé comme à l'ordinaire avec des boulons et des écrous. Entre ce chapeau et les brides du tuyau qui forme la chambre, on interpose, comme à l'ordinaire, une garniture métallique. Enfin ce chapeau porte une boîte à étoupe *f* à travers laquelle passe la tige *g* de la vanne.

Cette tige est terminée à la partie supérieure par un carré destiné à recevoir la clef qui fait manœuvrer la vanne, et à sa partie inférieure elle repose sur un appui disposé convenablement. On y remarque aussi une embase au-dessous du chapeau qui ne lui permet aucun mouvement dans le sens vertical; enfin elle est taillée par le bas en vis sans fin *h* dont les filets engrènent dans la crémaillère *k* formée sur le dos de la vanne *i*.

Cette vanne est ajustée avec beaucoup de soin dans ses points de contact *mm* avec les bords *n* de l'ouverture du robinet, et elle est maintenue étanche contre les faces de cette ouverture, par le moyen de deux petits plans inclinés *oo* disposés dans la boîte, et sur lesquels viennent glisser les faces *pp* de la vanne.

La manœuvre de ce robinet est très-facile à comprendre, et nous ne croyons pas nécessaire de nous y arrêter.

La figure 25 est une modification de cette construction; ici la vanne est manœuvrée par une tige filetée et un écrou qui tient à la vanne, mais celle-ci devient plus étanche encore en ce qu'elle porte sur ses deux faces contre les bords de l'ouverture des emboîtures.

Dans la fig. 26, l'emboîture *c* ne fait plus corps avec le robinet, il y est seulement uni à vis et à garniture. Cette disposition permet d'ajuster les surfaces de contact avec plus d'exactitude et de facilité qu'on ne peut parvenir à le faire dans les cas précédents, et de les garnir de laiton si on le juge nécessaire.

La fig. 27 représente un robinet à deux vannes et à doubles surfaces de contact. Ici les deux emboîtures sont mobiles et ajustées séparément, ce qui permet de rendre le robinet encore plus imperméable.

L'inventeur croit que ces robinets à vanne pourraient être appliqués avantageusement sur les tuyaux qui conduisent la vapeur dans les machines, ou pour le chauffage dans les brasseries, les distilleries, etc., et dans tous les cas où l'on redoute des fuites de liquides, vapeurs ou gaz, par les organes qui servent à interrompre les communications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Application du galvanoscope pour indiquer l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur.

Par M. C.-G. Page, de Washington.

Depuis que la législature s'est émue dans les états de l'Union au récit des nombreux et déplorables accidents survenus par l'explosion des machines à vapeur, on a proposé une multitude de plans et de moyens pour avertir du danger qui menace, et donner des indications propres à frapper les yeux ou les oreilles, que la chaudière a besoin de recevoir une nouvelle provision d'eau.

Aucun des moyens qui ont été proposés jusqu'ici n'est par lui-même infaillible, et dans tous les cas, il nous semble que quand même on parviendrait à trouver un appareil de sûreté à l'abri de toute objection, cet appareil manquerait encore complétement son but, s'il n'avait pas pour le diriger ou en écouter les avis, l'assistance d'un chauffeur ou d'un ingénieur attentif, actif et zélé pour son devoir.

Rien de plus simple que les tubes indicateurs du niveau d'eau dont on se sert sur les bâtiments à vapeur français et anglais, et j'ignore absolument les causes qui s'opposent encore à leur introduction dans notre navigation à la vapeur, si ce n'est peut-être cette profonde indifférence qu'on a témoignée jusqu'ici pour la sécurité des personnes et des choses.

Quoi qu'il en soit, l'appareil que je propose pour faire connaître l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières, aura cela de remarquable, dans le cas où on le trouverait applicable dans la pratique, qu'il présentera un caractère n'ayant rien de commun avec tous ceux qui l'ont précédé, et en ce qu'il indiquera l'état des choses à l'intérieur des chaudières avec beaucoup de fidélité, tant aux voyageurs dans la cabine, qu'au chauffeur dans la chambre de la machine.

Je propose de faire usage de l'action galvanique que l'eau portée à une haute température exerce sur une paire de plaques métalliques ou un simple coupe, pour opérer sur l'aiguille d'un galvanoscope et en établissant l'appareil d'une manière telle que la cessation de cette action serait un indice de l'interruption des effets galvaniques, et par conséquent de l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières.

Dans la fig. IV, pl. 28, *a* représente une section verticale moyenne d'une chaudière à vapeur; *b* est une plaque épaisse de zinc perforée d'un grand nombre de trous et placée immédiatement au-dessous du niveau de l'eau. Cette plaque est isolée des parois de la chaudière par une bague de verre ou toute autre substance non conductrice; *e* représente le galvanoscope qui consiste en un fil isolé de laiton qui entoure une aiguille aimantée; *c*,*d* sont les deux extrémités de ce fil mises respectivement en contact l'une avec le métal de la chaudière, l'autre avec la plaque de zinc *b*.

Lorsque l'eau dans la chaudière est au-dessus de la plaque *b*, l'aiguille magnétique prend une position à angle droit avec les tours du fil, et quand le niveau de l'eau est descendu au-dessous de cette plaque, l'aiguille prend sa direction nord et sud.

Si l'action du fil et celle de la terre concouraient dans un même plan, c'est-à-dire si l'aiguille sous l'influence du fil se trouve en même temps dans le méridien magnétique, alors l'appareil cesse d'indiquer une action sur la plaque *b*.

Pour remédier à cet inconvénient, on place un autre galvanoscope à angle droit avec le premier et à peu de distance de lui et on le met de même en communication d'une part avec la paroi de la chaudière, et de l'autre avec la plaque *b*. Cette disposition indiquera fort bien un abaissement de niveau par le mouvement que prendra l'une ou l'autre des deux aiguilles qui abandonnera sa position à angle droit.

La couple galvanique dans cet appareil est représentée par le métal de la paroi de la chaudière et la plaque de zinc *b*. Si la chaudière est en fer, la plaque doit être en cuivre ou en zinc; si elle est en cuivre, elle doit être de fer ou de zinc.

Quand on se servira d'eau de mer pour alimenter les chaudières, l'action magnétique se développera aisément, mais il est très-présumable que l'eau douce chauffée à une haute température procurera également une action suffisamment énergique.

C'est une question de savoir si la vapeur à haute pression ne constituerait pas un milieu conducteur pour les deux plaques; dans le cas d'un seul couple galvanique, quelque surface qu'on lui suppose, je ne le pense pas. L'atmosphère humide d'une batterie composée conserve, dit-on, son activité pendant un temps considérable après son émersion, c'est un fait que j'ai toujours considéré comme équivoque en pensant que la continuation de cette activité après l'émersion dans les grandes batteries était uniquement due à l'acide et à l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui adhéraient encore aux pièces de bois ou de liége dont on se sert pour tenir à distance les plaques de zinc et de cuivre.

Je déclare qu'il n'a été fait aucune expérience pour mettre à l'épreuve l'efficacité du moyen que je propose ; mais comme dans un sujet aussi important que celui en question, on ne doit laisser échapper aucune idée qui pourrait devenir utile, j'ai cru que, sous ce rapport, je devais communication au public de celle que m'ont suggérée quelques réflexions sur cette matière.

Filature du chanvre.

Le troisième numéro du Bulletin de la société industrielle d'Angers, pour 1839, contient un rapport de M. Leclerc-Guillory relatif à la filature du lin à la mécanique, ou parmi d'excellents documents on lit ce qui suit : « Les Anglais savent déjà filer les chanvres peignés, maintenant ils s'ingénient pour filer les chanvres bruts, c'est-à-dire ceux qui ne sont ni moulinés ni serancés. Notre maison de commerce (MM. Leclerc frères, d'Angers) vient d'expédier des chanvres *bruts* de nos vallées à l'un des principaux mécaniciens de Leeds, qui se flatte, sans les avoir préalablement peignés, d'en tirer les fibres au plus haut degré de ténuité.

BIBLIOGRAPHIE.

Nouveau manuel de géographie physique ou introduction à l'étude de la géologie.

Par N. J. J. N. Huot, membre de plusieurs Sociétés savantes. Paris, 1840. 1 vol. in-18, orné de planches, prix : 3 fr.

Nous avons annoncé dans notre dernier numéro, avec les éloges qu'il mérite, l'excellent Manuel de géologie de M. Huot. L'auteur a fait paraître en même temps un Manuel de géographie physique, qui sert d'introduction à son premier ouvrage, ou qui forme la première partie d'un cours complet d'étude pour les sciences géologiques.

Nous possédons déjà plusieurs Traités sommaires de géographie physique, tels que ceux de MM. Ohier de Grandpré, Lamouroux et autres ; mais ces ouvrages étaient loin de comprendre toutes les matieres qu'on est convenu d'embrasser sous le nom de géographie physique, et de plus leurs auteurs n'étaient peut-être pas assez versés dans l'étude générale des sciences naturelles pour remplir complétement le cadre d'un ouvrage de cette nature.

Il importait d'abord pour atteindre ce but que l'auteur fût un géologiste, puisqu'on sait que l'étude approfondie de la croûte du globe a jeté la plus vive lumière sur sa constitution physique et sur les phénomènes qui s'y rattachent. Or, nous avons vu que M. Huot est un professeur distingué de géologie, et qu'il cultive cette science avec beaucoup de succès.

Il était encore nécessaire que l'auteur fût un habile géographe, et M. Huot est le continuateur de Malte-Brun, celui qui a été choisi pour compléter le grand ouvrage de ce savant et le mettre au niveau des connaissances actuelles.

Enfin on conçoit qu'il fallait que l'auteur fût versé dans diverses sciences physiques et naturelles, et eût fait une étude spéciale de la géographie physique, et tout le monde sait que M. Huot a rédigé avec talent une très-grande partie du dictionnaire de géographie physique de la grande encyclopédie méthodique.

Avec des études aussi profondes et aussi variées, avec des titres aussi honorables, on n'aura pas de peine à nous croire quand nous affirmerons que M. Huot a fait un très-bon manuel de géographie physique, que tous les sujets principaux qui se rattachent à cette science sont traités dans son ouvrage avec beaucoup de précision et présentés d'une manière très-lumineuse, qu'on y rencontre avec plaisir une foule de notions que ses prédécesseurs avaient négligées ou écartées sans motifs ; et enfin qu'il a donné un résumé très-bien fait d'une foule de questions importantes sur ce sujet, qui à diverses époques ont donné lieu à de vives controverses entre les savants.

En terminant cette note nous dirons, qu'il est peut-être temps qu'on introduise dans l'enseignement d'une manière plus large qu'on ne l'a fait jusqu'ici, l'étude de la géographie physique ; l'occasion est favorable puisque M. Huot nous présente un manuel très-recommandable sur ce sujet, et très-propre à être mis entre les mains des jeunes gens et des gens du monde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cahiers de chimie à l'usage des collèges royaux et des écoles primaires supérieures et autres maisons d'éducation.

Par M. E. Burnouf, professeur de physique et de chimie au collége de Valognes. Paris, 1840, 4 cahiers in-12, fig., prix : 5 fr.

Depuis quelque temps de jeunes professeurs ont publié, sous le titre de Cahiers, le résumé des leçons qu'ils donnent aux élèves, et cette manière d'enseigner à la fois verbalement et par écrit a obtenu un succès mérité. C'est un ouvrage du même genre que publie M. E. Burnouf qui porte un nom déjà cher à la littérature ancienne et orientale.

La chimie est une science qui a pris des développements si étendus, et qui fait des progrès si rapides, que l'exposition seule des faits qu'elle a recueillis et constatés, ainsi que de ses principes et de ses théories, exige aujourd'hui des ouvrages très-volumineux.

Il faut bien convenir aussi que les traités publiés jusqu'à présent, quel que soit leur mérite, conviennent mieux à ceux qui veulent faire une étude spéciale et approfondie de cette science qu'à des jeunes gens destinés à une autre carrière, et qu'ils sont d'un prix si élevé qu'un grand nombre d'élèves, de contre-maîtres ou d'ouvriers sont hors d'état de les acheter.

Ces motifs ont peut-être retardé l'introduction des éléments des sciences chimiques dans beaucoup de colléges, d'écoles ou d'ateliers, et nous avouons que nous avons vu avec plaisir un jeune professeur essayer de faire un livre sur cette science à l'usage des commençants, et de leur présenter en quatre cahiers tous les documents nécessaires pour être admis aux écoles et passer les examens qui exigent la connaissance de la chimie élémentaire.

L'auteur n'a pas jugé à propos, et avec raison selon nous, de tenter une classification qui lui fût propre, et d'inventer des noms nouveaux ou de faire des théories nouvelles sur la composition des corps ; il s'est contenté de suivre la classification la plus généralement adoptée dans l'enseignement, et de faire choix dans ses descriptions des corps qu'il est le plus nécessaire de connaître ou qui présentent les applications les plus usuelles et les plus utiles dans les arts et les usages sociaux.

Du reste, ses cahiers nous ont paru au courant de la science, et sous ce rapport, la lecture du 4e qui traite de la chimie organique, cette partie de la science qui marche aujourd'hui à pas de géant, nous a convaincus que tant pour les corps les plus nouvellement découverts et leurs combinaisons, que pour leur classement et leur nomenclature, son ouvrage laissait peu de chose à désirer.

Nouveau Manuel comptes-faits ou barème général des poids et mesures.

Par M. Achille Nouhen ; ouvrage divisé en cinq parties, in-18.

Première partie,	Mesures de longueur. Prix.	60 cent.
Deuxième partie,	Mesures de surface.	60
Troisième partie,	Mesures de solidité.	60
Quatrième partie,	Mesures de poids.	60
Cinquième partie,	Mesures de capacité.	60

Le système métrique est devenu, par injonction de la loi du 4 juillet 1837, obligatoire dans toutes les transactions sociales en France ; mais on ne peut se dissimuler que l'empire de l'habitude, la routine ou l'ignorance s'opposeront encore pendant quelque temps à ce qu'il se fasse un emploi général et usuel des nouvelles mesures, ou plutôt dans l'époque de transition d'un système à un autre qui va suivre, il arrivera fréquemment que l'esprit, pour apprécier une nouvelle mesure avec laquelle il ne sera pas familiarisé, se servira encore des anciennes comme d'un terme de comparaison.

Afin de faciliter les transactions pendant cette époque de transition, il était donc indispensable de publier des comptes tout faits du rapport des anciennes mesures aux nouvelles et réciproquement, et c'est ce que M. Achille Nouhen nous paraît avoir exécuté avec soin et avec exactitude, ainsi que nous nous en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sommes assurés en vérifiant par nous-mêmes un certain nombre de calculs pris au hasard dans chacun de ses cinq petits manuels.

Nous lui devons aussi notre approbation pour l'idée qu'il a eue de diviser en autant de manuels chacune des mesures dont se compose le système, et de faire vendre chacun d'eux à un prix modique. En effet, il est tel art ou tel commerce où l'on n'a besoin que des mesures de longueur; tel autre où l'on n'opère des calculs que pour obtenir la surface, la solidité, le poids ou la capacité, et où il pourrait paraître injuste d'exiger d'un pauvre ouvrier qu'il déboursât une somme au-dessus de ses moyens pour se procurer un manuel qui contiendrait les 4/5es de matières qui lui seraient toute sa vie inutiles ou étrangères. La division en manuels séparés doit donc considérablement étendre l'usage de ces barèmes en les mettant à la portée des bourses les plus minimes, et sur lesquelles on ne peut faire que de très-légers prélèvements au delà des besoins journaliers.

Bien entendu que les nombreux tableaux de conversion qu'on trouve dans chaque manuel sont précédés d'instructions très-détaillées sur l'origine de la mesure à laquelle ils se rapportent, sur ses subdivisions et la manière de les énoncer, ainsi que sur l'emploi raisonné de ces tableaux; mais de plus M. Nouhen a rejeté à la fin de chaque volume, et sous forme d'appendice, un petit traité sommaire d'arithmétique décimale où il donne quelques moyens abrégés pour faire les quatre principales opérations de cette science.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces manuels; tout le monde en connaît et en apprécie l'utilité et sait que ces ouvrages aussi simples que modestes rendent cependant les plus grands services au commerce ainsi qu'aux arts industriels.

Nouveau manuel métrique du marchand de bois, ou instructions et tarifs pour la réduction en mesures métriques de toutes sortes de bois, etc.

Par M. D.-J. TREMBLAY, ancien professeur de mathématiques, bibliothécaire de la ville de Beauvais. Beauvais, 1840, 1 vol. in-12, prix : 1 fr. 50 c. Émile Tremblay.

Tout le monde sait que toutes les sortes de bois carrés, d'échantillon, bâtards et de débit, ainsi que les bois en grume et ronds se vendent suivant leur solidité, et qu'il faut pour calculer celle-ci, avoir égard à leurs trois dimensions, c'est-à-dire à leur longueur, largeur et hauteur. Dans le commerce des bois, on est dans l'usage, pour faciliter les calculs, de se servir de tarifs tout faits qui abrégent beaucoup les opérations, surtout quand on n'y est pas habitué ou quand on en a beaucoup à faire.

Les bois en général se vendaient précédemment à la cheville, au pied cube, à la pièce ou solive, à la corde, etc. Mais l'introduction forcée du système métrique dans ce commerce ainsi que dans tous les autres, obligeant aujourd'hui à ne vendre et compter qu'au stère et à ses subdivisions, il a fallu refaire les tarifs ou les calculs, et M. Tremblay, que recommandent déjà des publications estimables, a cru devoir se charger de ce travail un peu fastidieux, mais dont on ne saurait contester la véritable utilité.

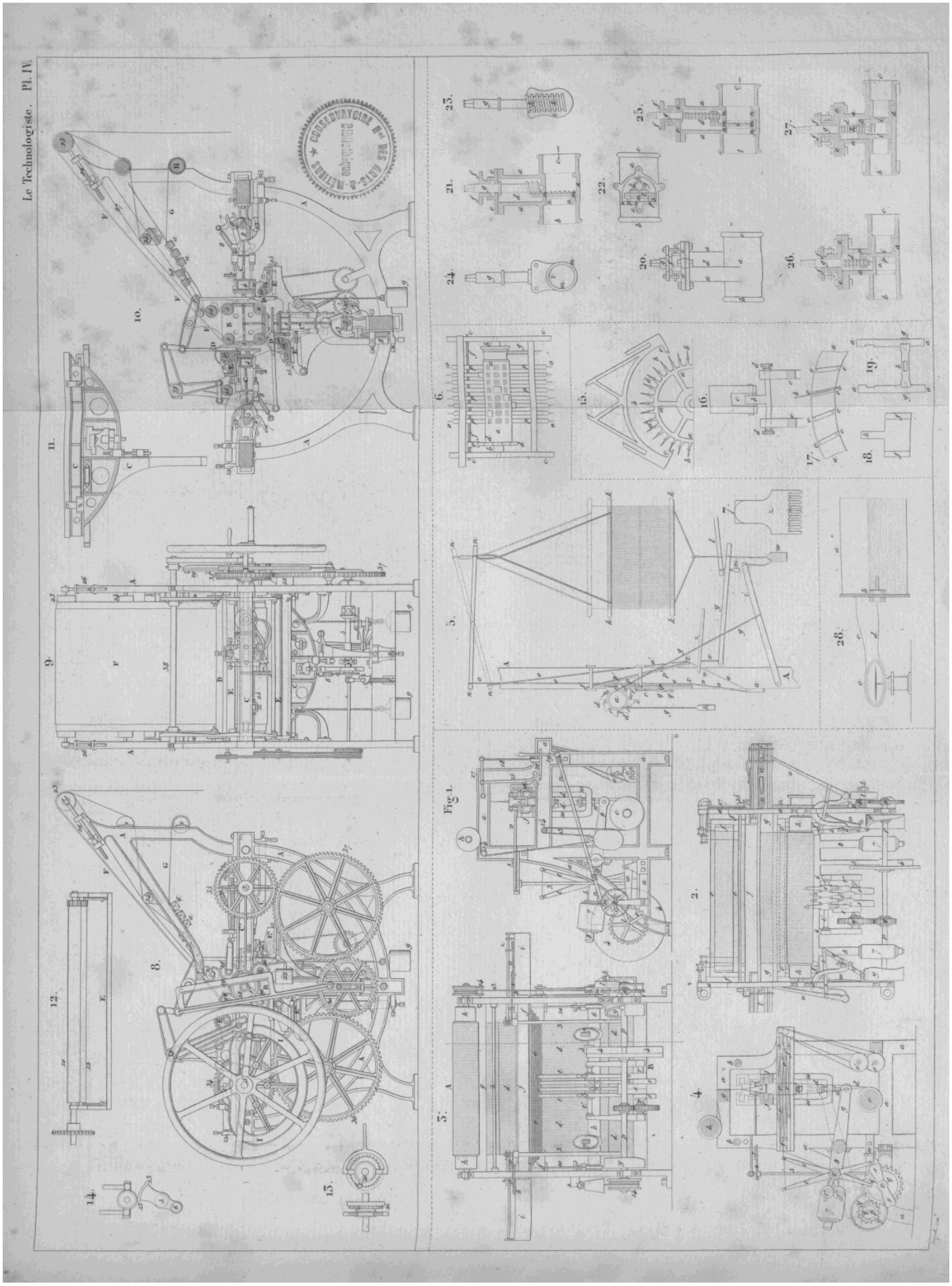
Les tableaux de son nouveau Manuel métrique sont extrêmement étendus et partent pour les longueurs depuis 1 décimètre jusqu'à 20 mètres, et les grosseurs depuis 6 centimètres sur 6, jusqu'à 100 centimètres sur 106. Quelques-uns des calculs de ces tableaux vérifiés sur ceux du même genre, mais sur une échelle plus restreinte, contenus dans l'excellent Manuel de M. Tarbé, nous en ont démontré l'exactitude par leur concordance.

Dans un ouvrage de cette nature, il était impossible d'oublier un tableau de comparaison entre les mesures métriques et les principales mesures anciennes usitées pour les bois d'œuvre ou de chauffage, aussi l'auteur l'a-t-il ajouté à la fin de son Manuel, mais sans lui donner plus de développement que le sujet n'en comporte aujourd'hui.

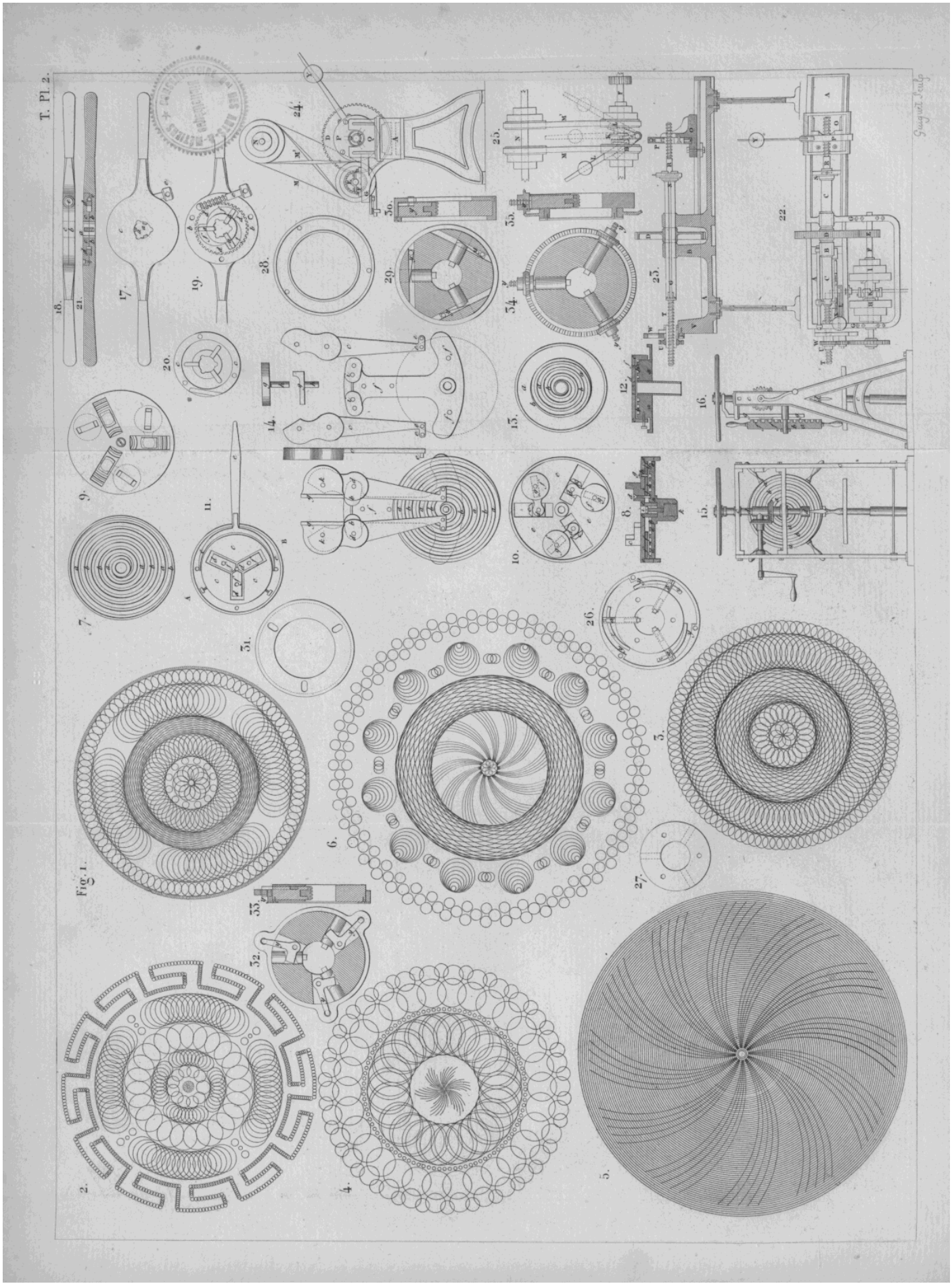
Les marchands de bois, les agents forestiers, les garde-ventes, les receveurs d'octroi, les propriétaires, les architectes, constructeurs, charpentiers, menuisiers, etc., connaissent trop bien l'utilité de ces manuels et de ces tarifs pour qu'il soit nécessaire de leur recommander le manuel de M. Tremblay, si ce n'est parce qu'il a été calculé avec beaucoup d'exactitude, et présente toute l'étendue qu'on peut désirer dans la pratique.

Nota. Tous les ouvrages indiqués dans ce Recueil se trouvent à la librairie encyclopédique de RORET, rue Haute-feuille, n° 10 bis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Méthodes proposées récemment pour fabriquer le fer.

L'importance du fer, les nombreuses applications que reçoit ce métal dans les arts et dans l'économie domestique, ont dirigé depuis longtemps l'attention des savants et des praticiens sur les moyens de perfectionner sa fabrication, et en même temps de la rendre plus économique. Depuis quelques années ce genre d'industrie a fait de notables progrès; on a analysé avec soin les scories et les produits, on s'est rendu un compte plus satisfaisant de la marche des opérations, on a introduit des modifications aux anciens procédés, on a lancé de l'air chaud dans les hauts-fourneaux, on a perfectionné l'affinage, le puddlage, etc.

L'histoire complète de tous ces perfectionnements, déjà pour la plupart bien connus du public, nous entraînerait très-loin; aussi croyons-nous devoir nous borner simplement, dans cet article, à faire connaître ceux qui ont été proposés tout récemment, et qui, avec les détails où nous sommes entrés dans les numéros précédents sur le traitement du fer à l'anthracite, compléteront la revue des travaux les plus nouveaux entrepris dans cette branche d'industrie.

I. On se rappelle sans doute qu'il y a déjà quelques années M. C. Schafhault de Munich a proposé de perfectionner les procédés d'affinage et de puddlage de la fonte en faisant usage, dans ces opérations, d'un mélange d'oxide de manganèse, de sel commun et d'argile, qu'on ajoute au bain de métal dans les fourneaux de finerie, ou au fine-métal à l'état pâteux lorsqu'on le traite dans les fours à puddler.

Ce moyen, qu'on a jugé diversement, mais qui paraît néanmoins avoir été définitivement adopté dans quelques usines d'Allemagne et d'Angleterre, a donné lieu à beaucoup d'essais ayant pour but de rechercher les conditions réelles dans lesquelles cette application pouvait être utile, et en même temps s'il n'y aurait pas quelques substances plus propres que celles indiquées pour parvenir au but qu'on voulait atteindre.

Parmi les moyens proposés, nous citerons d'abord le suivant, pour lequel il a été pris un brevet en France, en Belgique et en Angleterre.

Dans ce procédé, qui s'applique aussi bien au finage qu'au puddlage du fer, on opère, par exemple, pour le finage dans un fourneau à réverbère sur la sole duquel est établi un creuset. Aussitôt que cette sole a été portée au rouge blanc, on y place 15 quintaux de fonte de bonne qualité, puis on introduit aussitôt dans le creuset un mélange de 150 à 160 kilog. de chlorure sec de manganèse et 3 kilog. de chlorure de chaux, ou 10 p. 0/0 du premier, et 1/5 p. 0/0 du second du poids de la fonte qu'il s'agit de traiter. Sur ce mélange on place une couche de charbon de bois de 6 à 7 centimètres d'épaisseur, et enfin on recouvre celle-ci d'une couche de scories de même épaisseur, mélangées à une quantité suffisante de chaux vive pour saturer la silice qui peut être contenue dans ces scories.

Cela fait, on élève aussi rapidement que possible la température du four, jusqu'à ce que la fonte placée sur la sole coule dans le creuset et le remplisse. Cette fusion étant complète, le bain est alors recouvert de charbon, et on introduit par un trou ménagé dans une porte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

particulière les outils ordinaires pour travailler le métal fondu.

Pendant ce travail on projette, par portions de 3 kilog. chaque, des doses du même mélange de chlorures de manganèse et de chaux, à des intervalles de 10 en 10 minutes, et suivant la fluidité des matières, en ayant soin de fermer le registre de la cheminée pendant quelques secondes après chaque addition. On doit de même veiller à ce que le métal en fusion soit constamment recouvert de charbon. Au bout d'une demi-heure environ, l'opération est terminée, et on peut procéder à la coulée du fine-métal comme à l'ordinaire.

Suivant les inventeurs, le soufre, l'arsenic et le phosphore contenus dans la fonte s'unissent au chlore contenu dans les chlorures, et forment avec lui des combinaisons gazeuses qui se volatilisent, tandis qu'une portion du manganèse s'unit au fer. Les scories, qui consistent principalement en silicates de fer, sont en grande partie décomposées par le concours simultané de la chaux et du charbon en produisant du fer métallique et une scorie fusible consistant principalement en silicate de chaux avec un peu de silicates d'oxides de fer et de manganèse.

Le fer, traité ainsi qu'il a été dit, est ensuite soumis à un puddlage qui diffère de celui usité généralement par une addition d'un pour cent du mélange des chlorures de manganèse et de chaux qu'on projette de temps à autre dans le four pour neutraliser les effets nuisibles que le soufre ou les autres substances contenues dans la flamme de la houille pourraient avoir sur le fer.

L'acide carbonique contenu dans cette flamme est aussi converti en oxide de carbone avant de toucher le fer, en établissant dans le four à puddler un autel double ou composé de deux murs dont l'intervalle est rempli avec du charbon.

Lorsque le métal est arrivé dans le four à puddler au point convenable, on fait évacuer les scories, et on jette du charbon de bois menu dans le four, tandis qu'on ramasse le fer en balles. Quand les scories sont évacuées, on enlève les balles du four, et on les soumet à l'action d'un feu de charbon dont la combustion est activée par un soufflet ou une chaufferie ordinaire; le fer s'agglomère et s'affine, et on en forme des loupes qui sont cinglées à l'ordinaire. Cette opération a pour but de délivrer le métal de toutes les particules siliceuses ou scorifiées qui se trouvent presque constamment combinées avec le fer puddlé.

II. De son côté, M. Mushet a proposé d'ajouter au métal soumis à l'opération du puddlage des quantités convenables de minerai riche réduit en poudre qu'on projette sur le bain semi-fluide contenu dans le four, et qu'on y mélange intimement par le brassage auquel le métal est soumis. Il mêle aussi du charbon de bois ou de la houille à ce minerai, en ayant soin que ces matériaux réduits en poudre soient mélangés soigneusement entre eux. L'addition du mélange a lieu par intervalles avant l'effervescence ou boursouflement, ou pendant que ce phénomène se manifeste.

Les avantages de ce procédé, suivant l'inventeur, sont qu'on obtient, dans beaucoup de cas, une plus grande quantité de fer en barres qu'on n'en retire à poids égal de la fonte crue par les procédés ordinaires; que le fer est d'aussi bonne qualité; que souvent même on obtient un excellent fer avec des qualités inférieures de fonte, ce qui n'aurait pas lieu par tout autre moyen; et enfin que presque toujours on augmente la quantité de bon fer qu'on retire ordinairement d'un poids donné de fonte.

Dans cette opération, dit M. Mushet, le minerai riche projeté en poudre sur le métal à demi-fluide facilite et accélère la séparation du carbone. Ce minerai étant d'ailleurs ajouté en petite quantité à la fois dans le four, et dans un état de division, on parvient aisément à balancer le refroidissement des matières par une élévation de température, et en agitant constamment. En outre, comme par ces motifs il s'échauffe très-rapidement, il favorise le mouvement intérieur qu'on nomme effervescence ou boursouflement, mouvement qui provient du dégagement de l'oxide de carbone de la fonte crue dans sa conversion en fer malléable.

Le fer contenu dans le minerai augmente non-seulement, dit-il, la quantité du fer en barres, mais aussi améliore sa qualité en lui donnant une texture plus fibreuse.

Le minerai dont on fait usage peut être d'une espèce quelconque, pourvu qu'elle soit très-riche en métal. Ce minerai est réduit en poudre fine et passé au tamis de 40 à 41 mailles au centimètre carré; mais plus cette poudre est fine, mieux elle agira. On peut, pour cette opération, employer des bocards ou des meules, etc.

Avant cette pulvérisation, le minerai peut être grillé, mais cela n'est pas in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispensable, quoiqu'un grillage modéré facilite l'opération du bocard.

Le charbon ou la houille doivent être également réduits en poudre fine par les moyens employés dans les arts.

Voici quelle doit être la charge du four quand on fait usage de minerai dans le puddlage : Pour fabriquer du fer en barre ordinaire, on charge le four avec à peu près 223 kilog. d'un mélange de fonte grise, truitée et blanche, dans des proportions que l'expérience de chaque contre-maître lui aura fait connaître comme la plus propre à produire des qualités moyennes ou données.

Il est bon d'observer qu'au moyen de ce perfectionnement l'opération du finage devient inutile, et qu'on peut charger le four à puddler de fonte crue.

Quant à l'opération du puddlage, voici comment on la conduit :

Avant de charger, le four est porté à une température convenable, et la sole préparée comme à l'ordinaire, avec une couche de scories qu'on a séparées des loupes puddlées et des barres passées au four à réchauffer ; mais, après que ce four est chargé, il faut se garder d'introduire de ces scories pendant la fusion. Lorsque la fonte est sur le point de devenir pâteuse et de pouvoir être remuée et pétrie, alors commence l'application du procédé, en jetant sur la masse un kilogramme de minerai en poudre ou de minerai mélangé de charbon, et en agitant, afin qu'il y ait mélange intime dans tous les points de la masse.

Le feu doit être soutenu, et il ne faut pas permettre que la température, malgré l'introduction de la poudre, descende au-dessous de celle qu'exige ordinairement le puddlage. Aussitôt qu'une dose de cette poudre paraît parfaitement incorporée avec le métal, et que celui-ci a atteint de nouveau toute sa température, on ajoute une seconde dose, et ainsi de suite jusqu'à ce que la quantité ajoutée s'élève à peu près à la neuvième partie du poids de la fonte, c'est-à-dire à 20 kilog. environ pour la charge indiquée ci-dessus. A ces 20 kilog. on ajoute, quand on le juge à propos, 1/16 de charbon, ce qui porte le poids total de la matière à ajouter à 21,25 kilog. pour 223 kilog. de fonte.

Quelquefois il sera nécessaire d'humecter la poudre, et cela dans les mêmes circonstances que celles où on jette de l'eau dans les fours à puddler. L'effervescence ou boursouflement est beaucoup plus considérable que dans la méthode ordinaire, et le dégagement des gaz plus rapide et plus abondant.

Le reste de l'opération du puddlage se conduit comme dans les méthodes usitées.

Suivant M. Mushet, on produit, par son procédé, 20 quintaux de fer en barre avec 21 1/2 quintaux, ou au plus 21 3/4 quintaux de fonte crue. Le fer est au moins d'aussi bonne qualité que celui qui a préalablement passé par les fineries.

Quoiqu'on indique la quantité de 1/9 de minerai comme celle qui a le mieux réussi, néanmoins on peut la faire varier jusqu'à 1/18, selon le degré de fusibilité ou les fers qu'on désire obtenir.

III. Nous allons maintenant nous occuper de quelques perfectionnements qui ont été annoncés dans la fabrication du fer et de l'acier, et qui sont dus à M. Heath.

M. Heath s'est proposé trois choses distinctes dans les perfectionnements qu'il a apportés dans le traitement du fer et de l'acier :

1° L'extraction d'une fonte pure du minerai sans intervention d'une matière terreuse alcaline ou saline quelconque pour former un flux vitreux, des laitiers ou des scories;

2° La production d'un acier fondu, en mettant en fusion la fonte de fer ainsi obtenue avec du fer malléable, ou certains oxides métalliques en proportions telles qu'ils puissent décarburer à un certain degré la fonte, et en portant ce procédé de décarburation au point désiré par le moyen d'oxides métalliques sans mélange de matière charbonneuse quelconque;

3° L'emploi de l'oxide de manganèse sans mélange d'autre substance, pour convertir la fonte en fer malléable par le puddlage;

4° L'emploi du carbure de manganèse pour convertir l'acier poule ordinaire en acier fondu.

On produit actuellement le fer malléable en fondant des minerais riches avec la quantité de charbon de bois ou autre matière carbonifère nécessaire pour enlever tout l'oxigène que renferme le minerai, et pour amener celui-ci à l'état de fer malléable.

Quant aux minerais pauvres, on les met en contact avec un excès de matière carbonifère, pour former avec le métal le composé appelé carbure de fer par les chimistes, et fonte dans les usines et dans les arts, puis en enlevant le carbone par une opération postérieure.

Dans le premier procédé, on produit du fer malléable de qualité fort inégale dans ses diverses parties, et par le second on obtient de la fonte souillée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un très-haut degré par du soufre, du phosphore, de l'arsenic, du silicium, de l'aluminium, du calcium et autres matières étrangères.

Un oxide natif pur, ou un carbonate également pur de fer, sont seuls capables de produire un métal pur propre à être converti en bon acier; mais ce minerai pur a été jusqu'ici détérioré, et on en a fait baisser le titre en y mélangeant des matières terreuses alcalines ou salines connues sous le nom de flux, erbue, castine, etc., qu'on y ajoute dans le but de favoriser la réduction du métal et de le protéger, lorsqu'il est réduit, de l'influence oxidante de l'air injecté par la soufflerie.

Après une série considérable d'expériences, M. Heath annonce qu'il s'est convaincu que les flux terreux ne sont pas nécessaires.

M. Heath commence son opération en chargeant son fourneau petit à petit avec du coke, du charbon de bois ou autre combustible convenable, et laissant la tuyère ouverte afin que la flamme du combustible, poussée par le vent de la soufflerie, puisse jouer librement dans toutes les directions, et amener tout l'intérieur du fourneau à un état uniforme d'incandescence.

Lorsque son fourneau est parvenu à cet état, il ferme la tuyère et charge avec 10 kilog. de minerai pour chaque 100 kilog. de combustible. Le fourneau est chargé dans cette proportion pendant 11 heures, au bout desquelles on coule en gueuse, en saumons ou en plaques.

Après cette première coulée de fonte, on ajoute du minerai à raison de 25 kilog. par 100 kilog. de combustible pendant une seconde période de 12 heures, au bout de laquelle on fait une seconde coulée.

Celle-ci opérée, on ajoute du minerai à raison de 30 kilog. par 100 kilog. de combustible pendant une troisième période de 12 heures, et de même en augmentant successivement, et par périodes de 12 heures, la quantité de minerai de 5 p. 0/0 du poids du combustible, jusqu'à ce que la proportion de ce minerai s'élève à environ 65 ou 70 p. 0/0.

En procédant ainsi, et en n'alimentant le fourneau qu'avec du minerai amené à la grosseur d'un pois ou à peu près, mais qui n'a pas été grillé, on trouve, si le fourneau a été bien conduit, qu'on obtient environ 50 kilog. de fonte de fer pour 100 kilog. de combustible consommé.

Pour convertir ce carbure de fer ou cette fonte en acier d'un degré quelconque de dureté, on le fond dans un fourneau avec du coke ou autre combustible; mais, dans tous les cas, on n'emploie en combustible que la quantité rigoureusement nécessaire pour fondre le fer, et pour que l'oxigène du vent du soufflet brûle la majeure partie du carbone que renferme le carbure, tandis que les dernières proportions de ce carbone seront chassées à l'aide des battitures de fer métallique, ou des oxides de fer ou de manganèse.

Pour produire de l'acier fondu de qualité supérieure avec de la fonte pure, on introduit dans le fourneau du sesquioxide ou du peroxide de manganèse chauffé préalablement, dont la quantité n'excède pas 5 p. 0/0. On n'emploie pas plus de combustible que le soufflet ne peut en convertir en acide carbonique, autrement l'excès de la matière carbonifère désoxiderait le manganèse, annulerait son action décarburante sur la fonte, et empêcherait par conséquent le métal de se réduire à l'état de sous-carbure qui constitue l'acier.

Dans quelques circonstances on peut se servir, pour opérer la décarburation, d'une portion de minerai de chrôme n'excédant pas 5 p. 0/0.

Lorsque la décarburation est parvenue dans le fourneau au point convenable, il faut faire évacuer le métal aciéreux, et le couler dans des moules ou lingotières de fer.

Actuellement il convient de convertir les lingots ainsi produits en acier de tel degré de douceur qu'on désire par un autre procédé de décarburation, qui consiste à stratifier lesdits lingots avec du peroxide de fer, ou du peroxide de manganèse, sans addition de charbon, dans un fourneau à cémenter l'acier, doublé en feuilles de tôle, s'il est construit en briques ou en pierre, pour s'opposer à l'action des peroxides sur la pierre ou la brique des parements du fourneau.

Dans cet état, ces lingots sont soumis à une chaleur de cémentation pendant un certain temps, proportionné pour la durée à la douceur qu'on veut donner au métal.

M. Heath améliore la qualité de son fer malléable ou en barres en ajoutant aux gueuses, aux saumons ou aux plaques de fer, dans le four à puddler, et pendant qu'ils sont en fusion, de 1 à 5 p. 0/0 ou à peu près d'un oxide pur de manganèse, et en donnant la préférence au sesquioxide.

Il fabrique aussi une qualité supérieure d'acier fondu en mettant dans un creuset des barres d'acier poule ordi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naire brisé en morceaux, avec de 1 à 3 p. 0/0 de leur poids de carbure de manganèse, et en exposant le creuset à une chaleur convenable pour fondre les matériaux qui, lorsqu'ils sont liquéfiés, sont coulés en lingots comme à l'ordinaire.

IV. L'opération à laquelle on donne le nom de puddlage consiste, comme chacun sait, à introduire dans des fours la fonte affinée, où on la fait ramollir, et à la ramasser en balles ou loupes qu'on passe ensuite aux cylindres pour en former des barres de fer malléable.

Cette opération est exécutée ordinairement par des hommes qui se servent d'une longue barre ou râble, et agitent continuellement le fer dans le four, jusqu'à ce que tout le métal, étant devenu homogène, se laisse rouler en balles, comme une sorte de matière plastique.

Il faut considérablement de soins et d'adresse et une attention de tous les moments pour conserver une chaleur bien uniforme, et pour opérer le puddlage avec succès et complétement sur toute la masse qui a été introduite dans le four. Ces difficultés ont posé des limites à la dimension des fours à puddler, et si on voulait traiter une plus grande quantité de fer en une seule opération, indépendamment de la chaleur intense qui résulterait d'une masse plus considérable, on rencontrerait en outre des obstacles insurmontables pour les ouvriers.

M. C. Schafhault a proposé, il y a quelque temps, au lieu d'employer des hommes à l'opération laborieuse et fatigante du puddlage du fer dans des fours, de faire mouvoir les outils à puddler ou les râbles par une machine.

Il est indispensable que le râble ait un mouvement uniforme alternatif dans des directions horizontales, à travers la masse de fer. Cet effet est obtenu en passant le manche du râble à travers un petit trou dans le four, et en appliquant une force motrice à son extrémité libre, comme à un levier. Pour que ce levier fonctionne d'une manière plus convenable, on le fait mouvoir sur une broche verticale, qui lui sert de point d'appui et de centre de rotation; et enfin, pour avoir la faculté de le sortir du four ou de l'y introduire, il est monté sur un cadre à coulisse, qu'on fait avancer ou reculer par des moyens mécaniques, qu'il est facile d'imaginer.

M. Schafhault, en agrandissant les dimensions des fours à puddler et la masse de matière qu'il y traite en une seule fois, a jugé en même temps qu'on éprouverait plus de difficulté pour répartir bien également la température, et c'est pour cela qu'il a établi sous ses fours divers registres qui lui permettent de la conduire et de la régulariser.

V. Dans la méthode ordinaire pour fabriquer le fer malléable, le minerai est d'abord fondu dans de hauts-fourneaux, et le produit, qu'on nomme gueuse, est soumis à l'opération du finage, puis à celle du puddlage.

Dans quelques circonstances, on s'est dispensé du finage, et la fonte brute ou crue, portée aux fours à puddler, y a été ramollie, puddlée et amenée à l'état de balle ou loupe comme avec la fine-métal ordinaire.

D'autres fois, on a produit du fer malléable directement dans le four à puddler, en y conduisant la fonte encore fluide, et telle qu'elle coule des hauts-fourneaux; enfin, dans d'autres cas, on a fait couler cette fonte dans les fourneaux de finerie, puis on l'a puddlée à la manière ordinaire.

Ces divers modes sont, à ce qu'il paraît, en usage en France et en Angleterre; mais l'expérience n'a pas encore prononcé sur leur mérite respectif, ou sur les circonstances où ils sont applicables avec avantage.

Quoi qu'il en soit, on sait qu'en introduisant de la fonte brute, soit sous forme de fragments de gueuses qu'on a brisées, ou sous celle de matière en fusion sortant des hauts-fourneaux, et en donnant à cette matière un état pâteux et la puddlant dans un seul et même four, le degré de chaleur nécessaire pour amener la fonte à cet état est si élevé, que la sole et les parois des fours sont promptement détruits, à moins que cette sole et ces parois ne soient garanties par une couche de scories, ou autre matière capable de résister à cette haute température.

On a déjà fait l'essai d'un très-grand nombre de substances pour garnir la sole et les parois du four, quand on veut ainsi produire du fer malléable avec de la fonte brute des hauts-fourneaux; et parmi toutes celles ainsi mises à l'épreuve, ce sont les scories des fours à puddler, dans lesquels on passe les produits des fineries, qui ont le mieux réussi.

Mais il est évident que, lorsqu'on se dispense du finage, la production de ces scories dans le puddlage de ce fer brut devient plus rare; que ces scories sont, en conséquence, d'un prix plus élevé, et qu'on a dû chercher d'autres moyens de construire les fours où doit s'opérer le ramollissement et le puddlage, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils résistent à la haute intensité de la chaleur produite.

Les matériaux qu'on a proposé de substituer aux scories du puddlage des fers de finerie pour parvenir à ce but, ont été principalement les scories brutes qu'on obtient au puddlage des fontes crues, mais sans toutefois en retirer d'avantage. Ces scories, auxquelles on donne en Angleterre le nom de *tap-cinder*, auraient, à ce qu'il paraît, pour que leur emploi devînt profitable et efficace, besoin d'une preparation.

Cette préparation des *tap-cinders* consiste, dit-on, à les soumettre à un rôtissage, qui permet de les appliquer ensuite avec profit à la fabrication accélérée dans les fours à puddler du fer malléable avec la fonte crue. Ces scories, d'ailleurs, dans cet état, sont d'autant plus avantageuses et économiques, que jusqu'ici on ne leur avait trouvé aucun emploi.

Le four dans lequel on soumet les scories au rôtissage ressemble à celui ou l'on cuit la brique. Il est triangulaire, et sur chacun de ses deux grands côtés on compte quatre à cinq foyers avec leurs grilles, et sur les petits côtés des ouvertures pour opérer les chargements, ouvertures qu'on clôt ensuite avec des briques et de l'argile.

La manière de rôtir ces scories, que nous ne décrirons pas en détail, consiste à les chauffer, sous l'influence d'un courant d'air, jusqu'à ce qu'elles paraissent sur le point d'entrer en fusion, et à laisser tomber le feu, puis à recommencer à les chauffer et à les arrêter au même point, ainsi de suite pendant plusieurs jours. Peu à peu, ces scories, avant de manifester les signes précurseurs de la fusion, résistent à une température de plus en plus élevée, qu'on finit par porter jusqu'au plus haut degré qu'on puisse produire.

Il faut, dit-on, douze à quatorze jours alternatifs de feu et de refroidissement pour donner à ces scories le plus haut point d'infusibilité qu'elles puissent atteindre. Le plus simple ouvrier peut sans peine conduire et amener à bonne fin cette opération.

Quand elle est terminée, on laisse refroidir ces scories, on les pulvérise, et on en garnit la sole et les parois des fours, qui non-seulement alors sont en état de résister d'une manière soutenue à une haute température, mais qui, de plus, opèrent la transformation de la fonte crue en fer malléable avec moins de déchets.

(*La suite au prochain numéro.*)

Mémoire sur les couperoses du commerce.

Par M. F. Preisser, professeur de physique et de chimie à l'école normale primaire de Rouen.

L'Académie royale des sciences de Rouen avait proposé, pour sujet de prix de 1859, la question suivante :

« Établir la différence chimique qui existe entre les sulfates de fer du commerce, particulièrement entre ceux que l'on extrait des pyrites et terres pyriteuses, et ceux que l'on obtient directement de la combinaison du fer, de l'acide sulfurique et de l'eau. On devra non-seulement indiquer cette différence par rapport aux diverses quantités d'acide sulfurique, d'oxide de fer et d'eau, qui entrent dans la composition de ce sel, mais examiner s'il n'est pas parfois mélangé et combiné avec des substances étrangères, provenant des matières employées à sa préparation, et, supposant ce fait démontré, déterminer quelle doit être l'influence de ces substances dans les différents emplois du sulfate de fer, tels que le montage des cuves d'indigo, la préparation des mordants, les différentes teintures, afin de connaître positivement si la préférence accordée au sulfate de fer de certaines fabriques est fondée et justifie successivement la grande élévation de son prix, ou si elle tient seulement à un préjugé, comme cela a lieu pour les aluns de Rome à l'égard de ceux de France.

En supposant toujours qu'il existe dans le sulfate de fer des corps étrangers, rechercher des moyens faciles et économiques pour les en séparer, ou pour en neutraliser les mauvais effets, et tels que les sulfates de fer les moins estimés, étant traités de cette manière, présentent des résultats aussi avantageux que les autres, et sans que le prix en ait été beaucoup élevé. »

Les couperoses de France comprennent :

1° Les couperoses de Picardie ;
2° Les couperoses de Forges ;
3° Les couperoses de Paris ;
4° Les couperoses de Honfleur.

Toutes ces couperoses sont impures. Les substances qu'on y rencontre le plus fréquemment sont :

Un excès d'acide, du sulfate ferrique, des sels de zinc, de manganèse, d'alumine (alun), de magnésie, de cuivre.

Les couperoses de Picardie sont fort nombreuses. On connaît surtout dans le commerce les variétés suivantes :

Couperose de Noyon O, Noyon OC,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Noyon R, Mairancourt O, Mairancourt PS, de Saint-Urcel CF, de Montatère.

Voici leurs caractères distinctifs :

Couperose Noyon O. — Elle est en petits cristaux entremêlés de fragments brunâtres, presque en poudre. Elle est d'un vert-pâle, très-efflorescente; elle a beaucoup de ressemblance avec la couperose de Honfleur. Sa saveur est atramentaire; elle rougit le papier de tournesol, et a une légère odeur de mélasse. C'est à celle-ci qu'il faut rapporter la couleur d'un brun foncé dont certains cristaux sont revêtus. Prix : 9 fr. les 100 kilog.

Couperose Noyon OC. — Elle se présente en cristaux d'un vert clair, entremêlés d'un grand nombre de fragments plus foncés. Elle est moins efflorescente que la précédente; elle rougit fortement le papier de tournesol; son odeur est peu prononcée; ses cristaux sont colorés artificiellement par la noix de galle.

Couperose Noyon R. — Elle est en beaux cristaux d'un vert d'eau bleuâtre, sans mélange de petits fragments. Ces cristaux sont transparents, très-peu efflorescents, légèrement humides. On ne remarque pas sur cette couperose les taches d'un brun-noir qui existent sur les cristaux des espèces précédentes. Son odeur est nulle, elle rougit assez fortement le papier de tournesol; elle n'est colorée ni par la mélasse, ni par la noix de galle. Prix : 12 fr. les 100 kilog.

Couperose Mairancourt O. — Elle est en petits cristaux d'un vert clair, tachés de brun par la noix de galle; elle n'a pas d'odeur de mélasse. Prix : 10 fr. les 100 kilog.

Couperose de Mairancourt PS. — C'est, pour ainsi dire, une poudre mélangée de petits fragments de cristaux. Elle a une couleur d'un vert foncé sale, tachée çà et là de brun; elle est très-humide et imprégnée de mélasse; elle est très-acide; c'est pour cela qu'elle attire si fortement l'humidité atmosphérique. Prix : 8 fr. les 100 kilog.

Couperose Saint-Urcel CF. — Elle se présente en petits cristaux mélangés de poudre. Les cristaux sont d'un vert foncé, très-humides, tachés de noir, très-acides, d'une odeur très-prononcée de mélasse. Prix : 12 fr. 50 c. les 100 kilog.

Couperose Montatère. — Elle est en cristaux d'un vert clair, légèrement affleurée, sans aucune tache brune, sans odeur sensible. Prix : 11 à 12 fr. les 100 kilog.

Couperose de Honfleur. — Elle se présente en cristaux d'un vert clair, mélangés de petits fragments plus foncés, offrant çà et là des taches d'un brun foncé; elle rougit fortement le tournesol, et a une légère odeur de mélasse. Cette couperose, quoique n'ayant pas une belle apparence, est une des plus pures du commerce. Elle a une valeur de 14 à 15 fr. les 100 kilog.

Couperose de Paris. — Elle est en petits cristaux d'un vert brun foncé, entremêlés de cristaux d'un vert clair et transparent; elle est très-acide, et par cela même constamment humide; elle est recouverte d'une légère couche de mélasse.

On distingue à Paris les *couperoses de fabrique*, obtenues par une première cristallisation, et les *couperoses de refonte*, qui sont les précédentes cristallisées de nouveau. Elles ont une valeur de 12 à 13 fr. 50 c. les 100 kilog.

La *couperose de Forges* est la plus estimée dans le commerce. On la partage en *menu sel* et en *couperose de refonte*. Cette dernière est en gros cristaux d'un vert émeraude assez foncé, se recouvrant très-facilement de taches ocreuses. Elle n'est que très-peu acide et n'a aucune odeur. La couperose de Forges est beaucoup plus chère que les autres espèces. Les cristaux coûtent de 27 à 28 fr. les 100 kilog., et le menu sel de 23 à 24 fr.

Dans le tableau suivant on a réuni les résultats des analyses des diverses espèces de couperoses de France. On pourra mieux apprécier les différences qu'elles présentent dans leur composition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition des couperoses de France.

	COUPE-ROSE Noyon O.	COUPE-ROSE Noyon OC.	COUPE-ROSE Noyon R.	COUPE-ROSE Maican-court O.	COUPE-ROSE Mairan-court PS.	COUPE-ROSE Saint-Urcel CF.	COUPE-ROSE Monta-tère.	COUPE-ROSE de Hon-fleur.	COUPE-ROSE de Paris.	COUPE-ROSE de Forges.
Eau de cristallisation. . . .	46,250	47,12	47,82	47,18	48,00	46,40	46,16	46,00	46,80	46,28
Acide en excès						2,70	0,90	2,04	3,48	
Sulfate ferreux	44,050	44,81	45,81	41,02	40,04	42,04	44,92	48,30	47,90	47,60
Sulfate ferrique.	3,404	1,61	1,10	3,08	2,91	3,18	3,11	1,46	0,60	1,85
Sulfate ferrique insoluble	0,584	0,48	0,11	0,81	0,08	0,08	0,08	0,10	0,60	0,95
Sulfate cuivrique.	0,820	1,24	0,99	3,12	3,19	1,90	0,85	traces.	traces.	0,35
Alun.	4,031	4,»	2,72	4,09	5,44	2,62	3,09	»	»	2,12
Sulfate manganeux. . . .	traces.	0,12	»	0,18	»	traces.	0,08	0,50	»	»
Sulfate calcique.	»	»	0,08	»	0,12	traces.	»	»	»	traces.
Sulfate zincique.	»	»	»	0,11	»	»	traces.	»	»	traces.
Perte.	0,841	0,32	1,17	0,41	0,22	0,88	1,01	1,66	1,00	0,85
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

On voit par ce tableau,

1° Que les diverses couperoses de France sont bien loin d'avoir la même composition ;

2° Que les couperoses les moins impures sont celles de Honfleur, de Paris, de Forges, de Noyon R, de Saint-Urcel;

3° Que les couperoses les plus acides sont celles de Paris, de Honfleur, de Saint-Urcel;

4° Que celles qui renferment le plus d'alun sont celles de Mairancourt O, Mairancourt PS, Noyon O, Montatère;

5° Enfin que les couperoses de Saint-Urcel, de Noyon O, de Mairancourt O, de Mairancourt PS, renferment beaucoup de sulfate ferrique soluble et de sulfate de cuivre.

Il suit de là :

1° Que les couperoses acides de Paris, de Honfleur, de Saint-Urcel, ne conviennent pas pour le mordançage des cotons et des tissus à cause de l'action nuisible de l'acide sulfurique sur la fibre ligneuse.

Les couperoses de Forges, les couperoses impures de Noyon et de Mairancourt peuvent au contraire parfaitement bien servir à cet usage ;

2° Que les petites couperoses impures de Noyon et de Montatère renfermant des sels de cuivre et du sulfate ferrique sont impropres à la préparation des cuves d'indigo. Le sulfate de cuivre a, comme on sait, la propriété d'oxigener l'indigotine blanche; ce sel, ainsi que le sulfate ferrique, précipiterait donc une certaine quantité d'indigo au fond de la cuve, et occasionnerait ainsi des pertes plus ou moins graves ;

3° Que les couperoses de Paris et de Honfleur conviennent parfaitement pour dissoudre l'indigo. Ces sels ne pèchent que par leur grande acidité; leur excès d'acide se trouve neutralisé par la chaux de la cuve ;

4° Enfin que rien ne justifie la grande différence de prix qui existe entre les couperoses de Forges et les autres espèces. En effet, les couperoses de Paris et de Honfleur sont aussi bonnes pour les cuves, et celles de Noyon R, de Montatère et plusieurs autres encore, conviennent parfaitement bien pour le mordançage et la préparation gris olive employée en teinture.

Dans un autre mémoire on s'occupera des couperoses étrangères.

Inventions récentes pour le tannage des peaux.

L'art de convertir les peaux en cuir, qui est resté longtemps stationnaire, paraît depuis quelque temps avoir pris un nouvel essor ; nous allons faire connaître quelques perfectionnements qui ont été proposés tout récemment, et nous les accompagnerons de quelques observations pour en mieux faire comprendre l'utilité.

1° On sait que dans le mode de tannage dit à la flotte, qu'on doit à l'Anglais Macbride, et dont Seguin a fait la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus heureuse application, les peaux préalablement gonflées sont plongées dans une infusion de tan, au lieu de les mettre en fosse comme dans le tannage ordinaire.

Dans ce mode, qui est fort usité en Angleterre, on s'est aperçu que la seule immersion des peaux dans l'infusion de tan, quelles que soient les précautions apportées d'abord aux opérations préparatoires, resserrait tellement la surface des peaux que la pénétration du principe tannant avait difficilement lieu à l'intérieur.

On a cherché à remédier à ce grave inconvénient en fermant les cuves ou fosses dans lesquelles les peaux sont soumises à l'infusion aussi hermétiquement que possible, et en exerçant sur cette infusion une pression hydrostatique ou pneumatique, qui force la liqueur à pénétrer alors dans les pores de la peau et jusqu'à l'intérieur. Ce moyen paraît avoir réussi, et on l'a appliqué de diverses manières au tannage à la flotte.

Parmi les divers moyens qui ont été proposés pour opérer cette pénétration de l'infusion dans la peau, et pour accélérer et compléter le tannage, il en est un qui paraît être en vogue actuellement en Angleterre, et qui consiste à réunir les peaux deux à deux en les pinçant par leurs bords entre des châssis ou des presses, et à en former ainsi des espèces de sacs dans lesquels on verse l'infusion de tan qu'on soumet ensuite à une pression hydraulique ou qu'on place dans un appareil pneumatique pour forcer l'infusion à traverser les pores de la peau et provoquer dans toutes les parties la combinaison du tannin qu'elle tient en dissolution avec la gélatine animale.

Ce procédé a donné lieu à une grave objection. En effet, il est évident que la pression doit avoir pour effet de distendre et d'étirer les peaux, d'en disjoindre les fibrilles qui les composent, et par conséquent de les affaiblir considérablement, puisqu'elles ne sont maintenues en définitive que sur leurs bords seulement par les châssis qui les pincent; or, il est bien facile de voir que cette distension est éminemment nuisible pour les cuirs, et qu'il faudrait infiniment mieux leur donner de la densité que de les affaiblir ainsi.

Du reste, cette opération devient encore bien autrement préjudiciable aux peaux lorsqu'elles présentent quelques endroits faibles, et, tout compte fait, on a trouvé que les avantages qu'offrait le procédé étaient plus que balancés par les défauts qu'il présente.

Depuis que ce procédé a été essayé et que les défauts qu'on vient de signaler l'ont fait échouer, on en a proposé un autre moins préjudiciable peut-être aux cuirs, mais contre lequel on peut élever la même objection que pour le précédent, c'est-à-dire une distension des peaux sous les effets de la pression hydrostatique. En effet, on a imaginé de soutenir les parois extérieures de ces peaux pincées et formant des sacs avec des barres de fer ou de bois espacées entre elles. On supposait que ces barres s'opposeraient aux effets nuisibles de la pression, mais on voit aisément que par ce moyen les peaux ne sont soutenues que partiellement et que toutes les portions qui ne portent pas sur les barres ne sont pas aussi efficacement soumises à l'action de l'infusion de tan; et enfin, quoiqu'il ait été proposé de faire varier successivement la position des barres sur les peaux, pour que la liqueur agisse également sur toute leur surface, on n'a pu parvenir à obtenir ainsi de l'uniformité dans toute l'étendue des pièces, ce qui a démontré que le procédé était en définitive imparfait.

Un des plus habiles tanneurs de Bristol, M. W.-H. Cox, a cherché à remédier à ce défaut, et pour cela il assujettit ou coud plusieurs peaux ensemble, de manière à en former aussi des sacs dans lesquels on verse l'infusion de tan; mais en même temps il soutient les parois de ces peaux au moyen d'enveloppes d'un tissu de matières fibreuses, qui, tout en s'opposant à la distension des peaux, permet aussi à l'infusion, qui sous l'influence de la pression suinte à travers les pores de ces peaux, de s'écouler librement, et il fait choix d'un tissu qui, se prêtant aisément à la figure des peaux, s'oppose à ce que l'une quelconque de leurs parties éprouve une pression supérieure à une autre.

Le tissu que l'expérience lui a indiqué comme le plus propre à remplir ce but, est un gros canevas à texture ouverte qui présente un appui suffisamment résistant sur toute l'étendue des peaux, et un libre passage à l'infusion après qu'elle a traversé le cuir.

Pour opérer de cette manière, on prend une peau qui a déjà été passée dans une infusion faible, afin de la mettre en état de recevoir une infusion forte et de prendre une belle couleur. On en coud les bords avec soin avec du fil bien ciré et à couture rabattue pour en former un sac en laissant une petite ouverture à l'une des extrémités pour y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

introduire l'infusion de tan. Si on découvrait quelques trous à la peau, on aurait soin d'y faire une reprise. Lorsque le sac est formé et est devenu ainsi parfaitement étanche, on le suspend pour y verser l'infusion.

M. Cox préfère mettre le côté de la chair en dedans, parce que cette face est plus propre à recevoir avec facilité la liqueur tannante.

Les peaux ainsi transformées en sacs sont alors suspendues par un crochet à une certaine distance du sol, et on établit au-dessous d'elles des gouttières destinées à recevoir l'infusion qui suinte à travers leurs pores et s'écoule en gouttelettes qu'on réunit et conduit dans des cuves ou fosses établies à cet effet. Alors on enveloppe chaque sac avec un canevas commun sur les bords duquel on a ménagé des œillets qui servent à le lacer avec une ficelle pour que chaque canevas porte partout sur la surface du sac, et lui présente dans tous ses points un appui également résistant.

Le sac que forme la peau est alors rempli d'infusion de tan qu'on y amène par le tuyau d'un réservoir où elle est contenue, et pour que l'opération marche avec célérité, tout est arrangé pour avoir ainsi un grand nombre de sacs disposés sur un seul rang. Un tuyau qui a la même longueur que ce rang est pourvu du nombre convenable de branchements ou tubes d'alimentation propres à remplir chaque sac avec l'infusion; ces branchements sont pourvus d'un robinet pour faire couler ou arrêter le jet de l'infusion à volonté.

Chaque branchement destiné à alimenter un sac avec l'infusion, pénètre dans celui-ci par le sommet, et la peau est liée fortement autour de son ouverture pour empêcher l'introduction de l'air. Chaque sac, en outre, porte un petit robinet au sommet qu'on ouvre pendant l'introduction de l'infusion, pour chasser l'air intérieur.

Le tuyau d'alimentation étant ainsi inséré et ficelé à la partie supérieure du sac, la pression de l'infusion du tan sera proportionnelle à la hauteur de la colonne de cette infusion dans le réservoir. Cette pression étant calculée convenablement, la liqueur passera à travers les pores de la peau, et produira un tannage prompt et rapide. Les pertes de liquide qui ont lieu par le suintage ou les infiltrations sont aisément compensées par le liquide contenu dans le réservoir.

Le temps nécessaire pour compléter l'opération dépend de la nature, de l'épaisseur et de la qualité des peaux, et peut-être encore de quelques autres causes semblables à celles que l'on rencontre communément dans le tannage; mais toute personne qui aura des connaissances dans cette partie reconnaîtra facilement le moment où elle aura atteint le but désiré.

Lorsqu'on juge que les peaux sont suffisamment tannées, on fait un trou au fond du sac en coupant une des coutures, on laisse écouler l'infusion, on ouvre la peau, on l'étend, on fait sécher, et on termine par les moyens ordinaires.

2° Quelques tanneurs anglais ont cru remarquer que lorsque la pression qu'on exerce sur le liquide n'avait lieu que dans un seul sens, le tannage n'avait pas toujours l'uniformité et l'égalité que l'on doit rechercher dans les cuirs, et on a cru qu'il serait utile de donner cette pression tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

Le seul appareil que nous connaissions et qu'on ait encore annoncé comme destiné à remplir ce but est celui pour lequel M. M. Poole vient de prendre une patente, mais qui nous paraît impropre à cet objet, et susceptible de nombreux perfectionnements. M. Poole n'a disposé son appareil que pour les peaux traitées par le tan ou le mode ordinaire, quoiqu'il soit évident qu'on peut également l'appliquer aussi au tannage à la flotte.

Avant de donner une idée de l'opération, nous allons présenter la description sommaire de l'appareil.

PLANCHE V, fig. 1re est une vue en élévation de l'appareil.

fig. 2. Plan du même appareil.

La cuve ou fosse dans laquelle les peaux qu'il s'agit de tanner sont placées est en bois et cerclée en fer. Le couvercle dont elle est coiffée est assujetti par des traverses retenues par des étriers de fer qui le serrent plus ou moins au moyen de boulons à écrous qui en rendent la clôture hermétique.

La figure 3 représente en élévation, et la figure 4 en plan une autre cuve de cette espèce tout en fer, dont le couvercle est fixé sur des collets par des boulons à vis. Sous tous les autres rapports, cette cuve offre matériellement les mêmes détails que celle des fig. 1 et 2, et les lettres, dans l'une comme dans l'autre, désigneront les mêmes objets dans la description que nous allons en donner.

a et *b* soit deux robinets dont on indiquera l'usage, et *c* un tuyau d'alimentation dont la hauteur détermine la pression que l'infusion liquide exercera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur les peaux, et qui communique avec les parties haute et basse de la cuve. L'infusion pénètre par la partie inférieure en ouvrant le robinet *d*, et par la partie supérieure en ouvrant celui marqué *d'*.

La fig. 5 fait voir un autre appareil semblable aux précédents, mais qui en diffère par le moyen employé pour obtenir la pression. Ici, au lieu d'exercer celle-ci par une colonne de liquide d'une certaine hauteur, on fait usage d'un piston. Dans ce cas, la fosse ayant été remplie de liquide par le tube *c*, on ferme le robinet *e*, et on fait descendre le piston *f* en manœuvrant une vis ou tout autre moyen mécanique, et en réglant la pression avec la soupape à levier et à poids *g*.

Quel que soit l'appareil qu'on adopte, voici en peu de mots comment on opère. On enlève le couvercle, et la cuve étant vide, les peaux, convenablement préparées, y sont déposées comme à l'ordinaire, avec des couches de poudre de tan; puis, à mesure qu'on les dépose, on fait arriver une certaine quantité de liquide pour chasser tout l'air interposé, mais pas en assez grande quantité néanmoins pour atteindre l'ouvrier qui opère le chargement.

Lorsque la fosse est complétement chargée, on assujettit le couvercle, on fait monter le liquide qui chasse l'air devant lui par le robinet *a*, et jusqu'à ce qu'il reflue par son ouverture; on ferme alors celui-ci, et l'appareil est monté.

L'opération se conduit en ouvrant et fermant alternativement les robinets *d* et *d'*, afin de changer la direction de la pression qu'exerce la solution de tan. On continue de cette manière jusqu'à ce que le tannage soit complet, ce dont on s'assure en ouvrant de temps à autre la fosse.

Cet appareil, avons-nous dit, ne remplit pas le but proposé, car, suivant la loi de Pascal, dès qu'on exerce une pression dans un point quelconque d'un liquide renfermé dans un vase hermétiquement clos, cette pression se répartit également sur tous les points du liquide, peu importe que ce point soit placé en haut, en bas, sur les parois ou au centre. Or, en donnant une certaine pression dans l'appareil de M. Poole, on fait bien pénétrer le liquide chargé des principes du tan dans les pores de la peau, mais il est évident qu'il n'y a pas déplacement de ce liquide quand on change la position du point où cette pression s'exerce.

Pour opérer le passage de l'infusion à travers les peaux, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, il faudrait qu'il y eût alternativement excès de pression d'un côté des peaux et vide partiel de l'autre. Ainsi, on pourrait former avec des peaux des sacs qu'on maintiendrait gonflés par des formes en bois insérées à l'intérieur, puisqu'on placerait dans des appareils où l'infusion serait d'abord versée en dedans, et soumise à la pression, tandis qu'on ferait un léger vide par dehors, puis réciproquement où le vide se ferait en dedans et la pression en dehors.

On pourrait encore ranger dans des appareils des séries de peaux pincées par leurs bords et soutenues par des châssis, et à travers lesquelles on forcerait le liquide à traverser tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, avec des pompes, des colonnes liquides, etc.

3° Un mode de tannage à la flotte qui paraît avoir été accueilli très-favorablement, est celui qu'a proposé l'an dernier M. Herepath, et dans lequel il s'est proposé d'opérer, dans un temps donné, une absorption plus prompte des principes de l'infusion de tan en soumettant tour à tour les peaux à des agents mécaniques qui en expriment les infusions en grande partie épuisées, et en leur faisant absorber des infusions fraîches. Voici comment l'inventeur lui-même a décrit son procédé.

Après que les peaux en vert ont passé par toutes les préparations préliminaires, comme le débourrage ou dépilage, l'affranchissement, l'écharnement et grainage, on en prend un certain nombre proportionné à la capacité de la fosse, et on les coud ensemble bout à bout, ainsi qu'on le voit dans la fig. 6, ou sur la longueur, comme le montre la fig. 7, en ayant soin, dans le premier cas, d'unir les peaux tête contre tête et queue contre queue, et dans le second, de les opposer de tête en queue afin d'en former une toile aussi droite que possible.

Ainsi réunies, ces peaux sont portées dans un appareil dont les fig. 7 et 8 donneront une idée suffisante. La fig. 7 est une coupe transverse de cet appareil, et la fig. 8 une autre coupe transverse suivant la ligne AB de la fig. 7 et perpendiculaire à la première.

Dans ces figures DD est un rouleau de bois porté sur des montants FF. Ce rouleau s'étend sur toute la largeur du sommet de la fosse qui renferme la liqueur tannante. Sur le tourillon prolongé de ce rouleau, on a fixé une roue dentée G dans laquelle engrène un pignon H monté sur un arbre 1, lequel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte une poulie avec sa courroie qui lui communique, comme à l'ordinaire, le mouvement que celle-ci reçoit d'une machine à vapeur ou d'un moteur quelconque.

Les montants FF soutiennent également à leur sommet deux leviers de pression à poids LL auxquels est suspendu un second rouleau E d'une dimension plus faible que D. En ajustant les poids de ces leviers, suivant le degré de pression qu'on veut produire, le rouleau E presse avec plus ou moins de force sur le rouleau inférieur D et lui emprunte son mouvement de rotation. Le rouleau D est d'un diamètre plus grand que le rouleau E, dans le rapport de 10 à 6; mais ces proportions peuvent varier suivant le besoin.

Une des extrémités de la toile formée par les peaux est ensuite amenée sur le rouleau D, là elle est cousue avec l'autre extrémité, de manière à former une toile sans fin. Alors on fait tourner ce rouleau D par les moyens décrits, et cette toile sans fin circule avec une vitesse d'environ 2 mètres par minute; dans cette circulation elle part de la fosse, passe entre les rouleaux où elle se trouve exprimée par la pression du rouleau E, et en partie dépouillée de la liqueur épuisée, puis elle redescend dans la fosse les pores ouverts et disposée à absorber une nouvelle quantité de la liqueur tannante.

Un enfant est placé devant la toile sans fin, dans l'endroit où elle sort de la fosse, comme on le voit fig. 8, afin de la tendre sur la largeur, et qu'elle ne fasse aucun pli au moment où elle va s'engager sous les rouleaux. On a trouvé qu'un seul enfant peut ainsi surveiller aisément deux fosses adjacentes ou paires de rouleaux.

En soumettant ainsi les peaux à des submersions et à des expressions alternatives, on a reconnu d'un côté que le tannin nécessaire pour entrer en combinaison avec la gélatine et la fibrine afin de convertir les peaux en cuirs, saturait beaucoup plus promptement et avec plus d'économie de matière tannante, que par les moyens actuellement en usage, tandis que de l'autre, les cuirs ainsi produits se sont trouvés résister beaucoup plus longtemps à l'humidité que les meilleurs cuirs forts ordinaires.

Les fosses dont on se sert sont celles dont on fait usage partout; mais on propose de leur donner un fond de la forme d'un demi-cylindre afin que la toile sans fin puisse s'y disposer et y être manœuvrée avec plus de facilité.

On peut placer aussi les rouleaux en totalité ou en partie dans la liqueur, ou bien ne se servir que d'un seul rouleau, le poids de la toile étant suffisant pour exprimer assez fortement la liqueur imbibée, mais on croit qu'il y a plus d'avantage à faire usage de deux rouleaux ainsi qu'on l'a indiqué ci-dessus. On pourrait aussi en employer plusieurs pour rendre l'expression plus complète.

Il est bien certain que cette méthode donne de la densité aux cuirs, qu'elle accélère le tannage, qu'elle économise le principe tannant; seulement nous croyons qu'il conviendrait de ne pas laisser retomber dans la fosse le liquide qu'on exprime des peaux, mais de le faire écouler dans d'autres fosses où on passerait les peaux en première eau, en réservant, pour les cuirs déjà avancés, les solutions fortes ou concentrées qui ne s'affaibliraient plus ainsi successivement et en raison inverse des progrès du tannage.

Il pourrait bien se faire néanmoins que cette pression répétée des cylindres donnât promptement aux peaux une densité telle qu'elle s'opposât aux progrès ultérieurs du tannage. Les cuirs aussi doivent perdre en partie leur souplesse et leur élasticité, quoique le passage et l'enroulement fréquents sur les cylindres doivent leur rendre en partie ce que la pression peut leur faire perdre sous ce rapport. C'est à l'expérience à prononcer sur ces deux circonstances dans l'application de ce procédé.

4° On remarquait à l'exposition des produits de l'industrie de 1839 un assez grand nombre de peaux et cuirs de bonne qualité, et tannés, à ce qu'il paraît, par des procédés plus énergiques et plus accélérés que ceux qui ont été mis jusqu'ici en usage. Les moyens qui ont servi à atteindre ce but, n'ont pas été révélés au public, et il n'y a guère que celui qui a été appliqué par M. Vauquelin dans le bel établissement qu'il a fondé tout récemment, boulevard de l'Hôpital, n° 40, sous le nom de corroierie française, sur lequel il ait transpiré quelques détails.

Dans le procédé de M. Vauquelin, on ne fait usage, si nous sommes bien informés, ni de chaux, ni d'acide, et les peaux de veaux de l'abat de Paris, qui exigeaient six mois pour leur tannage, sont livrées au commerce au bout de quinze à vingt jours, et les autres peaux dans la même proportion. Il paraît qu'on commence d'abord par faire à la vapeur une infusion de tan, et que les peaux, après avoir été elles-mêmes gon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flées et débourrées au moyen de la vapeur, sont placées, dans des cuves, dans l'infusion de tan, où elles sont battues avec force par des pilons, puis mises ensuite dans un tube, où elles achèvent de se pénétrer de la matière tannante. Dans l'établissement de M. Vauquelin, toutes les opérations qu'on fait subir aux cuirs pour les défoncer, les battre à la cuve, les tirer à la paumelle, les étirer, les parer, etc., sont exécutées par des machines mues par la vapeur. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur ce mode ingénieux de tannage, et d'en faire connaître avec plus d'étendue les divers détails.

Nous avons exposé ci-dessus quelques-unes des inventions les plus récentes dans l'art de tanner les peaux des animaux; mais il est présumable que la découverte faite par M. Pelouze, de l'extraction du tannin par des procédés faciles et qui peuvent devenir manufacturiers, a déjà reçu des applications utiles dans cet art. Néanmoins, nous ne sommes pas en mesure d'indiquer les établissements où cette découverte a pu être appliquée, les moyens qu'on a employés à cet effet, ni les résultats qui ont été obtenus; tout a été tenu secret jusqu'ici, et nous ne pouvons présenter de renseignements positifs à ce sujet.

Examen analytique et comparatif des huiles fixes introduites dans le commerce pour les arts et l'économie domestique.

Par M. Fauré (1).

Parmi les principes immédiats des végétaux, l'huile est, sans contredit, l'un de ceux dont l'application aux arts et à l'économie domestique est la plus nombreuse et la plus variée. Aussi, à mesure que son emploi a pris de l'extension, l'industrie agricole a-t-elle redoublé d'efforts pour en augmenter les produits; la culture des végétaux à fruits ou à semences oléagineuses s'est beaucoup accrue, et chaque jour, une huile nouvelle vient encore augmenter la nomenclature déjà si nombreuse de celles existantes.

Mais si tous ces fruits, si toutes ces semences fournissent des huiles dont les principes élémentaires sont les mêmes, il s'en faut de beaucoup qu'elles soient identiques en propriétés. De cette différence dans leurs qualités, il est nécessairement résulté un classement dans les espèces destinées aux mêmes usages, aux premiers rangs duquel on a placé celles qui réunissaient toutes les conditions exigées. Ainsi les huiles d'amandes, d'olives, de lin, de colza, occupèrent et occupent encore, chacune dans leur spécialité, la première place, et à leur suite ont été groupées successivement, et suivant leur mérite et leurs usages, les huiles secondaires et inférieures. Pour trouver un débouché à ces dernières, qui dans quelques espèces sont les plus abondantes, les fabricants ont été obligés d'en baisser graduellement les prix, et néanmoins plusieurs de ces huiles seraient presque bannies de la consommation, si les fraudeurs ne s'en servaient pour les mêler aux huiles qui leur sont supérieures.

Les difficultés qui se sont présentées pour reconnaître d'une manière sûre et constante le mélange des huiles, ont été une des causes qui ont le plus encouragé cette fraude, qui s'est accrue au point qu'il est rare de trouver dans le commerce, surtout parmi les huiles de graines, une huile exempte de mélange.

Pour remédier à un abus de confiance qui date de loin, plusieurs chimistes distingués se sont occupés, à diverses époques, des moyens de le faire connaître, les uns en indiquant les caractères particuliers à chaque espèce d'huile, les autres en signalant les réactions que certains agents chimiques et physiques exercent sur elles; mais ces essais, circonscrits à quelques huiles isolées, et privés d'ailleurs de l'ensemble nécessaire à un semblable travail, n'ont pas rempli le but désiré. Je n'en dois pas moins mentionner les recherches de M. Poutet, pharmacien distingué de Marseille, qui, appréciant toute l'importance qu'il y avait pour sa localité d'éviter que l'huile d'olives ne fût frauduée, proposa, après plusieurs essais, le nitrate acide de mercure comme un réactif propre à démontrer la pureté de cette huile, par la propriété qu'il attribuait à ce sel de la concréter quand elle est pure, et de la laisser fluide quand elle ne l'est point; puis, celles de M. Rousseau, physicien instruit, qui, utilisant la différence de conductibilité électrique existant entre l'huile d'olives et celle de graines, établit son *diagomètre*, instrument ingénieux qui serait devenu d'un usage plus fréquent s'il eût été plus simple et plus facile à mouvoir. Mais celui qui a le plus facilité la solution du problème recherché, s'il ne l'a entièrement

(1) Cet utile article est extrait des actes de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux, 1re année, 2e trimestre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résolu, c'est M. Félix Boudet, à qui la science doit déjà d'utiles et nombreux travaux. Ce jeune chimiste reprit en 1832 les expériences de M. Poutet au point où celui ci les avait laissées; il en étudia la théorie, changea le réactif, l'appliqua à diverses huiles, et, dans une thèse qu'il soutint dans la même année devant la Faculté des sciences de Paris, il démontra que c'était à l'acide hyponitrique contenu dans le nitrate acide de mercure, et non au sel mercuriel, qu'était due la solidification de l'huile d'olives, et proposa dès lors l'emploi de cet acide, de préférence au réactif Poutet. Il est à regretter que cet intéressant travail n'ait pas été étendu aux huiles les plus usitées, et qu'en indiquant l'action de ce réactif sur chacune d'elles comme il l'a fait sur quelques-unes, l'auteur ne nous ait pas mis à même de les distinguer toutes.

Depuis cette époque, personne que je sache n'a donné suite à ces travaux, et ne les a surtout dirigés vers un but d'application commerciale indispensable pour arrêter le mal depuis si longtemps signalé. Consulté nombre de fois par des débitants et des consommateurs sur la nature et la pureté des huiles qu'ils achetaient dans le commerce, j'ai pu apprécier toute l'importance qu'il y aurait pour eux de connaître des procédés simples, sûrs et constants, applicables à toutes les huiles, et déterminant sur chacune d'elles des caractères particuliers assez marqués pour pouvoir les distinguer les unes des autres, isolées ou mélangées.

Plus confiant dans mon zèle que dans mes lumières, aidé d'ailleurs par les recherches de M. Boudet, j'ai entrepris de terminer le travail dont il avait déjà indiqué la route, en démontrant l'action solidifiante de l'acide hyponitrique sur certaines huiles; mais pour compléter l'analyse qualitative de ces corps gras, il fallait joindre à ce premier moyen des auxiliaires qui pussent être employés avec non moins de succès sur les huiles où l'action de cet acide est peu sensible. Après plusieurs recherches et tâtonnements, j'ai trouvé dans l'ammoniaque caustique une partie des conditions que je cherchais : en effet, cet alcali agit sur les huiles végétales de deux manières bien distinctes; avec les unes, il forme une pâte consistante *très-liée* et *très-unie;* avec les autres, au contraire, le combiné qui résulte de son union avec elles est peu épais et *très-grumelé*. Et ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces effets physiques si différents permettent de reconnaître des mélanges dans les huiles où l'acide hyponitrique est presque sans action.

Pour bien juger des phénomènes que ces réactifs produisent dans ces corps gras, j'ai employé de petits tubes en verre de cinq ou six pouces de longueur sur six lignes de diamètre, fermés à l'un des bouts. J'ai mis, dans chacun d'eux, des proportions déterminées d'huile et de réactif, et après une agitation de quelques minutes, je les ai abandonnés à eux-mêmes. L'action de l'ammoniaque est prompte, quelques instants suffisent pour apprécier son effet : celle de l'acide hyponitrique est longue, et elle diffère de durée suivant la nature de l'huile qu'on y soumet.

Pour les huiles animales, il m'a fallu chercher un autre agent spécial, dont l'action sur elles fût très-marquée, et peu apparente au contraire sur les huiles végétales. Le chlore à l'état de gaz a dépassé mes espérances et complété mes moyens d'investigation. En effet, un courant de ce gaz, dégagé pendant quelques minutes dans une huile blanche végétale, la décolore légèrement ou n'altère pas sensiblement sa couleur, tandis que le même gaz, dégagé dans une huile blanche animale, la colore instantanément en brun, et cet effet augmente graduellement jusqu'à la rendre noire. L'acide sulfurique concentré colore aussi les huiles animales en brun foncé; mais comme il agit de même sur les huiles végétales, quoique d'une manière moins marquée, j'ai préféré le chlore gazeux, dont les effets sur les huiles végétales et animales diffèrent entièrement et sont beaucoup plus tranchés. Comme il n'est pas toujours possible d'opérer avec la même condition de température, et que, de cette variété de chaleur ou de froid, il pourrait survenir quelque inexactitude dans les résultats, il convient de soumettre, comparativement, à l'action du réactif, de l'huile pure et de celle que l'on croit frauder.

Dans un travail comme celui-ci, tout spécial et d'application, j'ai pensé que je n'avais point à m'occuper de la théorie des phénomènes que j'ai remarqués, mais seulement de les décrire de manière à être compris des personnes peu au courant de la chimie, auxquelles mes recherches sont particulièrement destinées.

Je me bornerai donc : 1° à rappeler les caractères généraux des huiles; 2° à indiquer leurs caractères particuliers et les réactions que les agents chimiques y développent; 3° à démontrer les procédés analytiques les plus propres à les reconnaître ou pures ou mélangées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ Ier. *Des huiles fixes.*

Les huiles fixes sont des produits naturels qui se rencontrent le plus ordinairement dans les semences et les fruits d'un grand nombre de végétaux, d'où on les extrait par expression, et dans quelques parties de certains poissons, d'où on les retire aussi par expression et par liquéfaction.

Les caractères généraux des huiles fixes sont d'être liquides à la température ordinaire, d'avoir une consistance douce au toucher, d'être plus légères que l'eau, et insolubles dans ce véhicule, de brûler avec flamme, résultat de leur décomposition, de tacher le papier et de le rendre translucide. De tous les liquides, l'huile est un de ceux qui se dilatent le plus par la chaleur; ce fait, qui au premier abord ne paraît pas très-important, le devient cependant lorsqu'on remarque que, dans notre ville, l'huile est vendue à la mesure dans la plupart des magasins de détail, et qu'indépendamment de la différence de pesanteur spécifique qui existe entre l'eau distillée qui sert de régulateur pour la confection de ces mesures et l'huile, il y a encore celle de la dilatation, qui, à la même température, est beaucoup plus considérable dans cette dernière que dans l'eau; de sorte qu'il est probable qu'en été la mesure qui devrait contenir un 1/2 kilog. d'huile n'en contient réellement que 400 à 450 grammes. Il ne serait peut-être pas sans utilité pour les consommateurs, et surtout pour la classe pauvre, que la connaissance de ce fait fût plus répandue.

Les huiles fixes peuvent accumuler une grande quantité de calorique; elles ne bouillent qu'à trois cents ou trois cent vingt degrés centigrades, et ce point est celui où elles commencent à se décomposer. Dans l'éclairage à l'huile, la mèche fait l'office d'appareil où ce liquide bout, se décompose, et donne naissance à des principes volatils très-inflammables, qui brûlent et produisent la flamme.

Exposées à l'air, les huiles fixes éprouvent un changement qui est plus prompt et plus marqué dans certaines espèces que dans d'autres : les unes s'épaississent promptement, se recouvrent d'une couche transparente jaune, flexible, qui finit par se durcir comme le feraient certains vernis; les autres s'épaississent aussi, mais elles prennent une odeur désagréable, deviennent moins combustibles, et enfin rancissent. Les premières sont nommées *siccatives*, les autres *grasses*.

§ II. *Caractères particuliers des huiles fixes, et réactions que les agents chimiques y développent.*

Huiles médicinales. — Elles sont au nombre de quatre. l'huile de ricin exotique et indigène, l'huile d'amandes douces et amères.

L'*huile de ricin exotique* est épaisse, transparente, d'une couleur ambrée, d'une saveur un peu âcre, sans odeur; elle se dissout en toute proportion dans l'alcool et dans l'éther; sa pesanteur spécifique est 9,699 (l'eau pesant 10,000).

L'*huile de ricin de l'Inde* peut supporter un froid de — 2° sans se troubler; celle des États-Unis, au contraire, se trouble avant le point de congélation de l'eau, et laisse déposer une certaine quantité de matière blanche grenue, ayant de l'analogie avec la stéarine; débarrassée par le filtre de cette matière solide, cette huile peut supporter une très-basse température sans perdre de sa transparence.

L'*huile de ricin indigène* est blanche, d'une saveur fade, laissant un peu d'âcreté à la gorge; elle se dissout comme la première dans l'alcool et dans l'éther, et ne diffère pas d'ailleurs de l'huile exotique.

L'ammoniaque forme, avec l'une et l'autre de ces huiles, une pâte blanche très-liée et très-unie.

L'acide hyponitrique préparé (1) les colore en jaune, et ne les solidifie qu'après douze heures de contact.

Huiles d'amandes douces et d'amandes amères. — Ces deux huiles sont parfaitement identiques, et ne diffèrent quelquefois que par l'odeur prussique que dégage l'huile d'amandes amères, lorsque ces fruits ont été mondés de leur enveloppe avant l'extraction de l'huile; elles ont toutes les deux une saveur douce et agréable, une couleur ambrée; leur pesanteur spécifique est de 9,160; elles ne se congèlent qu'à — 10°; l'alcool froid les dissout à peine, l'éther les dissout presque à parties égales.

L'ammoniaque épaissit instantanément l'huile d'amandes, et la combinaison qui en résulte est blanche et très-unie.

(1) L'acide hyponitrique préparé dont je me suis servi et qui m'a le mieux réussi dans toutes les opérations, est celui de M. Boudet.
Acide nitrique à 35 d. 3 parties.
Acide hyponitrique — 1 partie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acide hyponitrique préparé la colore en vert pâle, et la solidifie en moins de trois heures.

Huiles pour la table. — Cette série n'en comprend que deux, l'huile d'olives et l'huile d'œillette.

L'*huile d'olives* est la plus estimée : son odeur, sa saveur douce et agréable la font rechercher des gourmets; lorsqu'elle est pure et de première qualité, l'huile d'olives se fige facilement : au moindre abaissement de température elle se trouble, et à — 1° elle se concrète. La pesanteur spécifique de cette huile est de 9,190. Sa solubilité dans l'alcool froid et dans l'éther est la même que celle de l'huile d'amandes.

L'ammoniaque forme aussi avec elle une pâte blanche très-unie.

L'acide hyponitrique préparé la solidifie en cinquante-cinq à soixante minutes; l'huile d'olives ordinaire ou de deuxième qualité a les mêmes caractères; mais sa solidification par l'acide hyponitrique est un peu plus longue. (*Voir le tableau.*)

Huile d'œillette. — On la retire par expression des semences de pavots; elle a une saveur fade; sa couleur est jaune paille, elle n'a point d'odeur; sa pesanteur spécifique est de 9,240; elle ne se congèle qu'à — 10°, et n'est pas plus soluble que la précédente dans l'alcool froid.

L'ammoniaque la grumelle sans presque l'épaissir; l'acide hyponitrique préparé ne la concrète pas.

Huiles siccatives. — Ces huiles sont destinées à la peinture : ce sont l'huile de lin, de noix et de chenevis.

Huile de lin. — C'est la plus employée pour la peinture commune, l'enduit qu'elle forme résistant plus longtemps aux intempéries de l'atmosphère que celui des autres huiles siccatives. Pour augmenter sa dessiccation, on y fait macérer ou on y introduit des préparations de plomb (notamment la litharge). L'huile de lin a une couleur jaune foncé, une odeur forte, désagréable; sa pesanteur spécifique est de 9,500; elle ne se congèle qu'à — 15°, se dissout peu dans l'alcool froid.

L'ammoniaque s'unit à elle et forme un tout homogène très-lié et très-uni.

L'acide hyponitrique préparé ne la solidifie point.

Huile de noix. — Elle est plus siccative et plus blanche que celle de lin; aussi l'emploie-t-on pour la peinture fine. Sa saveur est assez agréable lorsqu'elle est fraîche et retirée sans feu; dans quelques localités on s'en sert pour les usages culinaires.

La pesanteur spécifique de l'huile de noix est de 9,280; elle ne se congèle qu'à — 10°.

L'ammoniaque l'épaissit légèrement et la grumelle; l'acide hyponitrique préparé ne la concrète point.

Huile de chenevis. — Couleur jaune foncé, odeur et saveur désagréables; pesanteur spécifique 9,275; ne se congèle qu'à — 15°; presque insoluble dans l'alcool froid.

L'ammoniaque la grumelle fortement.

L'acide hyponitrique préparé ne la solidifie qu'après un contact très-prolongé.

Huiles pour l'éclairage. — Nos commerçants n'admettent, dans cette classe d'huiles, que celles de colza et de navette, mais il est rare que ces huiles se vendent pures : on les mêle, ou sur les lieux de production ou chez les marchands en gros, avec d'autres huiles de graines, principalement avec celle de cameline; depuis quelque temps même on ajoute, et en très-grande quantité, de l'huile blanche de baleine ou de tout autre poisson, dans les huiles à brûler. Signaler les moyens de reconnaître cette supercherie, c'est servir à la fois l'agriculture dont elle arrête les débouchés, et les consommateurs qui surpaient ainsi un fort mauvais éclairage.

Je vais examiner d'abord les caractères des trois huiles végétales, puis j'indiquerai ceux des huiles de poissons.

Huile de colza. — Cette huile, la plus estimée des huiles à brûler, est de couleur jaune pâle, d'une odeur nauséeuse; sa pesanteur spécifique est de 9,145; elle se congèle à 6 ou 7 degrés — 0.

L'ammoniaque la grumelle peu et l'épaissit beaucoup.

L'acide hyponitrique préparé la concrète en moins de six heures.

Le chlore gazeux ne la colore pas.

Huile de navette. — Un peu moins estimée que celle de colza, avec laquelle d'ailleurs elle a beaucoup d'analogie par les caractères physiques.

L'ammoniaque la grumelle.

L'acide hyponitrique la concrète après huit heures de contact.

Le chlore gazeux n'altère pas sensiblement sa couleur.

Huile de cameline. — Peu estimée en raison de la quantité de fumée qu'elle produit en brûlant. On l'emploie rarement seule, et elle ne sert guère que mêlée aux deux autres. Elle a une odeur plus forte que l'huile de navette; sa couleur est aussi plus foncée que celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette dernière ; sa pesanteur spécifique est de 9,138 ; elle ne se congèle qu'à — 15°.

L'ammoniaque la grumèle fortement.

L'acide hyponitrique préparé ne la solidifie point.

Le chlore gazeux la décolore un peu.

HUILES DE POISSONS. — (Pour les corroyeurs.)

Les huiles introduites dans le commerce pour le corroyage des cuirs, quoique de diverses espèces, n'y sont connues que sous les noms d'huile de baleine, de morue et de sardines.

Huile de baleine. — Il y en a de deux qualités, l'une blanche que l'on mêle maintenant aux huiles à brûler, l'autre jaune qui est réservée aux corroyeurs. La première a une odeur fade de poisson, une couleur ambrée, se congèle à un ou 2 degrés + 0 ; est très-peu soluble dans l'alcool froid ; sa pesanteur spécifique est de 9,210.

L'ammoniaque l'épaissit beaucoup sans la grumeler.

L'acide hyponitrique préparé ne la solidifie pas.

Le chlore gazeux la colore en brun noirâtre.

La seconde espèce est de couleur orange, d'une odeur de poisson plus forte, ne se congèle qu'à 1 et 2 degrés — 0.

L'ammoniaque l'épaissit moins que la première.

L'acide hyponitrique préparé ne la solidifie pas.

Le chlore gazeux la colore en brun noirâtre.

Huile de morue. — Elle a souvent une odeur putride, due à une petite quantité de sang ou de matière animale qu'elle tient en suspension ; elle est de couleur jaune très-foncée, ne se congèle qu'à quelques degrés au-dessous de 0. Sa pesanteur spécifique est de 9,250.

L'ammoniaque l'épaissit, et peu après la grumèle.

L'acide hyponitrique préparé la solidifie après un contact très-prolongé.

Le chlore gazeux la colore en brun foncé.

Huile de sardines. — Odeur repoussante de sardine, couleur rougeâtre, se congèle à 0 ; forme un savonule de couleur orange avec l'ammoniaque, n'est point solidifiée par l'acide hyponitrique préparé. Le chlore gazeux la colore en brun foncé.

§ III. *Procédés analytiques propres à reconnaître la pureté ou le mélange des huiles fixes.*

Huile de ricin. — Le meilleur mode d'analyse de cette huile est indiqué par son extrême solubilité dans l'alcool, comparativement aux autres huiles fixes. Pour faire cet essai, on remplira, par parties égales d'alcool et d'huile de ricin soupçonnée, un des tubes en verre dont j'ai déjà parlé ; et, après en avoir fermé l'orifice, on agitera fortement le mélange, qu'on laissera en repos. Si l'huile est pure, le solutum sera parfaitement diaphane ; il restera au contraire louche, et laissera même déposer quelques gouttelettes huileuses pour peu qu'il y ait d'autres huiles grasses ajoutées. Il est à remarquer, néanmoins, que l'huile de ricin contient quelquefois en solution ou en suspension, surtout lorsqu'elle a été retirée sans feu, du mucilage, qui accompagne toujours cette huile pendant son extraction ; cette matière muqueuse n'en trouble pas précisément la transparence, mais elle la rend un peu opaline : dans cet état si on essaie cette huile par l'alcool, le solutum, loin d'être diaphane, sera au contraire plus louche que ne l'était l'huile, en raison de ce que le mucilage, coagulé par l'alcool, devient alors plus apparent. Quoiqu'il soit facile de distinguer la nature de ce précipité de celui d'une huile grasse étrangère, il faut avoir soin, avant de faire l'essai d'une huile qui ne serait pas très-limpide, de la filtrer, pour éviter toute cause d'erreurs.

Huile d'amandes. — Dans le commerce on vend assez fréquemment de l'huile d'amandes, contenant de l'huile d'œillette, sans que le goût ni l'odeur puissent l'indiquer.

On découvrira cette fraude par les moyens suivants :

1° Par l'ammoniaque, qui, mêlée avec neuf parties d'huile d'amandes, forme une pâte molle *très-unie*, et homogène si l'huile est pure, *grumelée* au contraire si elle contient plus d'un cinquième d'huile d'œillette.

2° Par l'acide hyponitrique préparé. Trois parties de cet acide, mêlées par agitation à cent parties d'huile d'amandes, la solidifient en moins de trois heures lorsqu'elle est pure, et mettent beaucoup plus de temps pour peu qu'elle contienne de l'huile d'œillette.

Les diverses expériences que j'ai faites m'ont démontré que la présence d'un vingtième d'huile d'œillette retardait la solidification de l'huile d'amandes de quinze minutes ; celle d'un dixième, de soixante-sept minutes ; celle d'un cinquième, de plus de trois cents minutes. (Voir le tableau.)

Huile d'olives. — Cette huile est la seule, de celles destinées aux usages cu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

linaires, qui présente de l'avantage à être étendue d'huiles étrangères. Avant qu'on eût indiqué les moyens de reconnaître cette fraude, elle était très-fréquente ; aujourd'hui elle l'est beaucoup moins. C'est avec de l'huile d'œillette qu'on coupait et qu'on mêle encore l'huile d'olives; pour reconnaître ce mélange, voici la manière de procéder : on mettra dans un petit matras à long col cent parties de l'huile d'olives qu'on veut essayer, et trois parties d'acide hyponitrique préparé. On agitera de temps en temps pendant la première demi-heure, puis on laissera en repos.

Si l'huile d'olives est pure et de première qualité, elle sera solidifiée dans cinquante-cinq minutes ; si elle est de deuxième qualité, sa solidification n'aura lieu que dans soixante à soixante-cinq minutes ; et si elle contient de l'huile d'œillette, elle ne deviendra solide qu'après un temps beaucoup plus long.

Les nombreux essais que j'ai faits m'ont prouvé qu'un vingtième d'huile d'œillette s'opposait pendant trente-cinq minutes à la solidification de l'huile d'olives; un dixième pendant quatre-vingt-dix minutes ; un cinquième pendant cent quatre-vingts minutes, etc., etc. (Voir le tableau.)

Huile de lin. — Je n'ai pas découvert que dans la consommation cette huile fût fraudée; mais comme il pourrait arriver qu'on la mêlât avec l'huile de chenevis dont les caractères ont de l'analogie, je crois devoir indiquer le moyen de reconnaître ce mélange ; c'est par l'ammoniaque. Cet alcali, mêlé avec l'huile de lin dans les proportions déjà décrites, formera un savon mou très-uni et bien lié si elle est pure, et grumelé au contraire plus ou moins sensiblement, suivant qu'elle contiendra de l'huile de chenevis.

Huiles de colza et de navette. — Comme je l'ai déjà dit, ces huiles sont souvent mêlées avec d'autres huiles de graines, et plus souvent encore avec des huiles blanches de poissons. Pour distinguer le mélange de ces diverses huiles, on aura recours aux expériences suivantes :

1° L'ammoniaque. Elle formera une pâte de couleur blanc-jaunâtre si l'huile de colza ou de navette contiennent de l'huile de moutarde, et blanc de lait si elles sont pures.

2° L'acide hyponitrique préparé. Cet acide solidifie en moins de six heures les huiles de colza ou de navette pures, et met un temps beaucoup plus long si elles contiennent de l'huile de cameline : la présence de cette dernière huile retarde la solidification des deux autres, à peu près dans les mêmes proportions que l'huile d'œillette le fait à celle d'amandes. (Voir le tableau.)

3° Le chlore gazeux. La réaction du chlore, à l'état de gaz, sur les huiles blanches végétales, est peu apparente ; elle est au contraire très-marquée sur les huiles animales, qu'il colore promptement en brun noirâtre. De sorte qu'en faisant passer un courant de chlore gazeux dans une huile à brûler suspectée, on y reconnaîtra de suite la présence d'une huile animale à la couleur foncée que ce gaz y développera après huit à dix minutes de dégagement. En bouchant alors le flacon contenant l'huile soumise à l'expérience, et laissant en repos quelques heures, la couleur brune se foncera au point de devenir noire ; tandis que l'huile ne sera pas sensiblement colorée si elle est de nature végétale. J'ai pu apprécier, par ce moyen, un centième d'huile de poisson mêlé à de l'huile de colza.

Huiles de poissons. — Les huiles de baleine et de morue peuvent être reconnues entre elles par la congélation, l'huile de morue étant beaucoup plus fusible que celle de baleine.

L'odeur et la couleur de l'huile de sardines empêcheront toujours qu'on la mêle impunément aux autres.

Tel est le précis des expériences longues et minutieuses auxquelles je me suis livré pour établir les caractères physiques et les réactions chimiques propres à chaque espèce d'huile; pour les rendre plus appréciables et plus faciles à saisir, je les ai réunies dans un tableau que je joins à ce mémoire. Je m'estimerais heureux si mes recherches toutes pratiques pouvaient concourir à diminuer la fraude qui s'exerce chaque jour avec plus d'étendue sur certaines huiles, et remplir ainsi le but d'utilité publique dans lequel je les ai entreprises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU analytique et comparatif des huiles fixes introduites dans le commerce pour les arts et l'économie domestique.

SÉRIES.	NOMS DES HUILES (1).		CARACTÈRES PHYSIQUES. COULEUR.	ODEUR.	SAVEUR.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE A + 12° C. l'eau à 10,000	CONGÉLATION. 0	5—0	10—0	SOLUBILITÉ COMPLÈTE (2) dans l'alcool 100 P.	dans l'éther 100 P.	RÉACTIONS CHIMIQUES. AMMONIAQUE LIQUIDE (3) COULEUR.	CONSISTANCE et aspect.	ACIDE HYPONITRIQUE PRÉPARÉ (4) COULEUR.	solidifiée après heures	minut.	CHLORE gazeux (5). COULEUR.
1re	HUILES médicales.	de ricin exotique	ambrée	nulle	un peu âcre	9,699	louche	opaque	pâteuse	100	150	blanc de lait	peu épais très-unis	jaune	10h	15m	peu décolorée
		de ricin indigène	blanche	nulle	fade	9,675	limpide	opaline	opaque	100	150	blanc de lait	peu épais très-unis	jaune	9	45	peu décolorée
		d'amandes douces	ambrée	nulle	douce agréable	9,160	limpide	limpide	opaque	1,30	95	blanche	épais très-unis	vert pâle	2	48	peu décolorée
		d'amandes amères	ambrée	nulle	douce agréable	9,160	limpide	limpide	opaque	1,30	95	blanche	épais très-unis	vert pâle	2	50	peu décolorée
		de noisettes	ambrée	nulle	douce	9,175	limpide	limpide	opaque	1,30	95	blanche	épais très-unis	vert pâle	2	52	peu décolorée
2e	HUILES pour la table.	d'olives surfine	jaune	particulière	douce	9,190	grenue	gelée	concrète	1,70	93	jaunâtre	épais unis	blanc	»	56	décolorée
		d'olives ordinaire	jaune	particulière	agréable	9,198	opaque	gelée	concrète	1,70	93	jaune	épais unis	verdâtre blanc verdâtre	1	4	décolorée
		d'œillette	jaune pâle	nulle	douce fade	9,230	limpide	limpide	opaque	1,80	95	jaune pâle	peu épais très-grenus	jaune clair	»	point	décolorée
3e	HUILES pour la peinture	de lin	jaune foncé	forte	désagréabl.	9,300	limpide	limpide	limpide	2,75	97	j.e foncé	épais unis	rose pâl.	»	point	verdie
		de noix	jaune clair	nulle	fade	9,280	limpide	limpide	opaque	2,25	95	blanc gris	épais grenus	jaune clair	»	point	pas de changem.
		de chenevis	jaune foncé	désagréabl.	désagréabl.	9,275	limpide	limpide	limpide	2,50	97	jaune	épais grenus	jaune	11	36	peu décolorée
4e	HUILES pour l'éclairage	de colza	jaune pâle	nauséeuse	désagréabl.	9,145	limpide	opaque	gelée	1,70	92	blanche	épais grenus	jaune pâle	5	54	pas de changem.
		de navette	jaune	nauséeuse	désagréabl.	9,150	limpide	opaque	gelée	1,70	92	blanche	épais grenus	jaune pâle	6	15	pas de changem.
		de cameline	jaune	nauséeuse	désagréabl.	9,158	limpide	limpide	opaque	1,70	93	jaune	peu épais grenus	jaune	»	point	pas de changem.
		de moutarde	jaune foncé	nulle	fade	9,170	limpide	opaque	gelée	2,25	92	jaune	épais unis	jaune foncé	7	20	un peu verdie
5e	HUILES de poissons.	de baleine	jaune clair	désagréabl.	désagréabl.	9,280	opaque	gelée	concrète	2,75	95	jaune	épais unis	jaune	5	18	brun noirâtre
		de morue	jaune foncé	désagréabl.	désagréabl.	9,230	limpide	opaque	gelée	2,25	95	jaune foncé	épais grenus	oronge	»	point	brun noirâtre
		de sardines	jaune rougeâtre	désagréabl.	repoussante	9,275	opaque	gelée	concrète	1,75	92	oronge	épais grenus	oronge foncé	»	point	brun noirâtre

(1) J'ai extrait directement la plus grande partie de ces huiles; celles que j'ai été obligé de me procurer m'ont été garanties pures.

(2) La température a été maintenue pour toutes les expériences à 12 + 0 cent.

(3) Personne n'a encore indiqué l'action de l'ammoniaque sur les huiles végétales comme réactif. Les savons mous, qu'elle forme avec ces corps gras, présentent cependant des différences si notables, soit dans leur consistance, soit dans leur aspect, que cet agent chimique peut suffire pour faire reconnaître plusieurs mélanges d'huiles. Dans toutes mes expériences, je l'ai employée au dixième en poids des huiles que j'ai soumises à son action.

(4) M. Félix Boudet est le premier qui ait constaté la propriété solidifiante qu'a l'acide hyponitrique sur les huiles fixes. J'ai préparé celui qui a servi à tous mes essais, comme l'indique ce savant chimiste. Les proportions auxquelles je me suis arrêté dans mes recherches, sont trois parties de cet acide préparé sur cent parties d'huile.

(5) Comme il est facile de le voir ci-contre, l'action du chlore gazeux est à peine sensible sur les huiles végétales, et est au contraire très-marquée sur les huiles animales; ce fait, qui n'a pas encore été signalé, place le chlore au premier rang, comme réactif propre à indiquer le mélange de ces huiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ IV. *Résumé des procédés analytiques propres à reconnaître la pureté ou le mélange des huiles fixes.*

Huile de ricin. — On reconnaîtra, dans cette huile, la présence de quelque autre huile grasse, en la dissolvant dans l'alcool à 36 degrés. L'huile de ricin pure est entièrement soluble dans ce menstrue à parties égales, et le solutum reste *limpide;* si, au contraire, elle contient une huile fixe qui lui soit étrangère, la solution n'est pas complète, et le mélange reste *louche.* Il est bien, néanmoins, d'observer que quelquefois l'huile de ricin, surtout celle qui a été retirée sans feu, contient du mucilage qui accompagne toujours cette huile pendant son extraction; cette matière muqueuse n'en trouble pas précisément la transparence, mais elle la rend opaline : dans cet état, si on essaie cette huile par l'alcool, le solutum, loin d'être diaphane, est au contraire plus louche que ne l'était l'huile, en raison de ce que le mucilage, étant coagulé par l'alcool, devient alors plus apparent. Quoiqu'il soit facile de distinguer la nature de ce précipité de celui d'une huile grasse étrangère, il faut avoir soin, avant de faire l'essai d'une huile qui ne serait pas très-limpide, de la filtrer pour éviter toute cause d'erreurs.

Huile d'amandes. — Dans le commerce, on vend quelquefois de l'huile d'amandes contenant de l'huile d'œillette, sans que le goût ni l'odeur puissent l'indiquer. On découvrira cette fraude : 1° *par l'ammoniaque*, qui, mêlée avec neuf parties d'huile d'amandes, formera instantanément une pâte molle *très-liée et très-unie* si l'huile est pure, et *grumelée*, au contraire, si elle contient une quantité notable d'huile d'œillette (un cinquième); 2° *par l'acide hyponitrique préparé.* Trois parties de cet acide, mêlées par agitation à cent parties d'huile d'amandes, la solidifient en moins de trois heures lorsqu'elle est pure, et mettent beaucoup plus de temps pour peu qu'elle contienne de l'huile d'œillette. (*Voir le tableau ci-bas.*)

Huile d'olives. — L'huile d'œillette est encore celle que les fraudeurs mêlent assez souvent à l'huile d'olives. L'acide hyponitrique préparé la fera reconnaître dans quelques proportions qu'elle ait été mélangée. Pour procéder à cet examen, on introduira dans un petit matras à long col cent grains de l'huile d'olives qu'on veut essayer, et trois grains d'acide hyponitrique préparé. On agitera de temps en temps ce mélange pendant la première demi-heure, puis on le laissera en repos. Si l'huile d'olives est pure, elle sera concrétée dans 55 à 60 minutes; si elle contient de l'huile d'œillette, sa solidification sera retardée en raison de la quantité qu'elle en contiendra. (*Comme l'indique le tableau ci-bas.*)

Huile de lin. — Elle est quelquefois mélangée avec de l'huile de chenevis. L'ammoniaque est le seul réactif propre à distinguer ce mélange, par la propriété qu'elle a d'épaissir l'huile de lin, et de former un savonule *très-lié et très-uni* quand elle est pure, et de la *grumeler* plus ou moins suivant qu'elle contient de l'huile de chenevis.

Huiles de colza et de navette. — On les coupe souvent, non-seulement avec d'autres huiles de graines, telle que la cameline, mais encore avec de l'huile de baleine ou de tout autre poisson, qu'on y ajoute depuis quelque temps en très-fortes proportions. Pour découvrir la présence de ces diverses huiles, il faut avoir recours aux moyens suivants : 1° l'*ammoniaque*, qui formera un savon mou, blanc jaunâtre si l'huile de colza ou de navette contiennent de l'huile de moutarde, et blanc de lait si elles sont pures; 2° l'*acide hyponitrique préparé.* Cet acide solidifie en moins de six heures l'huile de colza, et en moins de sept heures celle de navette; cette solidification est beaucoup plus prolongée pour peu qu'elles contiennent de l'huile de cameline. (*Voir les tableaux ci-après.*) 3° le *chlore gazeux.* La réaction du chlore à l'état de gaz sur les huiles *blanches* végétales, est peu apparente; elle est au contraire très-marquée sur les huiles animales, qu'il colore promptement en brun noirâtre. De sorte qu'en faisant passer un courant de chlore gazeux dans une huile à brûler suspectée, on y reconnaîtra de suite la présence d'une huile animale à la couleur foncée que ce gaz y développera après huit à dix minutes de dégagement; en bouchant alors le flacon contenant l'huile soumise à l'expérience, et le laissant en repos quelques heures, la couleur brune se foncera au point de devenir noire, tandis que l'huile ne changera pas sensiblement de couleur exposée à ce même agent, si elle est de nature végétale. J'ai pu apprécier, par ce moyen, un centième d'huile de poisson mêlé à de l'huile de colza.

Huiles de poissons. — La congélation indiquera la présence de l'huile de morue dans celle de baleine, la première étant plus fusible que l'autre. La couleur, et surtout l'odeur de l'huile de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sardines, empêcheront toujours qu'on la mêle impunément aux autres huiles.

TABLEAU *du retard qu'apporte à la solidification des huiles d'*olives, *d'*amandes *et de* colza, *leur mélange en diverses proportions avec celles d'*œillette, *de* noix *et de* cameline (1).

PROPORTIONS DES MÉLANGES.		ACIDE hyponitrique.	TEMPS nécessaire à leur solidification.	
		gr.	gr.	heure / min.
1° *Mélanges d'huiles d'olives et d'œillette.*				
Huile d'olives pure. .		100	3	» 56
d'olives. . . 95 / d'œillette. . 5		100	3	1 30
d'olives. . . 90 / d'œillette. . 10		100	3	2 25
d'olives. . . 80 / d'œillette. . 20		100	3	4 5
d'olives. . . 70 / d'œillette. . 30		100	3	11 20
d'olives. . . 50 / d'œillette. . 50		100	3	26 36
2° *Mélanges d'huiles d'olives et de noix.*				
Huile d'olives. . . 95 / de noix. . . . 5		100	3	1 25
d'olives. . . 90 / de noix. . . 10		100	3	1 48
d'olives. . . 80 / de noix. . . 20		100	3	2 27
d'olives. . . 70 / de noix. . . 30		100	3	5 10
d'olives. . . 50 / de noix. . . 50		100	3	7 15
3° *Mélanges d'huiles d'amandes et d'œillette.*				
Huile d'amandes pure.		100	3	2 55
d'amandes . 95 / d'œillette. . 5		100	3	3 5
d'amandes . 90 / d'œillette. . 10		100	3	4 2
d'amandes . 80 / d'œillette. . 20		100	3	9 7
d'amandes . 70 / d'œillette. . 30		100	3	11 18
d'amandes . 50 / d'œillette. . 50		100	3	13 35
4° *Mélanges d'huiles de colza et cameline.*				
Huile de colza pure. .		100	3	5 45
colza. . . 95 / cameline 5		100	3	6 24
colza. . . 90 / cameline 10		100	3	8 12
colza. . . 80 / cameline 20		100	3	9 37
colza. . . 70 / cameline 30		100	3	10 20
colza. . . 50 / cameline 50		100	3	11 32

(1) Ces résultats représentent la moyenne de trois expériences successives faites sur les mêmes huiles et dans les mêmes proportions.

L'huile de noix, introduite dans celle d'olives, en retarde la solidification moitié moins que celle d'œillette, et cependant isolée elle résiste autant que celle-ci à l'action de l'acide hyponitrique préparé.

Nouveau moyen pour obtenir des images photographiques.

Par le D. C. ENZMANN de Dresde.

Le procédé dont M. Enzmann s'est servi pour se procurer des images photographiques où la lumière et les ombres sont distribuées comme dans l'original, est fondé sur la propriété que possède l'oxide de manganèse, de se transformer sous l'influence de la lumière et par la présence d'une substance propre à le réduire, et d'un acide, en un sel de protoxide incolore.

Si on recouvre du papier d'oxide de manganèse, et qu'on l'arrose avec un acide auquel, lorsqu'il n'est pas d'origine organique, on ajoute quelque matière désoxidante, comme du sucre, du miel, etc., puis qu'on l'expose à la lumière solaire, il arrive qu'au bout de peu de temps on voit reparaître le fond incolore du papier, ce qui n'a pas lieu dans l'obscurité, ou au moins ce qui ne s'opère qu'après un temps assez long. En un mot, un papier coloré de cette manière blanchit, et cela d'autant plus promptement que l'acide employé est plus fort.

Avec ce papier on réussit bien à obtenir une image très-pure et très-nette d'objets déliés et délicats, d'un crin de cheval, par exemple, en moins d'une demi-minute, par le blanchiment du fond. Si on se sert d'un acide plus faible, on obtient sur ce papier, en moins de trois à cinq minutes, des images bien conformées de corps transparents ou translucides comme des agates, des cristaux, des plumes d'oiseaux, etc., en faisant tomber directement sur eux la lumière solaire.

Jusqu'ici M. Enzmann n'a pas réussi à former des images satisfaisantes dans la chambre obscure, ce qui tient sans doute à quelque circonstance qu'il n'a pas encore pu apprécier.

Au reste, le succès de ces opérations dépend du choix de l'acide et de son degré de force. Plus cet acide est concentré et plus le blanchiment s'opère promptement; mais aussi dans ce cas, il y a cela de désavantageux, que la chaleur ou l'élevation de température blanchit également le papier à l'air libre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et même dans l'obscurité, quoique avec plus de lenteur.

Les acides organiques ne présentent ce défaut qu'à un degré beaucoup moindre, particulièrement ceux qui cristallisent avec difficulté. M. Enzmann a trouvé que parmi eux c'était l'acide formique qui réussissait le mieux. Après lui vient l'acide acétique.

Une autre cause qui s'est opposée jusqu'ici au succès de la formation des images dans la chambre obscure, paraît consister dans le papier lui-même, qui, par la manière de le colorer, n'est guère propre à cet objet. En effet, celui dont s'est servi l'auteur était coloré dans toute sa masse et non pas seulement à la surface ; par conséquent il était nécessaire d'employer des acides très-concentrés, même de mélanger les acides organiques avec ceux minéraux, lorsqu'on voulait que la lumière qui pénètre dans la chambre obscure, pût blanchir le papier. Or, dans ce cas, ainsi qu'il a été dit, la chaleur agit et vient s'opposer à la formation de l'image.

Pour préparer le papier sensible, on l'enduit avec une solution d'oxidule de manganèse, qu'on obtient au moyen de la chaleur, en versant sur du peroxide de l'acide nitrique avec addition de sucre et en filtrant ; après avoir encore ajouté de 1/5e à 1/4 d'acide nitrique, on verse le mélange dans une caisse où l'on fait arriver de l'ammoniaque en vapeur, et on le laisse séjourner dans cette caisse jusqu'à ce qu'il ait acquis une couleur un peu moins intense que celle du café brûlé.

Cette solution d'oxidule de manganèse doit être employée très-acide, autrement le papier blanchirait plus aisément par la chaleur que par la lumière.

Quelques recherches bien dirigées permettront, sans doute, de préparer par ce procédé, un meilleur papier que celui obtenu jusqu'ici ; mais quoi qu'il en soit, il est très-facile de fixer les images ainsi obtenues, on n'a pour cela qu'à plonger pendant quelque temps dans l'eau, puis passer dans une solution faible de carbonate de soude ou de potasse, et enfin à laver à l'eau pure.

Poêles calorifères portatifs.

De M. V. Chevalier.

Parmi les appareils les plus ingénieux et les plus commodes, qui ont été inventés depuis quelque temps pour chauffer les appartements nous n'en connaissons pas un seul, en France du moins, qui réunisse un aussi grand nombre d'avantages que les poêles calorifères qu'on doit à M. V. Chevalier, fabricant très-habile, rue Montmartre, n. 140. Comme nous avons vu fonctionner pendant deux années consécutives ces appareils, et que nous avons pu nous convaincre de leur utilité et de leur mérite, nous nous faisons un devoir d'en donner ici la description avec figure, et de faire ressortir les avantages qu'ils présentent.

Pl. V, fig. 9. Vue perspective du calorifère en place et en fonction.
fig. 10. Élévation sur un des côtés.
fig. 11. Coupe verticale suivant la ligne XV (fig. 12 et 13).
fig. 12. Plan du calorifère.
fig. 13. Plan du même, en supposant qu'on a enlevé le couvercle et la capsule.
fig. 14. Vue en dessous du calorifère.
fig. 15. Section horizontale suivant la ligne VZ (fig. 11).

Les mêmes lettres dans toutes ces figures désignent les mêmes objets.

L'appareil est le plus généralement construit en tôle ordinaire ou en cuivre, ou bien en combinant l'emploi de ces deux matières. Il est tantôt de forme ronde, tantôt de forme ovale, suivant le désir des consommateurs.

Sur une doucine A qui sert de base ou socle, et qui est portée sur trois pieds à roulettes, est monté le corps B,B de l'appareil; à l'extérieur de ce corps sont rivées deux coulisses C,C qui reçoivent la porte D qu'on peut faire monter et descendre à volonté au moyen d'un bouton E, d'une chaînette F et d'un contre-poids G. On remarque encore sur ce corps des anneaux H qui servent à faire rouler le calorifère pour le transporter d'un lieu dans un autre, des bouches de chaleur II qu'on peut ouvrir et fermer à volonté par des moyens variés ; une douille K, sur laquelle s'emboîte le tuyau conducteur de fumée comme dans les poêles ordinaires; enfin une galerie L, et un dôme M, tous deux percés de trous ou découpés à jour.

L'intérieur du calorifère se compose d'un cylindre en forte tôle N,N fixé par des pattes en fer au centre de l'appareil. Ce cylindre, qui est d'un diamètre plus petit que celui B,B, forme un double corps, et c'est dans le bas de ce dernier qu'est placé le carreau D en terre ou en fonte qui sert d'âtre au foyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce cylindre N,N, du double corps, entre à frottement un troisième cylindre P,P ouvert par sa partie inférieure et surmonté d'une calotte simple ou double Q.

Ce troisième cylindre est enduit de terre grasse avant de l'introduire dans le deuxième, et c'est lui qui circonscrit de toutes parts le foyer; seulement ces deux cylindres du double corps sont percés devant la porte D et à l'endroit où s'insère la douille K qui les traverse et vient s'ouvrir à l'intérieur du foyer.

Cette disposition est extrêmement ingénieuse, car dans un poêle de cette espèce il est évident qu'il n'y a que les parois du foyer qui puissent éprouver une prompte détérioration, or lorsqu'au bout de quelque temps de service la chaleur a détérioré ces parois, c'est-à-dire le troisième cylindre, on l'enlève avec beaucoup de facilité et on le remplace par un autre que peut très-bien confectionner le moindre chaudronnier de campagne, ce qui procure une durée indéfinie à l'appareil. D'ailleurs, le deuxième cylindre est préservé encore par l'enduit de terre glaise qu'on introduit entre eux.

Entre les deux corps de l'appareil et jusqu'à la hauteur de l'ouverture de la porte, on coule une masse d'argile qui est destinée à conserver la chaleur et à empêcher la fumée du foyer de pénétrer à l'intérieur de ce double corps.

Sur le fond ou socle de l'appareil on a ménagé plusieurs ouvertures R,R,R sur lesquelles sont rivés des bouts de tuyaux montants qui font appel de l'air inférieur de la pièce et l'introduisent entre ces deux corps.

Sur un bandeau rivé au corps s'appuie une capsule en tôle ou en fer-blanc S,S d'un diamètre un peu plus petit que ce corps. Cette capsule est ordinairement remplie d'eau qui en s'échauffant forme réservoir de chaleur et conserve plus longtemps la température que l'appareil peut acquérir.

Parfois on remplace cette eau par du sable, et l'on a ainsi un bain de sable qui peut servir à divers usages.

Ordinairement cette capsule porte un double fond T,T qui s'appuie sur de petits tenons, et ce double fond n'étant plus en contact immédiat avec le premier, on peut y faire cuire de la menue pâtisserie, y chauffer du linge, des assiettes, des plats, ou l'appliquer à d'autres usages économiques.

Deux crochets rivés à la capsule servent à y passer une anse pour l'enlever au besoin et à volonté, et de plus, elle est coiffée d'un couvercle en tôle U,U, surmonté de deux champignons en bois qui servent de poignées.

Voici comment l'appareil fonctionne.

On met le combustible sur la grille du foyer, on allume, on baisse en partie la porte; il s'opère aussitôt un tirage très-vif qui embrase le combustible; quand les matériaux sont en pleine inflammation, on peut relever la porte et laisser la combustion s'achever avec plus ou moins d'activité, puisque cette porte fait l'office de régulateur du tirage.

Aussitôt que les parois du double corps commencent à s'échauffer, il y a appel de l'air froid de la pièce par les tuyaux montants R,R; cet air s'introduit entre le double corps, s'échauffe au contact de ses parois, vient envelopper la capsule, dont il élève la température, puis est versé dans l'appartement par les bouches de chaleur.

La capsule, continuellement frappée ainsi par un courant d'air chaud, ne tarde pas à acquérir une haute température, et à présenter un milieu très-chaud pour divers emplois, ou une quantité assez considérable d'eau presque bouillante qui sert, comme nous l'avons dit, de réservoir de chaleur, ou qu'on peut appliquer à des besoins domestiques.

En même temps, la chaleur que la capsule a ainsi acquise et reçoit incessamment, rayonne à sa surface et communique une douce température à l'air contenu dans le dôme, qui s'échappe par les ouvertures dont il est percé, et contribue à élever la température de l'appartement ou à chauffer les mains.

Sur la douille K, qui traverse le double corps, on assemble un tuyau de poêle ordinaire qui porte une clef et deux poignées, et est soutenue par un pied (fig. 9). Dans ce tuyau s'en emboîte, sur un coude, un ou plusieurs autres qui servent, suivant leur nombre, à jeter les produits de la combustion dans un conduit de cheminée à telle hauteur qu'on juge nécessaire.

On voit qu'on peut ainsi placer le calorifère dans telle partie d'une chambre qu'on désire, et qu'il suffit d'avoir pour cela le nombre de tuyaux nécessaires pour conduire la fumée jusque dans la cheminée.

Mais ce n'est pas tout, et ce qu'il y a de très-commode, c'est que le poêle calorifère de M. Chevalier est portatif, et qu'il peut chauffer des pièces où n'existe pas de conduits de cheminées, ou celles où il n'y a que des cheminées qui fument. Pour cela on place le calorifère dans une pièce quelconque où on l'allume et le fait brûler. Lorsque les ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tériaux en combustion sont en grande partie consommés, et que le poêle a acquis sa plus haute température, on enlève les tuyaux, on bouche la douille avec une boîte qui la clot hermétiquement, et qui est suspendue au corps par une chaînette, et on fait rouler le calorifère dans la pièce qu'il s'agit d'échauffer.

Ainsi, M. Chevalier a résolu fort heureusement un problème présentant des difficultés qui avaient rebuté bien des inventeurs. Il a construit un calorifère à courant d'air chaud, à réservoir de chaleur applicable à bon nombre d'opérations domestiques et en même temps portatif.

Tout récemment, M. Chevalier s'étant aperçu que le tirage assez fort qui s'établit dans son calorifère et le chemin circonscrit que la fumée parcourt pour se rendre du foyer dans le tuyau, où elle s'échappe dans la cheminée, lui faisait éprouver une perte assez notable de chaleur, il a modifié d'une manière heureuse son appareil, en établissant à l'intérieur des dispositions simples qui augmentent le trajet que la fumée doit parcourir, et qui lui permettent ainsi de se dépouiller plus complétement de la chaleur qu'elle entraînait, et qui se trouve versée dans l'appartement par l'air en contact avec les surfaces des conduits intérieurs que doit toucher cette fumée. Ces perfectionnements et d'autres de détail n'ont pas augmenté le prix de l'appareil.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'économie que présente ce mode de chauffage ; le lecteur comprendra aisément qu'on peut faire avec cet appareil un emploi très-fructueux du combustible, et en outre, que par la manière dont il est construit, les détériorations par un long et fréquent usage y sont peu considérables, et les réparations faciles et à bon compte.

Acide polychromatique.

M. Boutin, directeur de plusieurs établissements industriels en Russie, a publié un mémoire sur un nouveau corps résultant de l'action de l'acide azotique sur l'aloës succrotin. Ce produit, qu'il a nommé acide polychromatique, et qu'il a le premier obtenu à l'état de pureté, offrirait, suivant l'auteur, le plus grand intérêt pour la science, et plus particulièrement pour l'art de la teinture et de l'impression. En variant en effet les mordants, cet acide fournit une multitude infinie de nuances, toutes plus belles et plus solides que celles qu'on obtient par les procédés ordinaires. Il se présente sous la forme d'une poudre d'un brun rouge, peu soluble dans l'eau, mais assez soluble pour colorer une masse très-grande de ce liquide à la température ordinaire : il est plus soluble dans l'alcool, et il offre pour la teinture ce double avantage de pouvoir être facilement obtenu, et de posséder sous un plus petit volume une puissance colorante plus grande que celle des substances généralement employées. Cet acide peut se combiner avec tous les oxides métalliques et donner naissance à des sels plus ou moins solubles, tous diversement colorés.

Conservation de la glace.

M. F. Tudor, de Boston, le premier négociant qui ait envoyé d'Amérique de la glace dans les régions tropicales et jusqu'à la Chine, vient de proposer un moyen pour conserver cette glace pendant plus longtemps que par ceux jusqu'ici en usage. Ce moyen consiste à interposer, dans les vides que laissent entre eux les blocs de glace, un corps non conducteur, et de garantir ainsi leur surface du contact de l'air. Lorsqu'on a pris, dans le lieu où l'on doit conserver la glace, toutes les dispositions convenables, on place au fond une couche de blocs, et on comble les intervalles avec le corps non conducteur; on fait une seconde couche de blocs qu'on traite de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à ce que la glacière soit pleine. Les corps auxquels M. Tudor donne la préférence pour remplir les vides sont la sciure de bois, le liége réduit en poudre avec des râpes, la paille hachée, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Métier pour les tissus cotelés, cannelés et baracanés.

Par F. JONES, manufacturier, et Th. MELLODEW.

Dans tous les métiers, soit à la main, soit mécaniques, pour fabriquer les tissus côtelés, cannelés ou baracanés, comme futaines, baracans, velventines, etc., la nature, la dimension et la proportion des côtes ou cannelures qu'il s'agit de faire apparaître à la surface du tissu dépendent principalement du remisse, c'est-à-dire de l'arrangement et du mode d'action des lisses qui gouvernent les mouvements et la position réciproque des fils de la chaîne.

D'un autre côté, la dimension de la côte ou cannelure qu'on se propose de produire dépend aussi du nombre de fils qui sont relevés ou rabattus à chaque ouverture du pas pour le lancé de la navette.

Cette ouverture, ou, en d'autres termes, le jeu des lisses qui gouvernent la position respective des fils de la chaîne, s'opère généralement au moyen d'excentriques montés sur un arbre, et qu'on fait agir, suivant le jugement du mécanicien qui construit le métier, par les moyens les mieux appropriés à sa nature.

La rotation de ces excentriques relève ou rabat un certain nombre de fils de la chaîne, suivant le style ou la nature de la côte ou cannelure à produire, et c'est dans la disposition et l'arrangement de certaines pièces du mécanisme pour déterminer, par l'action des lisses, un semblable effet, ayant pour but de donner à ces côtes ou cannelures une direction diagonale sur l'étoffe, que consistent les perfectionnements que nous avons apportés dans la construction du métier mécanique.

Le nombre des fils de la chaîne élevés ou abaissés pour former le pas à travers lequel la navette doit être chassée, peut varier suivant le nombre des excentriques placés sur l'arbre tournant d'un métier mécanique ordinaire, mais il est clair que le nombre des permutations ou combinaisons qu'on peut obtenir avec les fils de la chaîne dépend et est limité par une révolution unique de l'arbre tournant sur lequel les excentriques se trouvent montés, et c'est à obvier à cette limitation ou à cette restriction apportée dans les effets de ce mécanisme que consiste principalement notre invention.

Nous allons maintenant faire connaître, en renvoyant aux figures, les moyens que nous avons employés pour faire varier dans une plus grande étendue les combinaisons de l'ouverture de la chaîne qui doivent former le pas et produire ainsi des côtes ou cannelures qui courent diagonalement sur les futaines, les baracans et autres tissus du même genre.

PLANCHE V, fig. 16. Le métier vu en élévation par-devant.
fig. 17. Le même en élévation par derrière.
fig. 18. Le même en élévation du côté droit.
fig. 19. Plan de l'appareil à accrocher les cordes des lisses.
fig. 20. Le même appareil vu par-devant.
fig. 21. Maillon de la chaîne sans fin régulatrice des lisses, vu de face.
fig. 22. Coupe transverse du tambour de la chaîne sans fin.

Dans ces figures, les mêmes lettres désignent les mêmes objets. Seulement, comme notre métier, sauf le perfectionnement que nous y avons apporté, ne diffère en rien de ceux mécaniques ordinaires, nous nous contenterons, autant que possible, de décrire ici les parties du mécanisme que nous avons introduites ou modifiées.

Légende.

A	Poulies fixe et folle.
B	Ensouple de l'ouvrage.
C	Ensouple de la chaîne.
D	Arbre moteur principal.
z	Roue dentée montée sur cet arbre.
y, x	Roues dentées commandées par la roue z.
d	Excentrique monté sur l'arbre de la roue x.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E Premier levier de permutation des lisses.
v Galet placé à l'extrémité de ce levier.
e Centre de rotation de ce levier.
F Deuxième levier de permutation des lisses.
f, *f* Bielles articulées à ces leviers.
f' Levier à coulisse pour fixer ces bielles.
G Arbre vertical.
g Levier à déclic.
H Roue à encliquetage.
h, *h* Chaîne sans fin.
h', *h'* Poulies de renvoi de cette chaîne.
I Petit arbre horizontal moteur de la pièce K
K Pièce portant les broches *i*,*i*,*i*,
L, L Bricoteaux.
l, *l* Cordes des lisses.
m, *m* Crochets portés par les cordes des lisses.

Effets du mécanisme.

Dans nos métiers de construction perfectionnée, et dans tous ceux où on appliquera nos perfectionnements, on voit que nous avons abandonné l'usage de l'arbre tournant et des excentriques pour gouverner le mouvement et la position des lisses, et qu'au lieu de la série des engrenages qui transmettent le mouvement de l'arbre moteur principal à ces excentriques, nous nous sommes servi d'un autre moyen mécanique.

Dans les fig. 16 et 17, A indique la poulie fixe et la poulie folle qui transmettent le mouvement au métier; B (fig. 16 et 18) est l'insouple de l'ouvrage, et C (fig. 17 et 18) celui de la chaîne.

Cela posé, l'arbre moteur principal D (fig. 17), qui reçoit le mouvement des poulies, porte une roue dentée *z* qui transmet le mouvement au moyen de la roue *y* à la roue *x*, de telle façon que celle-ci fait une révolution dans le même temps que l'arbre principal D. On s'est contenté de représenter, dans la fig. 18, au pointillé, les circonférences primitives de ces roues *y* et *x*, afin d'éviter la confusion.

Sur l'axe de cette dernière roue dentée *x* est monté un excentrique *d*, dont on aperçoit bien la forme dans la fig. 18. Sur cet excentrique s'appuie un petit galet *v* porté par le levier de permutation E, de façon qu'à chaque tour de cet excentrique *d* ce levier E bascule sur son point d'appui ou centre de rotation *e*.

Ces oscillations du levier E sont à leur tour transmises à un second levier de permutation semblable F, au moyen de deux bielles articulées *f*, *f*, et d'un autre levier à coulisse *f'*. En se rendant compte du mouvement de ces pièces, on verra que par cette disposition les deux leviers E et F oscillent constamment en sens inverse, et dans une étendue dont le rapport peut varier à volonté, à chaque révolution de l'excentrique *d*.

Le mouvement de l'arbre principal D est aussi transmis à l'arbre vertical G, au moyen d'un engrenage conique, ainsi qu'on le voit dans les fig. 17 et 18, et à l'extrémité supérieure de cet arbre est placée une came qui, à chacune des révolutions de l'arbre, soulève un petit levier à déclic *g* (fig. 17), et qui, par conséquent, fait passer un certain nombre de dents de la roue à encliquetage H, et la force de s'avancer avec une vitesse angulaire déterminée à chaque révolution de l'arbre G.

h, *h* est une chaîne sans fin, d'une construction particulière, ainsi qu'on le voit fig. 21, et qui passe sur un tambour octogone placé concentriquement sur le même arbre que la roue à rochet H. Cette chaîne s'appuie aussi sur des poulies guides ou de renvoi *h'*, *h'*, et la vitesse de cette dernière roue est calculée de telle manière, qu'à chaque révolution de l'arbre G, elle fait un huitième de sa révolution, et fait marcher en avant un des chaînons plats de la chaîne sans fin. Ce chaînon s'applique exactement sur une des faces du tambour octogone de la roue H, dont on voit la forme dans la fig. 22, qui en est une coupe transverse.

De l'arbre G, le mouvement est aussi communiqué par des roues d'angle à un autre petit arbre I qu'on voit distinctement dans la fig. 18, et sur lequel sont montés deux excentriques dont on saisira mieux la forme et le jeu à l'inspection de la figure 20. Chaque révolution du levier horizontal I fait mouvoir en va et vient la pièce K dans la direction des flèches de la fig. 17; ce mouvement est combiné avec celui de la partie de la chaîne *h*, *h*, qui passe dans la direction indiquée dans cette figure par un moyen qu'on concevra plus aisément en jetant les yeux sur la fig. 19, qui représente séparément le plan sur une plus grande échelle de cette partie de notre métier.

Dans cette figure 19, *i*,*i*,*i* représente une série de petites baguettes ou broches à crochets, horizontales, en nombre égal à celui des lisses nécessaires pour tisser des côtèles ou cannelés à côtes ou cannelures diagonales. Or, le mouvement alternatif de la pièce K correspondant avec le mouvement ou la descente uniforme de la chaîne, une ou plusieurs de ces broches horizontales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

i,*i*,*i* sont portées en avant en accrochant la lisse correspondante chaque fois que cette pièce K marche elle-même en avant, mais seulement lorsqu'elles viennent à rencontrer les vides ou parties à claire-voie que leur présente le chaînon de la chaîne qui se présente devant elles.

L,L, dans les fig. 16 et 17, représentent les leviers ordinaires ou bricoteaux auxquels sont suspendues les différentes lisses. A l'autre extrémité de ces bricoteaux sont attachées les cordes *l*, *l*, qui correspondent aux marches placées à l'ordinaire sous le métier.

Mais, dans le point où ces cordes *l*, *l* passent à la hauteur des leviers de permutation E et F, dont on a décrit précédemment le mouvement alternatif, chacune d'elles porte deux crochets en métal indiqués par la lettre *m* dans les fig. 16 et 17, et ces crochets, par suite du jeu des broches *i*, *i* dans le chaînon qui est devant elles, se trouvent engagés soit sur le levier E, soit sous celui F.

Il s'ensuit qu'à chaque oscillation de ces leviers F et E, on élève ou l'on abaisse un certain nombre de lisses, suivant la direction diagonale qu'on veut donner au tissu côtelé qu'on fabrique, et que le nombre de combinaisons ou permutations des différentes lisses n'est borné que par celui des chaînons dont la chaîne *h*, *h* se trouve composée, au lieu de l'être, comme dans les métiers de construction ordinaire pour ce produit, par une révolution de l'arbre à excentriques.

On conçoit facilement, d'après la description précédente, que la nature et la position ou l'angle sous lequel sont placées les côtes à la surface des étoffes, dépend de la construction et de l'arrangement de la chaîne *h*, *h*.

Un des effets produits sur les étoffes côtelées, cannelées, baracanées, etc., tissées avec cette chaîne sans fin, est qu'un plus grand nombre de duites peuvent être lancées avant que la chaîne représente le chaînon qui a commencé l'opération, et, par conséquent, qu'on produit une corde diagonale courant sur un angle quelconque, et qu'on peut ouvrir et couper pour terminer l'étoffe, ainsi que cela se pratique actuellement pour les tissus de ce genre avec raies ou cannelures marchant parallèlement aux lisières.

Dispositions nouvelles dans les moulins à doubler et retordre les soies.

Par M. W. NEEDHAM.

Je me suis proposé, dans la construction de cette machine, de perfectionner les opérations nécessaires pour dévider, doubler et retordre les soies, et en même temps les rendre, s'il était possible, plus économiques que par les moyens employés jusqu'à ce jour. Je crois y être parvenu au moyen des dispositions suivantes :

PLANCHE V, fig. 23. Élévation antérieure ou postérieure du moulin ;
fig. 24. Élévation latérale ;
fig. 25. Plan dudit moulin ;
fig. 26 et 27. Détails d'une disposition particulière des pièces.

Dans ces figures, les mêmes lettres indiquent les mêmes objets, seulement on n'a fait représenter que deux fuseaux et bobines renvideuses de chaque côté du moulin, mais on conçoit que les perfectionnements proposés s'appliquent à des machines d'un nombre quelconque de fuseaux.

A indique la poulie motrice qui emprunte le mouvement à un agent ou récepteur de force quelconque, et le transmet au moulin par l'entremise d'un arbre principal B.

C,C,C,C sont des poulies à gorge qui font tourner les fuseaux D,D, les bobines renvideuses K,K et les ailettes G, par le moyen d'une corde ou courroie sans fin qui embrasse la gorge d'une poulie fixée sur l'ailette G, et passe en outre sur un cône X porté par l'extrémité inférieure du fuseau D.

De chaque côté de ces fuseaux à cônes sont placés des tubes ou broches portant un roquet E,E autour de l'esquive duquel passe aussi la courroie. Cette esquive sert de guide à la courroie sur le cône du fuseau, et la fait monter ou descendre sur lui pour accélérer ou ralentir le mouvement de ce fuseau.

Enfin, par chacun des fuseaux à cônes, il y a également une poulie de tension F qui maintient la courroie dans un degré de tension convenable. Ces poulies sont portées sur des chariots et tirées par des poids.

Les poulies motrices C,C reçoivent, comme nous l'avons dit, leur mouvement de l'arbre principal B, mais elles ne doivent être en activité qu'autant que les deux fils qui sont doublés et retordus passent simultanément par l'ailette G, car aussitôt qu'un de ces fils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vient à se rompre, le mécanisme est disposé de telle manière que ces poulies peuvent suspendre leur mouvement de rotation.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur les avantages de cette disposition dont on donnera plus bas la description, et il suffira de dire qu'on a cherché ainsi à obvier à l'inconvénient qui résultait de ce que le fuseau D et l'ailette G continuant à tourner après la rupture, la bobine ne renvidait plus qu'un seul fil, tandis que, dans la disposition adoptée, la bobine et les roquets E suspendant simultanément leur mouvement, rien n'est plus facile que de trouver les bouts rompus et de les nouer ensemble.

Voici, du reste, la marche que suivent les fils de soie dans le moulin. D'abord ces fils sont dévidés de dessus les deux roquets E appartenant à chaque fuseau D, et à mesure qu'ils se déroulent ils montent verticalement et viennent passer sur les chevilles ou tubes de verre *a*,*a*; de là ils se réunissent pour passer ensemble à travers l'œil *b*, percé au bout d'un fil de laiton H, pour monter vers deux petites poulies de renvoi *d*,*d*, qui les jettent sur l'ailette G, laquelle leur donne la tension nécessaire, et les enroule enfin sur la bobine renvideuse K.

Ce fil de laiton H, dont l'autre extrémité est fixée en *I*, soutient par sa tension un levier à crochet P dont le centre de rotation est également en I, et dont on expliquera dans un instant l'usage.

On donne un mouvement de va-et-vient ou alternatif vertical à la barre L qui porte la poulie des ailettes pour opérer le renvidage régulier du fil sur toute la hauteur de la bobine par les moyens déjà connus.

De plus, on parvient à gouverner la vitesse des bobines K à mesure qu'elles se chargent de soie ouvrée, en faisant monter peu à peu la barre N par un système de communication de mouvement qu'on comprendra parfaitement à l'inspection des figures. En élevant cette barre, la courroie s'élève sur la poulie conique X des fuseaux, et la vitesse de ceux-ci se trouve diminuée proportionnellement à l'accroissement de diamètre des cônes, dont la hauteur et la base sont calculées pour donner tous les degrés de tension que doivent recevoir les diverses espèces de soie.

Voici maintenant par quelle disposition les poulies C,C suspendent leur mouvement de rotation aussitôt qu'un des fils qui composent l'organsin vient à se rompre.

C′, C′ sont des colliers formant ressort et garnis à l'intérieur d'une bande mince de cuir ou autre matière, ainsi qu'on le voit fig. 27. Lorsque ces colliers-ressorts sont en place, ils embrassent et serrent fortement l'arbre moteur B, et comme ils sont unis aux poulies C,C, il s'ensuit qu'ils entraînent celles-ci dans le mouvement de rotation de cet arbre.

Tant que le travail du moulinage de la soie marche avec régularité, les fils de soie ayant une tension égale sur l'œil terminal *b* du fil de laiton H, à travers lequel ils passent, ce fil se maintient dans une position mitoyenne entre eux, et indiquée par la figure; mais aussitôt que l'un de ces fils vient à se rompre, alors la tension du fil restant est suffisante pour rejeter l'œil *b* du fil de laiton H à l'extrémité du guide *o*; dans ce mouvement, le crochet du levier P ne se trouvant plus soutenu par le fil H, ce levier bascule autour de son centre, et un cliquet *e* (fig. 26), qu'il porte à l'autre extrémité, vient buter contre la came *f* que porte le collier ou ressort circulaire C′.

Le choc qui a lieu par suite de la vitesse de rotation que possède ce ressort est suffisant pour faire ouvrir légèrement celui-ci, et pour permettre au petit cliquet *g* de venir également contrebuter contre l'arrêt *g*, comme on le voit dans la fig. 26, et par conséquent pour maintenir le ressort ouvert.

Le ressort ne serrant plus l'arbre moteur B, la poulie C devient folle, et le roquet, le fuseau, l'ailette et la bobine qui appartiennent à la poulie cessent d'être en mouvement. Alors l'ouvrier rattache le fil rompu, relève le levier P dans sa position primitive; le ressort se referme, et le moulinage recommence comme auparavant.

Machine pour mortaiser, rainer ou planer les métaux.

Par M. J. Nasmyth, ingénieur.

Dans presque toutes les machines employées aujourd'hui dans les ateliers pour mortaiser, rainer ou planer, l'outil coupant fonctionne en descendant sur la pièce à travailler, soutenue elle-même par divers appuis sur une plate-forme, un plateau ou une table de travail. De plus, cet outil change de place au moyen d'un chariot et d'engrenages, et tout le mécanisme qui le met en action est nécessairement situé au-dessus de la plate-forme de la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition est nécessairement défectueuse en ce que, dans une foule de cas, elle pose une limite aux proportions des pièces ou au diamètre des roues sur lesquelles il s'agit d'opérer, et en outre parce qu'elle exige des dimensions considérables dans la machine, et enfin parce qu'elle donne à tout l'appareil une marche extrêmement irrégulière et qui manque de fermeté.

Tels sont les inconvénients que M. J. Nasmyth s'est proposé d'éviter dans sa nouvelle machine, et dans laquelle la plate-forme avec ses engrenages et ses dépendances, qui doivent amener les pièces à l'outil tranchant, est placée en dessus de la machine et par dessus toutes les autres parties du mécanisme moteur de la machine. L'outil ou burin, dans cette nouvelle disposition, remplit ses fonctions, monte et descend sur un arbre central qui s'élève au centre de la plate-forme, et est mis en activité par une combinaison mécanique convenable.

Afin de faire comprendre ces dispositions nouvelles, on a représenté, dans les fig. 28, 29, 30, 31, planche V, la machine sous différents aspects.

fig. 28. Vue en élévation et par devant de la machine.
fig. 29. Plan de ladite machine.
fig. 30. Elévation du côté droit.
fig. 31. Coupe par le milieu.

Légende.

a a Bâtis de la machine.
b b Rainures du chariot inférieur.
c e Chariot inférieur.
d d Languettes de ce chariot.
e e Chariot supérieur.
f f Plate-forme qui porte les pièces à rainer.
g g Mortaises de la plate-forme.
h h Entailles à la périphérie.
i Levier à bascule et à ressort entrant dans ces entailles.
k Canon central sur lequel peut tourner la plate-forme.
l Outil coupant ou burin.
m m Broche verticale porte-outil.
n n Axe en coulisseau hexagonal qui porte la broche.
o o Bague ou collier du coulisseau.
p Poulie motrice.
q Arbre de cette poulie.
r Pignon monté sur cet arbre.
s Roue dentée menée par le pignon.
t Plateau à manivelle.
u Manche de la manivelle.
v Bielle articulée à cette manivelle.
w Boîte glissante sur le coulisseau *n*.
x Vis qui sert à fixer cette boîte.
y Arbre de la roue dentée *s*.
z Excentrique porté par cet arbre.
1 Fourchette qui embrasse cet excentrique.
2 Levier à fourchette.
3 Axe à mouvement alternatif.
4 Bras de levier fixé sur cet axe.
5 Bielle qui reçoit son mouvement du levier.
6 Cliquet mis en action par cette bielle.
7 Roue dentée dans laquelle entre ce cliquet.
8 Boîte à écrou.
9 Vis qui tourne dans cette boîte.
10 Verge fixée aussi sur le levier 2.
11 Cliquet mu par cette verge.
12 Roue à rochet.
13 Boîte à écrou.
14 Vis qui entre dans cette boîte.
15 Vis calantes des chariots.
16 Mode nouveau de goupillage.

Description de la machine.

aaaa représente le bâtis en fonte de la machine, sur les traverses supérieures duquel on a tracé une rainure *bb* en V ou de toute autre forme; c'est sur cette rainure que glisse le plateau ou chariot inférieur *cc*, au moyen d'un languette *dd* également en V, qu'on y a poussé par dessous. Un autre plateau ou chariot supérieur *ee*, placé sur celui *cc*, se meut sur des coulisses anguleuses dans une direction faisant un angle droit avec celle des coulisses en V de *bb*. C'est ainsi qu'on satisfait d'abord à la condition de pouvoir donner une position quelconque à la pièce dans les deux dimensions d'un plan horizontal.

Au-dessus de ces deux plateaux formant chariots se trouve la plate-forme de travail *ff*, qui constitue la pièce la plus élevée de la machine. Cette plate-forme est percée d'un certain nombre de mortaises en T *gg* dans la direction des rayons qui ont pour but de fixer la pièce qu'il s'agit de rainer ou de planer pendant qu'elle est soumise à l'action du burin. On remarque aussi à sa périphérie et entre les mortaises consécutives des entailles *hh*, destinées à la fixer dans une position quelconque au moyen du levier à bascule *i*, sur lequel presse un ressort lorsqu'on le fait tourner sur un canon central *k*, quand le travail l'exige.

L'outil coupant ou le burin *l* est fixé sur l'extrémité de la broche verticale ou porte-outil *mm*, montée elle-même sur l'axe hexagonal *n*, où elle est rete-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nue par des clefs ou clavettes, et qui a un mouvement alternatif dans des bagues ou colliers *oo*, qui servent à la guider et à la maintenir. Cette broche *mm* qui porte l'outil peut être enlevée et remplacée par d'autres de longueur et de diamètre variables, suivant la nature du travail qu'on doit exécuter.

On donne le mouvement alternatif vertical au burin *l* au moyen d'une courroie sans fin qui passe sur la poulie *p*, fixée à l'une des extrémités de l'arbre tournant *q*. A l'autre extrémité de cet arbre est monté le pignon *r*, qui mène la roue dentée *s*, laquelle porte le plateau *t* à manivelle *u*; cette manivelle est attachée à la bielle *v*, dont l'extrémité inférieure est articulée sur le tenon d'une boîte glissante *ww*, à la partie inférieure de l'axe *n*, boîte que l'on fixe à une hauteur convenable par la vis *x*. On voit ainsi, sans autre explication, comment la manivelle *u*, en tournant, met l'outil *l* en action.

Pour que le travail de la machine ait une marche progressive, c'est-à-dire pour que les mortaises, par exemple, aient toute leur profondeur et toute leur largeur, l'arbre *y* de la roue dentée *s* porte un excentrique *z* qui, en tournant entre les bras 1 du levier à fourchette 2, communique un mouvement alternatif à un axe 3 sur lequel l'autre extrémité du levier est fixée. Un autre bras du levier 4, également rivé sur cet axe, soulève dans ce cas la bielle 5, et communique un mouvement alternatif au cliquet 6 à chaque révolution de l'excentrique. Comme le cliquet 6 est maintenu solidement par son ressort dans l'intervalle des dents de la roue dentée 7, et que cette roue est montée à clef sur la boîte à écrou 8, qui fait mouvoir la vis 9 fixée sur le plateau *cc*, on voit que ce plateau glisse alors sur ses coulisses en V, et fait avancer la pièce sous le burin à chaque descente de celui-ci.

Un mouvement semblable est donné au plateau supérieur *cc* par la verge 10, aussi liée par son extrémité inférieure au levier à excentrique 2, et qui met en jeu le cliquet 11, lequel fait avancer de une ou plusieurs dents la roue à rochet 12 à chaque révolution de l'excentrique, et enfin par la boîte à écrou 13 et la vis 14, qui font glisser sur ses coulisses le plateau supérieur, et par conséquent avancer dans un autre sens la pièce sous le burin.

Enfin on peut donner encore un léger degré d'inclinaison aux mortaises ou aux rainures en élevant et abaissant d'une manière convenable la série des vis 15, 15, qui servent à caler les chariots.

Une méthode commode que l'auteur indique en terminant pour fixer à leur place les clefs et les clavettes est celle qu'on voit représentée dans les fig. 32 et 33, n° 16, et qui consiste à les percer d'un grand nombre de petits trous sur une même ligne, à y introduire un fil de fer qu'on roule en spirale. Il est aisé de voir que toutes les fois qu'on est obligé de chasser la clavette pour rendre aux pièces toute leur union intime, on n'a qu'à faire tourner le fil spiral pour que son extrémité du côté de la boîte puisse entrer dans le nouveau trou que le marteau a fait sortir en frappant sur la tête de la clavette. C'est une goupille à laquelle on peut laisser du jeu sans crainte qu'elle échappe et tombe, et qu'on peut retirer et remettre à volonté.

Machine à tailler les vis.

Par J. Whitworth, mécanicien.

Je me suis proposé d'abord, dans l'invention de cette machine, d'améliorer la construction de la filière à coussinets et de perfectionner les moyens déjà connus pour faire marcher ceux-ci simultanément en avant ou en arrière, et, en second lieu, de faire fonctionner les filières, ainsi construites et établies, par machine à vapeur ou toute autre force mécanique quelconque.

Les moyens propres à faire avancer simultanément les coussinets d'une filière peuvent varier d'une infinité de manières relativement à la disposition et à la construction des pièces qui permettent de parvenir à ce but, aussi vais-je exposer diverses méthodes qui m'ont permis d'obtenir ce résultat, et qui présentent quelques variations dans les détails.

La figure 17, planche T, n° II, est une vue perspective de ma filière à mains, avec les coussinets en place;

fig. 18. La même, vue de champ;

fig. 19. Intérieur de la filière après avoir enlevé le couvercle de la boîte;

fig. 20. La même, vue par dessous;

fig. 21. Coupe longitudinale et verticale par le milieu.

Dans ces figures *a*,*a*,*a*, sont les coussinets ajustés avec beaucoup de soin dans des coulisses creusées en partie dans la boîte *b*,*b* et en partie dans son couvercle ou plaque de recouvrement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c,c. Ces coulisses sont établies de manière à permettre aux coussinets de glisser dans la direction des rayons du cercle que forment la boîte et son couvercle. *d* est une roue placée à l'intérieur d'une chambre circulaire que ces deux dernières pièces laissent entre elles ; à sa périphérie, cette roue porte des dents qui engrènent dans les pas d'une vis tangente *e*, qui pénètre également par une petite ouverture entre la boîte et son couvercle. On conçoit aisément comment cette vis, quand on la tourne, fait marcher la roue dentée *d*.

Dans l'épaisseur de cette roue dentée, on a découpé trois mortaises courbes et excentriques *f,f,f*, et la queue de chacun des coussinets *a,a,a* vient s'appuyer respectivement sur la paroi courbe et excentrique de l'une de ces mortaises. Par conséquent, en tournant la vis tangente *e*, la roue dentée marche, et les queues des coussinets, poussées par le rayon de moins en moins éloigné du centre des courbes excentriques *f*, les font tous avancer simultanément vers le centre de la filière.

J'ai représenté dans les fig. 22, 23 et 24 la machine que je propose pour tailler les vis par le secours d'une machine à vapeur.

La fig. 22 est le plan de cette machine.

La fig. 23 une coupe verticale.

La fig. 24 une élévation latérale.

Les mêmes lettres dans les trois figures indiquent les mêmes objets.

A,A est l'établi de la machine construit, à peu de différence près, comme celui d'un tour, et comme lui portant des poupées fixes B,B sur lesquelles peut tourner et glisser en même temps, dans le sens longitudinal, un arbre principal CC. Une roue dentée D est fixée sur cet arbre par une clavette qui traverse son moyeu. Cette clavette entre en même temps dans une rainure pratiquée sur la longueur de l'arbre principal C, ainsi qu'on le voit dans la fig. 23. Cette roue se trouve ainsi liée à l'arbre de manière à pouvoir lui communiquer son mouvement de rotation, et à lui permettre également de glisser au besoin dans son moyeu ou noyau.

La roue D reçoit son mouvement du pignon E, monté sur l'arbre auxiliaire F, lequel arbre roule dans des coussinets portés sur des potences G,G qui s'avancent au delà de l'établi ; sur cet arbre auxiliaire sont enfilées deux poulies H et I qui tournent librement sur lui ; chacune d'elles est munie de griffes, et entre elles est placé le manchon à griffes K, et son levier d'embrayage L, qui est destiné à mettre en prise l'une ou l'autre de ces poulies avec le manchon, et à faire tourner l'arbre à volonté dans des directions contraires.

La fig. 25, qui représente en élévation cet arbre auxiliaire F et les pièces qui en dépendent, fera mieux comprendre cette partie de la machine. On y voit que des poulies H et I partent des courroies MM′, dont l'une est croisée, qui vont passer sur des poulies correspondantes montées sur un arbre de couche principal N, lequel reçoit le mouvement de la machine à vapeur, et peut le communiquer dans des directions contraires au moyen des courroies M,M′ aux poulies H et I.

Suivant la position dans laquelle est placé le levier d'embrayage L, ainsi qu'on le voit au trait et au pointillé dans cette fig. 25, l'arbre F tournera dans l'une ou l'autre direction, ou restera immobile quand le manchon restera à égale distance entre les poulies qu'il porte.

La filière P, dans cette machine, est montée sur un support Q, qui peut glisser sur un railway que porte l'établi AA, et être fixée à volonté par un boulon à écrou. Les coussinets de cette filière sont établis d'après le principe décrit ci-dessus, mais leur construction varie néanmoins un peu.

La pièce cylindrique en blanc, arbre, vis ou boulon, etc., qu'on veut fileter et qu'on voit en R, est maintenue d'un bout dans les griffes d'un mandrin universel monté sur le nez de l'arbre principal C. Les mouvements de rotation et de translation simultanés de cet arbre font donc passer la pièce en blanc à travers la filière, et par conséquent tailler le filet qu'elle doit porter sur sa surface convexe.

Le mouvement de translation de l'arbre principal C dépend d'une vis conductrice T dont l'axe de figure coïncide avec celui de cet arbre. Ces deux pièces sont unies à leurs extrémités au moyen d'une tête que la vis porte à un de ses bouts, qui entre dans une cavité creusée dans le bout de l'arbre, et qui permet à celui-ci de tourner au besoin indépendamment de la vis.

Cette vis T traverse une boîte à écrou U qui tourne librement sur la poupée V, et à laquelle on communique le mouvement par la roue dentée W fixée sur elle. Cette disposition suffit pour donner à l'arbre principal un mouvement de translation en avant ou en arrière.

On voit aussi par cette disposition qu'une même vis T d'un pas convenable peut être employée à tailler des filets d'un pas quelconque sur la pièce en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blanc R, et que la marche progressive de la vis et de l'arbre principal, qui détermine en définitive l'inclinaison du pas dans le filetage, peut être réglée en variant à volonté les diamètres des engrenages des roues qui mettent en communication entre eux l'arbre secondaire F et l'arbre principal C, ainsi que la roue dentée W que porte la boîte à écrou.

Afin de limiter l'étendue de la partie filetée sur la pièce en blanc, des arrêts d'ajustement XX sont posés sur un coulisseau qui marche en même temps que l'arbre principal s'avance. Dans un point déterminé et en temps opportun, ces arrêts agissent sur le levier d'embrayage L, qui rejette le manchon à griffes E sur la poulie opposée, et change ainsi la direction du mouvement.

La fig. 26 fait voir la structure intérieure de la boîte de la filière à coussinets qui a été adaptée à la machine. Dans cette figure, les coussinets *a,a,a* sont ajustés dans des mortaises cylindriques percées en rayonnant dans un anneau intérieur qu'on voit détaché dans la fig. 27. Les coussinets sont poussés en avant par des plans courbes excentriques *y,y,y* taillés dans l'anneau extérieur de la boîte, ainsi qu'il est indiqué fig. 26. Enfin, sur ce même anneau s'élèvent trois arêtes courbes excentriques *z,z,z*, mais parallèles aux plans *y*, entrant dans des encoches pratiquées à la face inférieure des coussinets, et qui concourent aussi à les faire marcher vers le centre.

Il est facile de voir que l'anneau intérieur étant maintenu fermement sur le support Q (fig. 25), tandis que l'anneau extérieur peut glisser sur lui, qu'en tournant d'un certain angle ce dernier, au moyen du levier à poids V, les coussinets se rapprocheront peu à peu ou s'éloigneront du centre.

La fig. 28 est la plaque à recouvrement mobile qu'on place sur la boîte de la filière.

Les fig. 29 et 30 représentent une autre manière de produire le même mouvement en avant des coussinets par des plans inclinés ou des coins au lieu des plans courbes excentriques décrits précédemment. La fig. 29 fait voir l'intérieur de la boîte à coussinets dont on a enlevé le couvercle, et la fig. 30 une coupe de cette même boîte avec son couvercle ; *y,y* sont les coins placés dans des mortaises du fût, et qui agissent sur les extrémités des boîtes ou blocs qui portent les coussinets. Sur la face supérieure des coins sont brasés des goujons qui jouent librement dans des mortaises percées dans la plaque de recouvrement, ainsi qu'on le voit fig. 31. En faisant tourner cette plaque, ces mortaises agissent sur les goujons et font avancer les coins, et par suite les coussinets.

Les fig. 32 et 33 présentent encore une autre méthode pour effectuer le mouvement simultané, soit en avant, soit en arrière, des coussinets, à l'aide de leviers coudés *y,y,y*, dont un des bras agit dans une entaille creusée dans la boîte du coussinet. Ces leviers ont leur axe de rotation fixé sur le fût même de la filière, et l'extrémité de leur autre bras articulée sur les oreillons d'un anneau extérieur. En faisant tourner cet anneau d'un certain angle, ces leviers font avancer ou reculer les coussinets suivant la profondeur qu'on veut donner au filetage des pièces.

Enfin, dans les fig. 34 et 35, on a encore représenté une autre manière d'opérer le mouvement centripète ou centrifuge des coussinets avec des vis, une roue dentée et des pignons. *y,y,y* sont les extrémités des boîtes des coussinets taillées en vis. Ces vis portent des écrous formant pignons d'angle et fixés à l'anneau intérieur par des dispositions convenables. Ces pignons ne peuvent que tourner sur leur axe sans mouvement de translation, et une languette longitudinale, réservée sur les boîtes à coussinets, et entrant dans une rainure, s'oppose à ce que ceux-ci puissent tourner dans le fût. Enfin, une roue d'angle tournant sur un collet de l'anneau intérieur forme elle-même un anneau extérieur qui engrène dans tous les pignons, et qui, quand on la tourne, fait marcher en avant ou en arrière, au moyen de ces pignons, les boîtes ou pièces qui portent les coussinets.

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques sur la reproduction des pièces analogues.

Par M. J.-H. Ibbetson.

(Suite.)

Modèle n° 4. — Pl. T II, fig. 4.

Ce modèle se compose de 5 séries de cercles, qui forment les figures les plus éloignées du centre, et de 5 séries d'arcs de cercles ou de lignes courbes, qui forment la rosette centrale. Les cercles sont de rayons différents et arrangés suivant diverses excentricités autour d'un centre commun. Les arcs de cercle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont tous du même rayon et de la même excentricité ; ils partent d'un centre commun et varient de longueur seulement.

Afin de comprendre la description que nous allons donner de la méthode par laquelle les arcs de cercle sont produits, il faut se rappeler que dans le tour excentrique tous les cercles et tous les arcs de cercle sont produits par la rotation du tour ; que le rayon de tous les cercles et de tous les arcs de cercle dépend de l'ajustage du support à coulisse ; et que le lieu de tous les cercles et de tous les arcs de cercle, ou ce qu'on appelle leur excentricité dans ce genre de tour, leur est donné par le moyen du chariot excentrique. Si donc un outil est appliqué à la surface de l'ouvrage sur un point hors du centre du mouvement du tour, et que la poulie à courroie qui donne le mouvement à l'arbre du tour fasse une révolution entière, un cercle sera décrit ; si la poulie ne fait qu'une demi-révolution, l'outil décrira un demi-cercle ou bien un arc de 180 degrés ; si la poulie ne fait qu'un quart de révolution, l'outil décrira un quart de cercle ou bien un arc de 90 degrés. La poulie qui donne le mouvement au mandrin du tour présente donc le moyen pratique de mesurer tous les arcs : elle donnera cette mesure très-exactement et correctement, si l'on trace sur cette poulie un cercle divisé en un assez grand nombre de parties. Supposons, par exemple, que ce cercle soit divisé en 48 parties, et que, pour produire un arc ou ligne courbe, ladite poulie se meuve de 12 de ces parties, la mesure de l'arc ou de la courbe dès lors produite sera égale à 12/48 de circonférence ; si la poulie se meut de 24 de ces parties, la mesure de la courbe sera égale à 24/48, etc., etc. C'est d'après ce principe que les courbes dont il s'agit sont produites, et qu'on arrête la mesure de leur longueur.

On se sert de l'outil n° 32 pour tout ce modèle ; le support à coulisse doit être établi perpendiculairement à l'arbre du tour.

Fixez l'outil dans le support à coulisse, ajustez sa pointe, le chariot excentrique et le support à coulisse au centre commun, avec toute l'exactitude possible.

Dans cet état de choses, faites mouvoir le tour, et, pressant doucement la pointe de l'outil contre la surface de l'ouvrage, décrivez un très-faible point ; à partir de ce point, toutes les courbes qui forment le cercle de la figure se produisent de la manière suivante.

Première série d'arcs. (T III, fig. 51.)

Excentricité	=	5.
Rayon	=	5.
Mesure des arcs	=	12/48.

Donnez l'excentricité et le rayon en tournant la vis de rappel du chariot et la vis du support de 5 tours chacune en arrière. Mettez le cercle du chariot à la division 96, tournez la poulie à courroie de l'arbre jusqu'à ce que le point central commun soit sous la pointe de l'outil ; puis, mettant la pointe de l'outil en ce point, décrivez une courbe en donnant à la poulie un mouvement égal à 12 divisions, en la supposant divisée en 48 (1) ; alors décrivez 5 autres arcs ou courbes à chacune des divisions suivantes du cercle du chariot, 16, 32, 48, 64, 80.

Seconde série d'arcs. (T III, fig. 52.)

Excentricité	=	5.
Rayon	=	5.
Mesure des arcs	=	11/48.

Ces arcs sont produits, à partir du point central, de la même manière que ceux de la première série ; mais la poulie ne doit se mouvoir que de 11 divisions seulement. Il y a 12 arcs de cette mesure à décrire, un à chacune des divisions suivantes du cercle du chariot, 2, 14, 18, 30, 34, 46, 50, 62, 66, 78, 82, 94.

Troisième série d'arcs. (T III, fig. 53.)

Excentricité	=	5.
Rayon	=	5.
Mesure des arcs	=	10/48.

Produisez 6 arcs, un à chacune des divisions 4, 20, 36, 52, 68, 84.

Quatrième série d'arcs. (T III, fig. 54.)

Excentricité	=	5.
Rayon	=	5.
Mesure des arcs	=	8/48.

Produisez 6 arcs, un à chacune des divisions suivantes, 6, 22, 38, 54, 70, 86.

Cinquième série d'arcs. (T III, fig. 55.)

Excentricité	=	5.
Rayon	=	5.
Mesure des arcs	=	7/48.

Produisez 12 arcs, un à chacune des

(1) On arrive à une très-grande exactitude pour cette figure centrale, à l'aide d'un arrêt qui maintient la poulie dans les limites du mouvement destiné à la production de l'arc demandé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divisions 8, 12, 24, 28, 40, 44, 56, 60, 72, 76, 88, 92.

Première série de cercles. (T III, fig. 56.)

Excentricité — 14 1/8.
Rayon — 5.

Même outil et même rayon que précédemment. Augmentez l'excentricité de 9 1/8 tours en arrière ; puis, en supposant le cercle du chariot excentrique divisé en 96, décrivez 48 cercles de la manière suivante :

Tracez un cercle à la division 96 ; mettez le cercle du chariot à la division 1, et décrivez un autre cercle ; passez 2 divisions ; mettez le cercle du chariot excentrique à la division 4, et décrivez un cercle ; mettez le cercle du chariot excentrique à la division 5, et décrivez un autre cercle ; et ainsi de suite, passant chaque 2 divisions alternatives jusqu'à ce que le nombre des 48 cercles soit complet.

Seconde série de cercles. (T III, fig. 57.)

Excentricité — 19 3/4.
Rayon — 1/2.

Même outil ; donnez l'excentricité par 5 5/8 tours en arrière, et le rayon par 4 1/2 en avant ; décrivez 90 cercles équidistants.

Troisième série de cercles. (T IV, fig. 58.)

Excentricité — 24 1/2.
Rayon — 4.

Même outil ; donnez l'excentricité par 4 3/4 tours en arrière, et le rayon par 3 1/2 tours en avant ; décrivez 32 cercles équidistants.

Quatrième série de cercles. (T IV, fig. 59.)

Excentricité — 29 1/2.
Rayon — 2 1/2.

Même outil ; accroissez l'excentricité de 5 tours en arrière ; diminuez le rayon de 1 1/2 tour en avant ; décrivez 32 cercles équidistants.

Cinquième série de cercles. (T IV, fig. 60.)

Excentricité — 30 1/2.
Rayon — 2.

Même outil ; accroissez l'excentricité d'un tour en arrière ; diminuez le rayon d'un 1/2 tour en avant ; décrivez 32 cercles équidistants. Ces cercles ne doivent pas être produits aux divisions du cercle du chariot excentrique adoptées pour la troisième et la quatrième séries, mais au milieu entre ces divisions.

Modèle n° 5. — Pl. T II, fig. 5.

Ce modèle se compose d'un certain nombre de cercles concentriques et d'arcs de cercle qui se croisent l'un l'autre. Les cercles concentriques augmentent de largeur dans un rapport uniforme à partir du centre commun ; les arcs de cercle sont tous de la même mesure et produits, non pas du point de centre commun, mais de points qui en sont équidistants.

L'outil dont on se sert pour obtenir la reproduction de ce modèle est le n° 28, et le support à coulisse doit être établi perpendiculairement à l'arbre du tour.

L'ouvrage à tourner étant convenablement fixé au chariot excentrique, dressé et poli, placez l'outil dans le support à coulisse ; ajustez sa pointe, le support à coulisse et le chariot excentrique au centre commun, et exécutez les cercles concentriques.

Cercles concentriques. (T IV, fig. 61.)

Rayon du premier cercle — 1.
Rayon du second cercle — 1 1/2.
Rayon du troisième cercle — 2, etc.

Pour produire le rayon du 1er cercle, ou cercle intérieur, tournez la vis du support à coulisse un tour en arrière, décrivez un cercle. Pour produire le rayon du second cercle, accroissez le rayon du premier en tournant la vis du support à coulisse d'un 1/2 tour en arrière. Décrivez un autre cercle, et ainsi de suite, en accroissant le rayon de chaque cercle suivant, jusqu'à ce que vous ayez décrit 80 cercles.

Arcs de cercle. (T IV, fig. 62.)

Excentricité — 30.
Rayon — 30.
Mesure des arcs — 10/48.

Ces arcs de cercle se creusent avec l'outil n° 28, et de la même profondeur que les cercles concentriques. Supposons que le rayon du cercle intérieur concentrique soit 40 1/2 ; produisez le rayon pour les arcs égal à 30, en tournant la vis du support à coulisse 10 1/2 tours en avant, et l'excentricité en tournant la vis du chariot 30 tours en arrière ; tournez la poulie de l'arbre jusqu'à ce que le centre du cercle concentrique intérieur coïncide avec la pointe de l'outil. Faites marcher la poulie en avant, sans que l'outil touche l'ouvrage, d'un arc de $\frac{(10)}{48}$, et mettez l'arrêt qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

empêche cette poulie d'aller au delà. Tournez de nouveau la poulie en arrière d'un arc de 10/48, et mettez l'arrêt.

L'outil étant appliqué maintenant à la surface de l'ouvrage, et la poulie mise dans l'espace ainsi limité par les arrêts, on décrira un arc égal à 10/48, c'est-à-dire un arc qui commence à une distance des centres communs égale à $\frac{1.5}{48}$, et finira à une distance du centre commun égale à $\frac{1.1.5}{48}$.

Il y a 12 séries de ces arcs à décrire disposées de la manière suivante, et composées chacune de 5 arcs.

Mettez le cercle du chariot que nous supposerons divisé en 96 à la division 96, et décrivez un arc à cette division et aux 4 divisions suivantes; passez 3 divisions; mettez le cercle de la division excentrique à la division 8, et décrivez 5 autres arcs, et ainsi de suite. Les divisions du cercle du chariot auxquelles les arcs de chaque série devront être décrits sont les suivantes :

1re série d'arcs, aux nos	96	—	1	—	2	—	3	—	4
2e.	8	—	9	—	10	—	11	—	12
3e.	16	—	17	—	18	—	19	—	20
4e.	24	—	25	—	26	—	27	—	28
5e.	32	—	33	—	34	—	35	—	36
6e.	40	—	41	—	42	—	43	—	44
7e.	48	—	49	—	50	—	51	—	52
8e.	56	—	57	—	58	—	59	—	60
9e.	64	—	65	—	66	—	67	—	68
10e.	72	—	73	—	74	—	75	—	76
11e.	80	—	81	—	82	—	83	—	84
12e.	88	—	89	—	90	—	91	—	92

Sur les appareils de sûreté contre les explosions des chaudières à vapeur, de M. H. B. Chaussenot aîné.

Par M. Odolant-Desnos, ingénieur civil des mines.

Il paraîtra peut-être inutile de rappeler ici toutes les causes connues qui préparent ou déterminent les explosions des chaudières des machines à vapeur. Tous les hommes de science et de pratique sont fixés à cet égard; nous nous bornerons donc à dire que M. Chaussenot s'est proposé de se mettre en garde contre les causes principales et les plus connues, qu'il énonce ainsi qu'il suit :

1° Un excès de tension progressive de la vapeur, qui, venant à surpasser la résistance de l'enveloppe où elle se produit, brise en éclats cette enveloppe;

2° Le défaut d'alimentation qui laisse progressivement abaisser le niveau au delà des surfaces touchées par la flamme, et prépare ainsi les explosions;

3° L'accroissement de capacité qui fait baisser le niveau, effet dû à l'influence accidentelle des surfaces planes des chaudières, par suite d'une pression extraordinaire, et détermine une production spontanée et dangereuse de vapeur;

4° La brusque sortie d'une grande quantité de vapeur à la fois, qui, après avoir été produite dans les cas précédents d'abaissement du niveau de l'eau, cause une dépression subite, et par suite un soulèvement extraordinaire du niveau.

Pour garantir les chaudières des dangers qui viennent d'être énoncés, M. Chaussenot fait emploi d'un système de sûreté composé de divers appareils préservateurs qu'il nomme :

Boîte de sûreté, avec soupapes mobiles contre la haute tension de la vapeur;

Flotteur indicateur du niveau de l'eau;

Flotteur de sûreté.

Là se borne l'ensemble de son système pour les chaudières fixes; seulement, lorsque ces mêmes appareils doivent être appliqués sur les chaudières mobiles, il en modifie quelques-uns, suivant qu'ils doivent garantir les générateurs des locomotives ou ceux des bateaux à vapeur.

Boîte de sureté *à soupapes mobiles.* — Les frottements des parties mobiles contre les parties fixes de leurs siéges exposant les soupapes de Papin à des ralentissements de mouvement ainsi qu'à des moments d'arrêt, et la grande étendue de leurs surfaces en contact exposant en outre les parties mobiles de ces soupapes à adhérer souvent si fortement avec leurs siéges, qu'elles ne cèdent plus à l'effort de pression qui doit les ouvrir, il en est résulté que l'on a re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commandé de les maintenir en bon état; mais, telle est l'imprudence des chauffeurs, que souvent eux-mêmes les surchargent, ou les mettent exprès dans l'impossibilité de fonctionner au degré de tension que peut supporter la chaudière.

C'est afin de parer aux dangers qui peuvent naître ou du mauvais état de la soupape, ou de l'imprudence et de la malveillance, que M. Chaussenot a imaginé sa boîte de sûreté.

Au lieu d'être à claire-voie, comme les anciennes, imposées par les ordonnances royales, et qui permettaient d'embarrer le levier de la soupape, elle est à parois pleines, et renferme une grande soupape privée de tout conducteur et isolée de tout corps fixe.

Les parties en contact des surfaces horizontales de cette soupape, tout en fermant hermétiquement la tubulure fixe par juxtaposition, sont tellement minces, qu'elles échappent en réalité, autant que possible, à l'influence de la pression atmosphérique; son levier, isolé de tout corps fixe, fonctionne sur des pointes, ce qui lui donne une extrême mobilité, et, comme la soupape, il est privé de tout conducteur et exempt de tout frottement.

Enfin, l'on peut encore attribuer la précision qui caractérise cette nouvelle soupape à ce que le point de contact de la partie mobile de la soupape avec la tubulure se trouve sur la même ligne horizontale que le point d'appui et que le centre de rotation du levier.

Le jeu régulier de cette soupape ne pouvant être troublé que par une volonté malveillante, M. Chaussenot a fait disparaître cette possibilité en plaçant son mécanisme dans une boîte en fonte, propre à recevoir une fermeture qui ne puisse, au besoin, être ouverte qu'en présence d'un délégué de l'autorité.

Nous avons remarqué que telle est la précision de cette soupape, son levier étant chargé du poids qui doit faire équilibre à la pression voulue, qu'elle ne commence à se lever qu'à l'instant précis où la vapeur arrive au maximum de la pression déterminée : alors elle se soulève progressivement, en raison directe de cette pression, de manière à en fixer la limite, en évitant toute accumulation de vapeur dans la chaudière.

Puis, dès que la pression revient au-dessous de son maximum, la soupape se remet de nouveau en contact avec la tubulure, et bientôt la fuite de la vapeur cesse entièrement.

Cette vapeur que laisse échapper la soupape de sûreté se rend aussitôt dans l'atmosphère par une large tubulure pratiquée au fond de la boîte : elle ne peut donc ainsi exercer aucune pression contraire sur la partie mobile de la soupape, qui se soulève toujours librement, qu'elle soit ou ne soit pas couverte de son enveloppe.

Soupapes extérieures. — Pour faciliter le service des chaudières, M. Chaussenot a cru devoir, en outre, placer deux petites soupapes à l'extérieur, l'une à droite, l'autre à gauche de la boîte de sûreté, de manière à se trouver à la discrétion du chauffeur; elles sont construites exactement sur le même principe que celle enfermée dans la boîte, et elles n'en diffèrent que par la grandeur.

Leur but, quand elles ne sont pas surchargées, étant de suffire aux besoins ordinaires de la chaudière, elles sont destinées à laisser échapper l'excès de pression de la vapeur qui, dans les cas contraires, s'échapperait par la grande soupape : leur surcharge volontaire n'est donc aucunement à redouter.

Les soulèvements à la main de ces petites soupapes ne paraissent pas, en outre, devoir offrir de graves inconvénients, car la faible dépression qu'ils opéreraient sur la surface du liquide ne présenterait aucun danger, par suite des précautions que M. Chaussenot, comme nous le verrons, a prises contre l'abaissement du niveau de l'eau : leur résultat se réduirait donc à une perte inutile de vapeur. Néanmoins, nous ne pouvons trop recommander à cet ingénieur de réduire autant que possible le diamètre de la tubulure de ces soupapes, pour que la malveillance des chauffeurs ne puisse jamais élever à trop haut prix la production de la vapeur.

Flotteur indicateur. — L'emploi de la boîte de sûreté, avec sa grande et ses petites soupapes, ayant paru à M. Chaussenot une garantie suffisante contre les explosions qui surviennent par un excès de tension, il a cherché à empêcher celles que produit l'abaissement du niveau de l'eau dont nous venons de parler, qu'il soit causé ou par un dérangement accidentel des appareils d'alimentation, ou par la suppression et la reprise du travail, ou bien par un accroissement de capacité dû à une pression extraordinaire, comme cela peut arriver dans les chaudières à surfaces planes. Il a apporté d'autant plus de soins à ces recherches, que cet abaissement est une des causes les plus dangereuses et les plus fréquentes des explosions, et que les procédés pour le combattre sont plus imparfaits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, si nous examinons ceux de ces procédés le plus généralement employés, nous leur trouvons à tous d'assez graves inconvénients. Ainsi :

Les *indicateurs transparents* ou à tubes de verre sont non-seulement de la plus grande fragilité, mais ils ne montrent pas toujours l'état du niveau de l'eau, surtout dans les chaudières servant à la navigation, par suite des oscillations, qui sont d'une très-grande étendue à leurs extrémités, et par suite de la perte de leur transparence, effet que l'on peut attribuer à diverses causes connues.

L'emploi de ce tube dans les chaudières fixes n'est guère plus certain, car l'immobilité que souvent conserve la colonne liquide dans ce tube laisse ignorer, pendant cette immobilité, le véritable état du niveau de l'eau; d'ailleurs il arrive assez fréquemment que les tuyaux et les robinets servant de communication entre la chaudière et le tube transparent se trouvent obstrués de manière à ne plus permettre à la colonne liquide du tube de s'équilibrer avec le niveau de l'eau de la chaudière : aussi un abaissement accidentel de ce niveau peut-il arriver sans que ce tube transparent l'indique au dehors.

Nous n'accorderons pas plus de confiance aux *robinets jauges*, que l'on applique plus particulièrement aux chaudières servant à la navigation et à celles des locomotives; car ces robinets, que l'on destine à faire connaître l'état du niveau de l'eau, n'indiquent rien sans la volonté et les soins plus ou moins empressés des chauffeurs, lesquels négligent trop souvent, comme on le sait, de les ouvrir en temps utile.

L'indication donnée par ces robinets est, en outre, loin de toujours être parfaitement exacte quand on les ouvre; car, lorsque la vapeur se produit à haute pression, il peut arriver, au moment où le niveau réel se trouve véritablement au-dessous du robinet ouvert, que le soulèvement de l'eau présente un niveau artificiel, en faisant sortir par ce robinet du liquide, au lieu de la vapeur qu'il devrait fournir; tandis que, si la chaudière est à basse pression, le contraire peut arriver : alors la pression de l'air atmosphérique se trouvant supérieure à celle de la vapeur de la chaudière, elle refoule l'eau qui est au-dessus du robinet, et celui-ci ne laisse plus sortir ni liquide ni vapeur.

Les oscillations sont encore des causes d'erreurs pour les robinets jauges, de même que pour les indicateurs transparents, ainsi que pour tous les autres appareils placés aux extrémités des chaudières.

Quant aux *flotteurs* généralement employés aujourd'hui, ils sont également sujets à une foule d'erreurs par suite de leur construction vicieuse. En effet, c'est une tige plus ou moins grosse frottant dans une boîte à étoupes, et soutenant une masse destinée à suivre tous les mouvements du niveau de l'eau : dès lors, on le conçoit, cette masse ballottée tend toujours à faire perdre à la tige qui la soutient sa position verticale; et si pour la maintenir on serre la boîte à étoupes de manière à empêcher les fuites de vapeur, alors il n'est pas rare de voir cette tige rester suspendue, et ne plus rien indiquer, puisqu'elle empêche le flotteur de suivre la marche ascendante ou descendante du niveau. Ce phénomène accidentel est si peu rare, que l'on voit les chauffeurs soigneux venir à chaque instant chercher à s'assurer du niveau de l'eau en faisant mouvoir à la main le balancier qui tient à la tige du flotteur : précaution malheureusement trop souvent illusoire.

L'application de ce genre de flotteurs aux chaudières servant à la navigation, est tout à fait impossible, car les oscillations le tourmenteraient dans tous les sens, et ne lui laisseraient donner aucune indication de niveau avec exactitude; elles briseraient en outre assez promptement la tige de suspension, et priveraient ainsi tout à coup la chaudière de son appareil le plus utile.

Indépendamment des flotteurs à tige frottant dans une boîte à étoupes, on a aussi imaginé les flotteurs à *soupapes* et à *sifflets;* mais ces appareils, qui par leur bruit indiquent seulement que le niveau de l'eau s'abaisse, n'ont présenté jusqu'à présent aucun de ces caractères de précision qu'il leur est si essentiel de posséder; car, dans ce système, les flotteurs, fixes à une tige verticale, n'ont que leur propre poids pour vaincre les frottements éprouvés par la tige qui les retient dans leur conducteur, et l'adhérence que contractent quelquefois les soupapes dans leur siége, ainsi que la résistance souvent opposée par les matières salines et terreuses qui se fixent et s'interposent entre les diverses parties.

Il résulte que de tous ces appareils aucun n'offre une exactitude rigoureuse et absolue capable de donner l'indication réelle de la marche progressive de l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières; aussi, quoique M. A. Sirbe en ait fait l'application pour la première fois en 1824, et que plus tard le savant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et ingénieux M. Galy-Cazalat en ait proposé une nouvelle application, leur usage a été fortement négligé.

Cependant M. Chaussenot a cru pouvoir encore mettre à profit l'action d'un corps flottant sur l'eau, pour indiquer la hauteur de son niveau dans les chaudières : pour cela, il a construit un appareil dont la mobilité est telle, que les plus petits mouvements opérés sur la surface du liquide, sont reproduits au même instant au dehors avec la plus grande précision, et deviennent visibles au moyen d'un indicateur qui en montre sans cesse sur un tableau l'étendue et la multiplicité ; tableau qui peut être à volonté placé ou sur les chaudières fixes, ou sur le pont des bâtiments, de manière que chauffeurs, équipages et passagers puissent continuellement suivre la marche de ce niveau, et par ce contrôle avoir une garantie contre la négligence.

Dans la construction de cet appareil, le flotteur est maintenu au bout d'un levier ayant un contre-poids à son autre extrémité, et roulant sur un axe à deux pointes, soutenu entre une chappe attachée au haut de l'intérieur de la chaudière ; ce flotteur entraîne avec lui un fil métallique qui traverse une petite boîte à étoupes, et va communiquer ses divers mouvements à l'indicateur.

Au moyen de cet appareil, la marche du niveau est véritablement toujours fort bien indiquée, et le seul accident qui puisse avec lui arriver, c'est la rupture des pointes : alors le flotteur, entraîné par son armature, tomberait subitement au fond de la chaudière, et ce brusque mouvement serait exprimé aussi brusquement sur le tableau par l'indicateur. Tout le mal consisterait donc en l'obligation de chauffer la chaudière de rechange pour permettre de réparer cette petite avarie.

Néanmoins, quoique cet accident ne puisse presque pas arriver, nous le recommandons à l'attention de M. Chaussenot, et nous sommes persuadés qu'il pourra, avec quelques légères modifications, faire entièrement disparaître ce faible inconvénient ; nous l'engagerons aussi à élever autant que possible sa boîte à étoupes, de manière qu'il soit toujours facile de souvent la nettoyer, afin qu'aucune incrustation ne puisse jamais venir gêner le libre mouvement du fil métallique.

Flotteur de sureté. — M. Chaussenot a tellement bien senti que cet indicateur pouvait, s'il le laissait ainsi, donner lieu à controverse, que, pour chasser toute crainte du côté des dangers que pourrait causer l'abaissement du niveau de l'eau, soit pendant un sommeil ou une absence momentanée des chauffeurs, soit même en cas d'asphyxie ou de mort subite, il lui a donné pour auxiliaire un autre appareil du même genre, qu'il nomme *flotteur de sûreté ;* il est construit de manière que, si l'indicateur venait à ne pas être consulté, un grand bruit pût se développer et prévenir toute une usine, tout un équipage, que l'abaissement du niveau marche à ses limites extrêmes, et, de plus, il possède cette propriété de faire cesser la combustion avant que cet abaissement ne soit arrivé à la limite dangereuse.

Cet appareil se compose d'un sifflet surmontant, au dehors de la chaudière, un tube plongeant dans l'eau, et dont l'extrémité inférieure est fermée par un coude que forme le levier de support du flotteur. Ce coude joue donc le rôle de soupape sans en avoir les inconvénients : car les surfaces superposées, étant très-minces, ne peuvent jamais avoir entre elles la moindre adhérence ; et le levier, tournant sur des pointes, isolé de tout corps fixe et à l'abri de tout frottement, possède une mobilité que rien ne peut arrêter.

L'on conçoit, et trop de preuves malheureusement le prouvent, que, malgré les avertissements donnés par l'indicateur et par le bruit du sifflet, le niveau, par suite du mauvais état des machines alimentaires, peut ne pas se rétablir aussi promptement qu'il en est besoin, et même continuer à baisser de plus en plus : alors l'excès de vapeur qui ne peut s'échapper par les petites issues du sifflet, se dirige dans les canaux en sens inverse du courant d'air qui circule autour de la chaudière, et se précipite avec une force progressive vers le foyer, dont elle ralentit d'abord la combustion, et qu'elle fait bientôt cesser entièrement, dès que l'abaissement du niveau arrive à la ligne des carneaux.

Quelques personnes ont manifesté la crainte que le courant d'air fît un obstacle à l'irruption de la vapeur dans les carneaux, mais jamais la force de ce courant d'air ne peut être assez grande pour faire une opposition à celui de la vapeur ; du reste, celle-ci peut, quand on le voudra, être dirigée ou directement dans le foyer, ou devant la porte, pour mieux avertir les chauffeurs de rétablir le niveau.

Cet appareil, que nulle altération volontaire ne peut déranger, ne pourrait, comme le flotteur indicateur, être sujet qu'à la rupture des pointes, ce qui lais-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait échapper la vapeur, et forcerait à arrêter le feu pour réparer cette petite avarie, contre laquelle il serait peut-être également possible de se tenir en garde; mais, comme on le voit, grâce à cette succession d'effets, il paraît évidemment impossible que les parois de la chaudière acquièrent une température extraordinaire par un abaissement extrême du niveau, puisque la combustion cesse dans le foyer avant que cet abaissement soit arrivé à la limite des carneaux.

Là se termine tout ce que nous avons à dire sur le système préservateur que M. Chaussenot aîné considère comme infaillible, et qui nous semble en effet offrir la garantie la plus grande connue jusqu'à ce jour, puisque c'est un ensemble de moyens se contrôlant et se portant secours mutuellement. Nous pouvons encourager l'épreuve de ce système, afin que le temps puisse mieux le faire apprécier; car il est d'autant plus utile d'attirer l'attention sur les divers moyens de sûreté qui paraissent théoriquement les meilleurs, que les accidents se multiplient en raison de l'augmentation également progressive des machines à vapeur. Ainsi, sans parler de ceux arrivés en France, et de fort peu d'importance, nous ferons remarquer qu'aux États-Unis, dans la seule année 1838, ces sinistres ont causé la mort à 1080 personnes, et que depuis dix années on a vu en Angleterre, où ces machines sont le mieux perfectionnées, 92 explosions survenues à bord de navires à vapeur, ayant coûté la vie à 634 personnes; les deux années 1837 et 1838 en ont fourni 22, qui ont fait périr 137 personnes: il est donc urgent de trouver un moyen propre à apporter enfin un terme à ces malheurs, toujours si déplorables.

Résumé des expériences faites sur le tremble qui a lieu dans les machines à basse pression des bâtiments à vapeur.

Par M. Barbotin, capitaine de corvette.

Ce phénomène se présente à bord de tous les bâtiments à vapeur à basse pression après que les feux sont allumés; sa durée varie de vingt à trente minutes; sa force et sa durée sont plus ou moins grandes, suivant que les machines sont en repos depuis plus ou moins de temps, qu'il est tombé dans cet intervalle des deux chaudes plus ou moins d'eau pluviale, que la température est plus ou moins froide, en un mot, que l'appareil est plus ou moins froid et humide.

Le tremble est le plus fort possible quand on vient de nettoyer les carneaux ou la cheminée; dans ce cas, il est tel, par ois, que les personnes qui n'y sont pas habituées en sont effrayées.

Le premier effet du tremble est de causer des vibrations très-sensibles dans toute la partie de l'appareil, vibrations qui se communiquent même au navire; il en résulte un bruit tel qu'on l'a entendu jusqu'à trois cents mètres de distance.

Le tremble contrarie le tirage et empêche la formation de la vapeur; pendant sa durée on brûle inutilement du combustible; au moment où il a lieu la flamme des fourneaux, qui avant s'élevait jusqu'aux surfaces de chauffe et s'inclinait de l'avant à l'arrière pour prendre la direction des carneaux, revient sur elle-même, tourbillonne et sort par les portes des foyers, portes que l'on est toujours obligé d'ouvrir afin d'empêcher la fumée de remplir la chambre des machines; de là perte de calorique et de temps.

Les causes auxquelles on peut attribuer le tremble ne sont pas encore bien déterminées, mais les expériences multipliées de M. Barbotin lui ont permis du moins de prévenir les effets fâcheux de ce phénomène et l'ont conduit aux règles suivantes:

1° Si l'on prend la précaution de n'allumer successivement que quatre fourneaux sur les six du navire de cent soixante chevaux, on obtiendra de la vapeur sans que le tremble ait lieu, et il ne se présentera qu'au moment où l'on ouvrira les cendriers des foyers extrêmes;

2° Ce tremble sera sans effets fâcheux, puisque pour s'en délivrer il suffira de mettre les portes en travers de ces mêmes cendriers.

Il résulte de la facilité de prévenir le tremble, qu'il y a économie de temps pour obtenir la tension nécessaire à la mise en marche et économie de combustible par la même cause.

Sur les pentes adoptées sur les chemins de fer.

Par M. de Pambour.

On s'est beaucoup préoccupé en France des inconvénients des pentes sur les chemins de fer, et on sait que l'administration s'est attachée autant que possible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à les restreindre dans les limites qu'on a appelées *pentes normales*, en considérant les pentes plus inclinées que ces types comme dangereuses pour la sûreté des voyageurs. De ces restrictions, il est résulté dans la construction des chemins de fer des surcroîts excessifs de dépense qui se sont opposés à l'établissement de quelques-uns d'entre eux. C'est pourquoi il était utile d'examiner cette question au moyen des principes développés par M. de Pambour sur le mouvement des locomotives.

Ce savant s'est proposé d'examiner quels sont les désavantages résultant de l'intervention des pentes sur les rail-ways, de reconnaître s'il existe des pentes qui puissent être appelées *normales*, et enfin de chercher dans quelles limites les pentes peuvent offrir des dangers réels à la descente des trains. Il s'est livré à ce sujet à des calculs et à des considérations desquels il résulte que, dans tous les cas, l'intervention des pentes suivies de contre-pentes est défavorable au travail de la machine, que le temps du parcours, ainsi que la charge effective moyenne du transport, sont au contraire augmentés.

Il résulte aussi de ces mêmes calculs qu'il ne saurait y avoir sur les rail-ways de pentes *normales*, c'est-à-dire de pentes où le travail exigé pour faire monter la charge serait compensé par l'avantage de la pesanteur en descendant la pente contraire, et par conséquent que tout règlement ou principe qui aurait pour effet de permettre ces pentes en proscrivant les autres serait entièrement erroné.

Il restait à résoudre une autre question fort importante, et c'était celle-ci : on n'avait point permis jusqu'ici la construction de ces sortes de lignes de fer offrant des montées et des descentes successives et équivalentes, non parce qu'on les avait jugées défavorables ainsi que vient de le prouver M. de Pambour, mais parce qu'on avait pensé que la vitesse acquise pendant les descentes pouvait devenir telle, que la sûreté des voyageurs aurait été compromise. Or, M. de Pambour démontre que des vitesses semblables et même supérieures sont acquises sur des chemins horizontaux sans qu'il puisse en arriver des accidents. D'autre part, on sait qu'il est facile de modérer la vitesse des trains roulant sur des pentes, en faisant usage du frein, et, en cas d'accident, en appliquant la force de la machine en sens contraire du mouvement. En recourant au premier moyen seulement, il est facile de voir qu'il n'y aura aucune impossibilité de réduire la vitesse de la descente à douze lieues par heure, et l'on sait que depuis qu'existe le rail-way de Liverpool à Manchester, la rapidité des trains a été à peu près aussi considérable sans qu'il en soit jamais résulté aucun accident.

Il faut donc conclure de tout ce qui précède, que toutes les pentes offrent sur les rail-ways des désavantages plus ou moins considérables, suivant leur inclinaison; mais que les pentes moins inclinées que l'angle de frottement, ne jouissent d'aucune exception à cet égard, et que des pentes beaucoup plus inclinées que l'angle du frottement, peuvent être permises dans la construction des chemins de fer sans qu'il en résulte le moindre danger.

Largeur de la voie sur les chemins de fer.

Par M. de Pambour.

Doit-on conserver la largeur de la voie qu'ont les chemins de fer actuels? Presque tous ont eté faits jusqu'à présent sur une largeur de 4 pieds 8 pouces anglais (1^{m},42); mais cette dimension n'a pour base que sa correspondance avec la voie ordinaire des voitures en usage sur les voies communes.

En 1836, quand le chemin de fer dit le *great western rail-way* fut construit pour établir la communication entre Londres et Bristol, M. Brunnel y adopta une voie de 7 pieds anglais (2^{m},13) de largeur. Un de ses motifs pour préférer cette dimension était la facilité de donner aux machines des roues d'un plus grand diamètre, et en même temps plus de stabilité aux locomotives et aux waggons, ainsi qu'une vitesse plus considérable aux convois.

Ces changements dans la manière d'établir les chemins de fer ont donné lieu, en Angleterre, à une foule de discussions, à des expériences nombreuses et à des rapports assez détaillés de la part de plusieurs ingénieurs habiles, et, entre autres, de M. N. Wood, connu par un très-bon ouvrage sur les chemins de fer. Ces rapports, sans être très-concluants, ont néanmoins constaté que, par ce mode de construction, on avait réalisé une partie des avantages qu'on s'était promis avant d'entreprendre le chemin en question, et que, dans beaucoup de cas, il présentait une supériorité réelle sur ceux ordinaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. de Pambour a pensé qu'il serait possible d'obtenir, avec la voie qui a été donnée à ce chemin, des résultats plus avantageux encore, principalement sous le rapport de la vitesse.

En conséquence, il a calculé, d'après les formules qu'il a données dans son ouvrage intitulé *Théorie de la machine à vapeur*, les effets de machines ayant des forces de vaporisation diverses depuis 120 jusqu'à 300 pieds cubes d'eau par heure, et il a soumis les résultats pour certaines d'entre elles à la vérification de l'expérience qui les a confirmés.

Il se considère, en conséquence, comme fondé à admettre que ceux qu'il n'a pu vérifier et qui se rapportent aux machines de 300 pieds cubes de vaporisation, machines qui n'ont pas encore été construites, doivent également être exacts ou approchés beaucoup de la vérité.

Ces machines pourraient être établies sur une voie de 6 1/2 pieds anglais (2 mètres), et leur vitesse pourrait être de 26 lieues à l'heure.

Voici, du reste, le tableau qu'a donné M. de Pambour, et dans lequel sont indiquées les dimensions principales des locomotives diverses avec la vitesse maximum que ces machines pourront atteindre lorsqu'elles n'auront à tirer que leur convoi d'approvisionnement seul.

M. de Pambour fait remarquer que ces résultats sont confirmés par une expérience dans laquelle une machine du *great western rail-way* a atteint une vitesse de 55,4 milles (environ 22 lieues) par heure, en tirant un convoi chargé seulement de quelques personnes. Dans les calculs on a tenu compte de la résistance de l'air et du frottement des wagons d'après des expériences antérieures. On a aussi eu égard, d'après des expériences spéciales, à l'augmentation de vaporisation des machines résultant de leur accroissement de vitesse.

Tableau *de la vitesse et de la consommation de combustible des locomotives à voie étroite et à large voie (mesures anglaises).*

Voie étroite.	Machines locomotives Liverpool.	de Birmingham.
Vaporisation en pieds cubes d'eau par heure.	60	100
Diamètre du cylindre en pouces.	11	12
Course du piston en pouces.	16	16
Poids de la machine en tonnes.	8	11
Vitesse avec une charge de 50 tonnes brutes, convoi non compris, exprimée en milles et par heure.	23,23	29,80
Coke par tonne brute, par mille, avec charge de 50 tonnes brutes en livres.	0,51	0,54
Vitesse maximum ou sans charge du convoi d'approvisionnement en milles et par heure.	31,38	39,00

Voie large.	Machines locomotives du great western rail-way.			
	n. 1.	n. 2.	n. 3.	n. 4.
Vaporisation en pieds cubes d'eau par heure.	120	200	200	300
Diamètre du cylindre en pouces.	14	16	14	14
Course du piston en pouces.	16	16	16	16
Poids de la machine en tonnes.	18	18	18	20
Vitesse avec une charge de 50 tonnes brutes, convoi non compris, exprimée en milles et par heure. . .	32,43	38,45	41,60	51,40
Coke par tonne brute, par mille, avec charge de 50 tonnes brutes en livres.	0,65	0,92	0,85	1,03
Vitesse maximum ou sans charge du convoi d'approvisionnement, en milles et par heure	41,29	48,00	53,00	65,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes.

Par le capitaine A. Morin.

Ce travail est la suite de celui que l'auteur a fait connaître en 1838 sur le même sujet; il a eu pour objet principal de soumettre à la sanction de l'expérience les conséquences qu'il avait cru pouvoir déduire de la mesure du tirage quant à l'action des voitures sur les routes.

Du résultat des nouvelles expériences, de leur accord avec celles de 1838, avec celles de Coulomb et de M. Piobert en 1820, M. Morin conclut d'abord que sur les routes en empierrement, sèches, humides ou couvertes de boue, avec ou sans ornières, pourvu que le fond soit ferme, sur le pavé, et généralement sur les voies solides, la résistance au tirage des voitures est inversement proportionnelle au rayon des roues.

Passant ensuite à l'exposition des résultats des expériences exécutées en 1839 sur les effets de dégradation produits sur les routes, M. Morin montre que les conséquences de ces nouvelles recherches confirment en tout point les conclusions qu'il a déduites de celles de 1838 et prouvent :

1° Que s'il est vrai que les jantes étroites produisent, à chargements égaux, plus de dégradations que les jantes larges; il n'y a pas d'avantage notable pour la conservation des routes à exiger des jantes de plus de $0^m,10$ à $0^m,12$, et qu'il y en aurait beaucoup pour l'industrie à employer des roues moins différentes entre elles que celles qui lui sont imposées par les règlements actuels;

2° Que le principe de la proportionnalité des chargements aux largeurs de jantes, pris depuis si longtemps pour base des tarifs des chargements, n'est pas exact dans la pratique, et que l'application absolue qu'on en a fait est à la fois gênante pour le commerce et plus nuisible qu'utile aux routes;

3° Que les dégradations produites par les voitures sont d'autant plus grandes que les roues ont de plus petits diamètres;

4° Que, sous le rapport de la conservation des routes, les tarifs de chargements peuvent permettre aux voitures suspendues, allant au trot, des chargements égaux à ceux des voitures de roulage;

5° Que la division des chargements mêmes sur des voitures à jantes étroites, de $0^m,06$ de largeur, telles que les chariots comtois ou les charrettes à un cheval, dites *maringottes*, à jantes de $0^m,07$, est favorable à la conservation des routes, et qu'au lieu de gêner l'usage de ces voitures il convient de le favoriser en leur laissant toute latitude de chargement.

Des toitures dites à la Dorn, *et sur un nouveau mortier propre à construire des toits plats.*

Dans tous les pays septentrionaux de l'Europe, on donne généralement une pente même assez roide aux toits qui couvrent les habitations et les constructions afin de faciliter le prompt écoulement des eaux du ciel, et d'empêcher les neiges de s'y accumuler.

Au contraire, dans les pays méridionaux, où la neige est inconnue, où les infiltrations des eaux dans les murs et à l'intérieur ne sont pas suivies de conséquences aussi désastreuses pour les constructions, on donne la préférence aux toits qui présentent une surface plane.

Ces toits plats jouissent de quelques avantages qui ne sont pas à dédaigner. D'abord ils donnent plus d'élégance que nos grands toits à longue pente à la partie supérieure des édifices, et en second lieu, ce qui est un grand agrément dans les villes populeuses, on peut y monter et faire quelque exercice sans sortir de sa maison, et y respirer un air plus pur que celui des rues et des appartements; enfin ils permettent de cultiver et d'élever quelques fleurs, d'y faire sécher du linge, etc.

Ce n'est pas qu'on n'ait essayé dans nos contrées de construire des toits à surface plane, et on en observe dans nos villes quelques-uns, mais en petit nombre, parce que leur construction est dispendieuse, leur entretien coûteux, ou leur emploi dangereux. C'est ainsi qu'on en établit en dalles de pierre ajustées et cimentées, en feuilles de plomb ou de zinc, en bitume, etc.

Les toits plats, dits à l'italienne, construits en dalles, sont très-sujets aux infiltrations par la rupture de ces dalles et par les crevasses qui s'y manifestent à la suite du tassement inégal des diverses parties des bâtiments; ils sont en outre d'un poids assez considérable, d'un prix élevé et d'un entretien très-coûteux.

Ceux en plomb seraient peut-être les meilleurs, si le prix élevé de ce métal ne les rendait très-dispendieux et n'offrait pas d'ailleurs un appât continuel à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la cupidité des ouvriers et des serviteurs.

Les toits plats revêtus en zinc sont légers et peu chers, mais aussi ils ont peu de durée; d'ailleurs ce métal laminé éprouve des dilatations considérables et toujours inégales qui détruisent le nivellement des surfaces où il est appliqué, et produisent des crevasses ou la déchirure des soudures qui servent à en assembler les feuilles.

Le bitume employé dans nos villes pour recouvrir les édifices n'a pas encore obtenu un grand succès à cause du danger qu'il présente dans les incendies, de son ramollissement par la chaleur, de son odeur très-pénétrante, de son prix élevé, etc.

Quoi qu'il en soit, M. Dorn, conseiller des arts et manufactures à Berlin, est inventeur d'un mode de couverture des toits plats qui, depuis une dixaine d'années où il a commencé à le faire connaître, s'est propagé en Allemagne, et qui jouit encore aujourd'hui de beaucoup de faveur auprès des architectes et des propriétaires. Ce motif nous engage à entrer, sur la construction de ces toits, dans quelques explications succinctes que nous empruntons à une brochure publiée par l'auteur même.

Les toits plats à la Dorn sont établis avec de l'argile et du goudron de houille, et coûtent, dit-on, dans le pays où ils ont été adoptés, deux fois moins cher qu'une couverture en tuiles. Voici la manière mise en usage pour les établir.

On commence par donner au toit une pente qui ne dépasse pas un soixantième, ou même un centième, puis, sur les chevrons qui le constituent, on établit une aire en planches; alors on pose les gouttières en zinc, et on couvre avec des feuilles de ce même métal la plate-forme des murs extérieurs. Sur cette aire en planches on étend une couche de terre glaise parfaitement corroyée avec de l'eau, et amenée à la consistance d'un mortier épais. Cette couche de glaise doit avoir à peu près 20 à 21 millimètres d'épaisseur. On en couvre parfaitement le bois en la faisant venir jusque dessus le bord des feuilles de zinc des gouttières et de la plate-forme des murs.

Lorsque après la dessiccation complète de l'argile, il s'est manifesté quelques fissures, on répand sur cette aire de la pierre, du grès ou de la brique en poudre fine et très-sèche, qu'on promène avec une brosse sur toute la surface jusqu'à ce que ces fissures en soient complétement comblées. Puis aussitôt on recouvre à la brosse toute la surface avec une couche de goudron de houille bouillant.

Lorsque la couche de goudron est sèche, on fait fondre dans du goudron chaud environ un cinquième en poids de celui-ci de colophane et de poix; on agite le mélange avec soin, puis on s'en sert pendant qu'il est très-chaud pour enduire la surface du toit sur laquelle on tamise aussitôt du sable très-fin assez épais pour qu'on n'aperçoive plus l'enduit de goudron.

Quand ce nouvel enduit est sec, on brosse la surface pour enlever le sable qui n'est pas adhérent, puis on étend une nouvelle couche de glaise de 20 à 21 millimètres d'épaisseur, qu'on traite absolument comme la précédente. Après le deuxième enduit au goudron mélangé de colophane et de poix, le toit est terminé et propre à résister aux intempéries des saisons.

Si on craint que les longues planches mises en travers sur les chevrons n'occasionnent, par leurs dilatations considérables et inégales, des fissures dans le toit, on peut très-bien les remplacer en posant sur ces chevrons des lattes à la distance de 4 à 6 millimètres entre elles, ou bien du bardeau ordinaire et d'une faible épaisseur. On établit alors les gouttières en zinc ou en fer-blanc, ainsi que la couverture des plates-formes des murs en même métal, mais, autant que possible, sans soudure, et avec des feuilles qui se recouvrent les unes les autres, afin d'éviter les effets des dilatations, puis on travaille la glaise avec beaucoup de soin en la purgeant de toutes les petites pierres qu'elle peut contenir, même celles de la grosseur d'une lentille, et jusqu'à ce qu'elle ait acquis la consistance d'un bon mortier ou d'une pâte consistante; puis on y ajoute, pour chaque décimètre cube d'argile, 30 et quelques grammes de tannée parfaitement effilochée; on incorpore le tout jusqu'à ce que le mélange ait acquis la consistance nécessaire pour pouvoir être travaillé avec la truelle du maçon.

Le mélange d'argile étant ainsi préparé, on prend deux lattes ou deux règles de 20 à 21 millimètres de largeur, et d'une longueur appropriée à celle du toit qu'on veut établir; on les pose de champ et parallèlement entre elles à une distance de 60 à 65 centimètres sur le lattis du toit. Puis, entre ces deux règles, on jette l'argile préparée un peu vivement et avec force pour qu'elle pénètre entre les joints des lattes ou du bardeau, et on égalise avec une planchette mince la couche d'enduit entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les règles, ainsi que cela se pratique assez souvent dans la construction des aires.

Quand ce travail est terminé, on asperge légèrement la surface de cette aire avec de l'eau, et avec la planchette mouillée on unit et polit cette surface. Cette opération est nécessaire parce qu'elle noie dans l'argile les filaments de la tannée qui, s'ils restaient à la surface, formeraient des inégalités qui s'opposeraient au prompt écoulement des eaux.

On continue de cette manière à couvrir la surface du toit, en changeant successivement les règles de place, et en comblant et égalisant avec la truelle les sillons qu'elles laissent quand on les enlève.

Si le toit ne peut être recouvert en un seul jour, il faut avoir soin, le lendemain, de mouiller légèrement les bords du dernier compartiment du jour précédent pour le lier avec les nouveaux, et on poursuit ainsi jusqu'aux gouttières et aux plates-formes, sur le métal desquels on fait légèrement empiéter l'argile.

Quand la couche d'argile est bien sèche, on termine le toit comme il a été dit ci-dessus, en cherchant autant que possible à opérer par un temps sec, et à ne donner le deuxième enduit au goudron que lorsque le premier est parfaitement desséché.

Il est généralement utile de répéter l'enduit de goudron plusieurs fois de suite, et tant qu'on observe qu'il y a absorption par l'argile. Ce n'est qu'après que cette absorption a cessé qu'on pose celui de goudron, de colophane et de poix.

Les meilleures proportions pour ce dernier enduit, sont en poids 8 de goudron de houille, 1 de poix et 1 de colophane, qu'on fait cuire ensemble sur le feu jusqu'à ce que les ingrédients soient parfaitement incorporés.

On peut, si on veut, au lieu de gouttières en métal, établir celles-ci avec des faîtières renversées; mais, dans ce cas, il faut faire passer les couches d'argile et les enduits de goudron sur ces tuiles pour éviter les infiltrations.

Souvent après plusieurs goudronnages successifs, il se manifeste encore des solutions de continuité sur les lignes de jonction entre les enduits et les feuilles de métal des gouttières et des plates-formes. Pour les faire disparaître, on les mouille au pinceau avec de la barbotine, ou argile amenée avec de l'eau à la consistance d'un sirop; puis, lorsque cet enduit est sec, on donne la peinture au goudron, qu'on saupoudre de sable.

Ce procédé peut être aussi appliqué toutes les fois qu'il se manifeste quelque fissure sur l'étendue du toit, ce qui a lieu surtout la première année, et permet de le maintenir en bon état.

Un toit ainsi surveillé et entretenu dans les premières années de sa construction, et par un moyen aussi simple qu'expéditif, dure ensuite bien longtemps sans avoir besoin de réparations et fait un bon service.

Si on se propose de monter sur ce toit, de s'y promener habituellement, ou d'y déposer quelques corps pesants, il convient surtout dans ce cas de donner une épaisseur double, c'est-à-dire 4 à 5 centimètres à la couche d'argile, mais pas en une seule fois, de peur que le goudron ne pénètre pas suffisamment l'argile. Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de répéter l'opération décrite ci-dessus deux fois de suite.

Il est, dans tous les cas, avantageux de poser plus d'une couche d'argile recouverte de couches de goudron; la couche supérieure garantit beaucoup celle inférieure, et donne bien plus de durée au toit.

Ces toits, à ce qu'il paraît, résistent, dit-on, mieux que ceux ordinaires à une humidité prolongée, si funeste à ces derniers.

On a conseillé le goudron de houille, parce que les usines à gaz le fournissent en abondance, et à un prix modique; mais le goudron végétal lui est préférable, en ce qu'il contient toute la résine nécessaire pour avoir de la consistance, et que cette substance y est beaucoup mieux incorporée.

Au lieu de tannée, on peut incorporer dans l'argile de la mousse, de la pâte grossière de papier, des racines fibreuses effilochées, des débris de plantes textiles, de la sciure de bois, etc.

En Allemagne, le mètre carré de ce toit ne revient pas, dit-on, à 50 centimes. Il n'y a pas de maçon de campagne ou d'ouvrier qui ne soit capable de le construire; et un bon maçon, avec deux aides, peut aisément, en dix à douze heures de travail, en établir 36 à 40 mètres carrés, non compris le temps de la dessiccation.

On ajoute principalement de la poix au goudron de houille pour les parties des toits exposées à l'ombre, et de la résine pour celles exposées au soleil. On peut, au lieu de sable, se servir de briques ou de carreaux réduits en poudre fine.

Les toits à la Dorn, ainsi que nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avons dit, jouissent actuellement en Allemagne d'une grande faveur; et partout où ils ont été introduits, on n'a eu qu'à se louer de leur usage. Néanmoins, on ne peut se dissimuler que la matière qui en forme le fond, et qui n'est autre que de l'argile, ne soit une substance qui se laisse pénétrer aisément par l'eau, et devient ainsi molle et sans consistance.

La moindre négligence dans l'entretien de ces toits, une légère fissure qui se manifeste dans le vernis de goudron, et qui livre passage à l'eau, suffit pour causer des dégâts fort étendus dans leur intérieur.

En effet, l'eau en s'insinuant ramollit l'argile sur une grande surface autour de la fissure; et comme cette surface se trouve recouverte du vernis qui s'oppose à l'évaporation, il s'ensuit qu'elle ne sèche plus, même pendant les temps chauds de l'été, que la fissure subsiste encore à l'hiver, qu'il s'y introduit de nouvelle eau qui se convertit en glace par le froid, et qui cause des désordres encore plus considérables.

M. Runge, habile chimiste de Berlin, a cru qu'il y aurait beaucoup d'avantage dans la construction des toits à la Dorn, si on parvenait à trouver une matière d'un prix très-peu élevé, qu'on pût travailler comme l'argile, et qui pût acquérir assez de dureté pour ne pas se laisser attaquer par l'eau et se ramollir.

Au moyen de quelques expériences, M. Runge croit être parvenu au but proposé, et il a exposé, dans le journal de Berlin du 2 octobre dernier, quelques détails à ce sujet que nous croyons utile de reproduire.

« La préparation de la matière en question repose sur cette observation, que le goudron végétal (mais non pas celui de houille), mélangé à de la chaux, forme une combinaison qui, à la température ordinaire, a beaucoup de cohésion, et est parfaitement insoluble dans l'eau.

» L'affinité entre la chaux et le goudron est si prononcée que lorsque, comme essai, on agite un mélange composé d'un lait de chaux et de goudron, l'eau, qui d'abord était laiteuse, devient claire; preuve que le goudron s'est combiné avec la chaux.

» Quant à l'emploi qu'on pourrait faire de cette combinaison de chaux et de goudron, il faut savoir qu'elle fournit un excellent mortier avec le sable fin, et qu'avec elle on parvient à composer une sorte de grès artificiel qui, au moment de sa préparation, est noir et facile à travailler, mais qui bientôt après acquiert de la dureté.

» Afin de lier de la manière la plus parfaite entre eux les grains de sable, il convient d'abord de mélanger intimement le sable, pris dans un état parfait de dessiccation, avec le goudron, puis d'y ajouter ensuite la chaux, de manière que la combinaison entre le goudron et la chaux se forme tout autour des grains de sable et les enveloppe.

» Cette dernière opération ne peut se faire à sec; il faut nécessairement employer de l'eau qui sert à suspendre la chaux. On verse cette eau ainsi chargée sur le sable goudronné, on l'agite et la travaille avec soin dans une auge.

» Lorsque la partie liquide commence à devenir claire ou prend une couleur brunâtre, on la fait évacuer, puis on lave à plusieurs reprises la masse restante avec de l'eau pure. Cette masse est alors douce et plastique; elle laisse aisément écouler l'eau qu'elle contient encore lorsqu'on la presse, et acquiert ainsi de la cohésion. C'est dans cet état qu'on peut l'étendre à l'épaisseur de 25 millimètres sur le lattis des toits. En la comprimant, ou mieux, en la foulant avec les pieds, l'eau qu'elle contient encore s'en écoule et n'a plus d'influence sur la masse.

» Il est toutefois une circonstance qui rend l'application de ce mélange assez difficile. En effet, comme la chaux bien cuite et délitée convenablement se combine très-rapidement avec le goudron, et même avec développement de chaleur, le mélange se durcit un peu promptement, ce qui présente quelque difficulté pour l'appliquer bien uniformément sur l'aire du toit, où d'ailleurs la flexibilité et l'élasticité des lattes s'opposent à ce qu'on puisse la fouler convenablement.

» En faisant usage du carbonate de chaux, on obtient de meilleurs résultats.

» Dans les pays où ce carbonate, sous forme de craie ou de poudre de pierre calcaire, aurait un prix trop élevé, et où on brûle de la tourbe, on peut employer les cendres de celle-ci, qu'on passe au tamis, et qui sont un carbonate de chaux à l'état pulvérulent. La petite quantité de fer que ces cendres contiennent ne peut pas, du reste, être nuisible.

» Par exemple, pour un toit on emploiera 289 kilog. de sable sec et 40 kilog. de goudron, qu'on mélangera intimement ensemble; et lorsque ce mélange sera opéré, on y mêlera 20 kilog. de cendres de tourbe qu'on aura délayées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une suffisante quantité d'eau, et qu'on travaillera et appliquera ainsi qu'il a été dit.

» Ce mortier, étant insoluble dans l'eau, peut être appliqué et posé par tous les temps. Néanmoins, pendant les gelées, il reste plus poreux, sans toutefois être ensuite ramolli par les pluies.

» Lorsque l'aire, ainsi établie et dont la surface a été bien unie, est sèche, ce qui a lieu en fort peu de temps, on la goudronne comme les toits à la Dorn, non pas avec le goudron ordinaire, mais avec un vernis élastique au goudron, qu'on trouve à Berlin, chez M. Krüger. Cette aire, enduite du vernis élastique au goudron, n'est pas saupoudrée seulement avec du sable, mais on y répand un mélange composé de 25 kilog. de sable sec et de 20 kilog. de cendres de tourbe (non pas celles de bois), passées au tamis.

» On a donc ainsi un toit dont l'enduit de goudron non-seulement est constamment flexible et élastique, mais qui de plus ne se ramollit pas à la chaleur solaire, ou ne fond pas comme le mélange de poix et de goudron.

» La masse de matière qui constitue le toit, conserve toujours un certain degré de souplesse et d'élasticité, de façon que les lattes peuvent se tourmenter sans qu'on ait à craindre qu'il en résulte des fissures.

» Dans le cas, néanmoins, où avec le temps ou par toute autre cause il s'en formerait quelques-unes, on n'a pour les réparer qu'à les enduire avec un mélange épais de cendres de tourbe et de vernis au goudron, puis tamiser dessus du sable et des cendres comme on a dit ci-dessus.

» Tant que le mortier à faire l'aire des toits est sous l'eau, il reste mou et plastique, et, dans cet état, on peut le conserver pendant bien longtemps; mais une fois durci, il ne se ramollit pas de nouveau.

» Voici encore quelques observations qu'il ne sera peut-être pas inutile de consigner ici.

» Il importe de ne pas s'écarter des proportions données ci-dessus pour faire la masse, attendu, dit M. Runge, que des expériences très-nombreuses m'ont appris qu'elles étaient les meilleures.

» La quantité des matériaux qu'on doit ainsi mélanger, se règle d'après le nombre des travailleurs, parce que, pour préparer ce mélange, il convient d'opérer avec le plus de célérité possible. Il vaut mieux commencer par petites portions, jusqu'à ce que les ouvriers aient acquis un peu d'habitude.

» Il ne faut pas s'écarter du mode indiqué pour faire le mélange, et principalement il est indispensable de mêler d'abord le sable bien sec avec le goudron. De cette manière, chaque grain de sable se trouve recouvert d'une enveloppe de goudron, qui plus tard, lorsqu'on ajoute les cendres de tourbe ou le carbonate de chaux, unit et lie ensemble tous ces grains.

» Si on agissait d'une manière différente, par exemple si on mélangeait d'abord le goudron aux cendres ou au carbonate avec de l'eau, puis qu'on ajoutât le sable, alors les grains humides de celui-ci ne s'enduiraient pas convenablement du mastic au goudron, et on n'obtiendrait ainsi qu'une masse sans aucune cohésion.

» Sur les toits à la Dorn dont le fond est en argile, ce mortier ne s'applique pas avantageusement, attendu qu'il n'y a pas d'adhérence parfaite entre ces espèces très-différentes de matériaux; au contraire, il adhère parfaitement bien sur les tuiles et sur les briques.

» Lorsque, pour préparer ce mortier, on fait usage de chaux éteinte à l'air au lieu de cendres de tourbe, et qu'on fait cuire le mélange avec de l'eau en l'agitant continuellement, on peut, lorsqu'il est encore chaud, le mouler sous toutes les formes possibles. En refroidissant il se durcit comme une pierre, et lorsqu'il est sec il a tellement de dureté que des morceaux de marbre qu'on y avait noyés n'ont pu en être extraits lorsqu'on a cassé la masse, mais se sont rompus plutôt que de se détacher du mortier.

» J'ignore, dit en terminant M. Runge, si ce mortier de grès sera propre à construire des trottoirs dans les villes; c'est vraisemblable, attendu qu'il se travaille tout aussi aisément que le bitume lui-même. Tout ce que je sais, c'est que j'en ai fait établir un trottoir de cette espèce, et que depuis un an il n'a subi aucune altération.

» En supposant que le prix d'une tonne de goudron ou de 100 kilog. soit de 18 fr., celui du sable de 22 centimes le quintal, et celui des cendres de tourbe de 1 fr. 60 centimes, le prix d'un quintal métrique de ce mortier ne reviendrait qu'à 2 fr. 40 centimes à Berlin (1).

---

(1) Nous regrettons que M. Runge n'ait pas indiqué les surfaces qu'on peut couvrir avec un quintal métrique de son mortier sous diverses épaisseurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Scie à couper les rails des chemins de fer.

Par M. J. Glynn.

Il est nécessaire dans l'établissement des chemins à ornières en fer que les barres soient coupées d'équerre à leurs extrémités, afin qu'elles puissent être approchées le plus près possible, et butter exactement les unes contre les autres. Jusqu'ici on ne paraît pas avoir attaché assez d'importance à cette partie de l'établissement des chemins; néanmoins M. J. Glynn vient de faire connaître une méthode mise en usage pour cet objet dans les fonderies de Butterley pour la construction des rails du chemin de fer dit des *Midland counties*, et qui paraît préférable à celles dont on s'est servi jusqu'à présent. Ordinairement les extremités des barres brutes et inégales, comme elles sortent des cylindres, sont chauffées séparément et tranchées à la scie circulaire; mais l'exactitude des résultats de cette opération dépend de l'adresse de l'ouvrier à présenter sa barre à angle droit avec le plan de la scie. Comme on ne peut pas être certain qu'il en est toujours ainsi, voici comment on y remédie.

L'arbre des scies, et le bâti sur lequel elles sont montées, et qui ressemble en tout point à un tour, sont placés bien perpendiculairement à la ligne des cylindres qui forgent les rails; les scies sont fixées sur des chariots, et peuvent glisser le long du bâti de manière à pouvoir être ajustées au point nécessaire pour couper exactement la barre de longueur. Elles ont 1 mètre de diamètre et 3 millimètres d'épaisseur, avec les dents de la dimension ordinaire des scies circulaires destinées pour le bois. Elles font 1,000 révolutions par minute, et quoique leurs dents soient pendant trop peu de temps en contact avec le fer rouge pour en être aucunement endommagées, néanmoins le bord inférieur des scies plonge dans une auge remplie d'eau. La lame de ces scies est assujettie entre deux disques de fonte doublés de cuivre, et n'est à découvert que dans l'étendue nécessaire pour couper la barre. Cette barre, en quittant les cylindres, est aussi promptement que possible redressée avec des maillets de bois sur une plaque de fonte sur laquelle elle est posée bien d'équerre pour être affranchie, et encore suffisamment chaude pour que cette opération s'exécute sans difficulté. On épargne donc ainsi beaucoup de temps, de travail et de combustible. La barre est mise simultanément en contact avec deux scies, et ses deux extrémités sont tranchées par une seule opération. Si les scies sont bien affutées, et la barre encore bien chaude, des rails du poids de 36 kilog. sont coupés en 12 secondes. La barre, en quittant la scie, est placée dans une entaille pratiquée dans une plaque épaisse de fonte pour prévenir toute déformation.

Bâtiment imperméable à l'eau.

On écrit de Namur : « Il a été fait ici, sur le grand bassin, en présence de plusieurs savants et d'un grand nombre de curieux, une expérience importante pour la navigation. M. D. Marchal, ingénieur mécanicien, a composé un appareil pour lequel il a obtenu un brevet d'invention. Cet appareil peut être appliqué à toute espèce de bâtiments maritimes, et les rend imperméables à l'eau; quand bien même, garnis de cet appareil, ils éprouveraient de grandes avaries, l'eau ne pourrait pas pénétrer dans leur intérieur. Nous venons de voir une chaloupe construite en osier, garnie de l'appareil Marchal, glissant sur l'eau avec plus de facilité que les chaloupes ordinaires; elle était cependant chargée de six personnes.

Construction accélérée d'un bâtiment.

On a lancé dernièrement des chantiers de Chatham, un bâtiment à vapeur d'un très-fort tonnage qui a été commencé et terminé dans l'espace à peine croyable de huit semaines. Cette rapide exécution a eu lieu comme expérience, sous la direction des agents de l'autorité, afin de s'assurer quelle était la période de temps la plus courte possible pour construire et installer un bâtiment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Nouveau Manuel complet du Relieur dans toutes ses parties.

Par M. Séb. Lenormand et M. R., relieur amateur. Paris, 1840. In-18, fig. Nouvelle édition. Prix : 3 fr.

La reliure est un art qui, depuis le commencement de ce siècle, a fait de grands progrès, et cependant peu d'auteurs se sont appliqués à décrire et à faire connaître ses perfectionnements. Cet art se compose de deux parties distinctes : l'une qui s'occupe des moyens variés de donner aux livres une forme compacte, de les recouvrir à l'extérieur des enveloppes qui doivent les préserver et les faire résister aux fatigues d'un maniement usuel, et l'autre qui a pour but de les décorer, tant sur le plat de ces enveloppes que sur le dos et la tranche, d'ornements plus ou moins recherchés qui leur donnent de l'élégance, et permettent de les admettre dans les appartements les plus somptueux comme objets d'ameublement et de décoration. La première partie a plus de fixité ; elle constitue à elle seule l'art du relieur, et elle s'est enrichie de plusieurs bons principes et de quelques procédés ingénieux. La seconde est moins stable ; elle suit les variations du goût et les caprices de la mode, et pour y satisfaire, elle est obligée souvent d'appeler à son secours tous les moyens dont disposent quelques autres arts collatéraux.

Cette observation est bien propre à faire comprendre combien les anciens ouvrages qui traitent de la reliure doivent être aujourd'hui loin de donner une idée exacte de l'état actuel de cet art, et combien il importait de publier de nouveaux traités ou de nouvelles éditions qui pussent nous tenir au courant des progrès réels et des changements survenus dans les goûts.

C'est là le but que nous semble remplir le nouveau Manuel du Relieur, rédigé à l'origine par Séb. Lenormand, et qu'un amateur très-habile s'est chargé de compléter en décrivant avec soin les moyens variés et nouveaux dont on fait usage aujourd'hui dans cette industrie.

Dans ce Manuel, on décrit d'abord avec l'étendue convenable les arts accessoires de l'assembleur, du satineur, de la plieuse et de la brocheuse, qui, à Paris, où la division du travail est portée au plus haut degré, forment autant d'arts distincts.

On passe ensuite à l'art proprement dit du relieur, qui consiste, comme on sait, à battre les livres, à les grecquer, coudre, endosser, rogner, faire la tranche, couvrir avec les peaux, raciner, marbrer celles-ci, etc. Ces diverses opérations sont expliquées avec détails, et à chaque page on trouve décrits les meilleurs procédés, les machines les plus employées, celles nouvellement introduites, et une foule de recettes que le temps a consacrées pour obtenir tels ou tels résultats.

Dans une des sections on s'occupe de la demi-reliure et du cartonnage allemand dit à la Bradel, opérations qui n'offrent plus de difficultés après les explications étendues dans lesquelles on est entré précédemment.

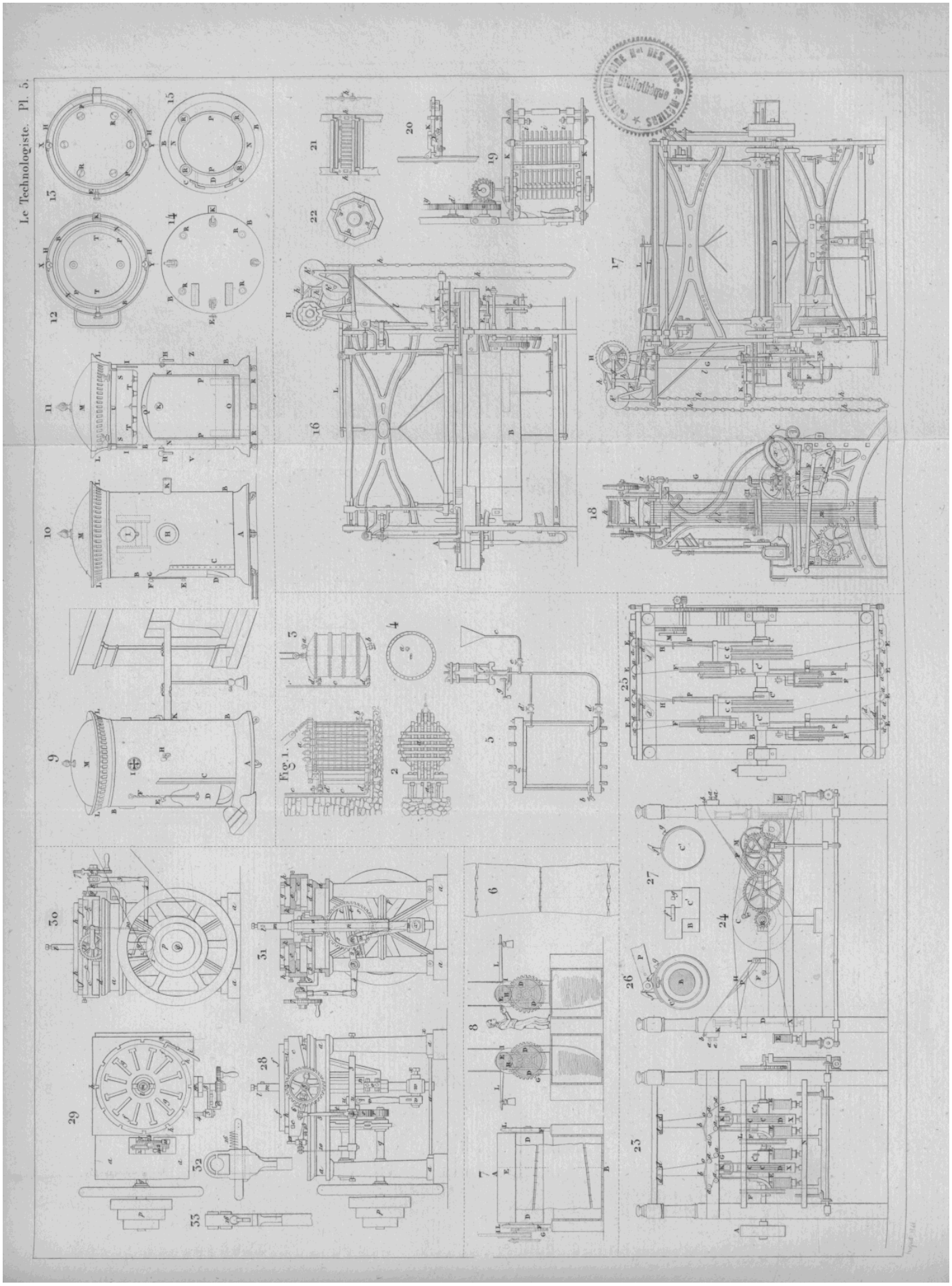
Viennent ensuite les descriptions les plus complètes sur des arts exercés aussi séparément à Paris, du marbreur et du doreur, arts qui appartiennent plus particulièrement à cette partie de l'industrie de la reliure qui est soumise à l'empire du goût et de la mode. Là on trouve enseignés tous les moyens mis en pratique pour la dorure, la gaufrure de la tranche, du dos, de la couverture, avec des modèles empruntés aux fers des plus habiles relieurs ou doreurs de la capitale.

L'ouvrage est terminé par la description de quelques procédés la plupart nouveaux qui se rattachent à la reliure, par quelques chapitres sur le choix des reliures, sur la conservation des livres, le classement des reliures, les moyens de nettoyer les papiers et les livres tachés, etc.

Nous avons parcouru avec intérêt cet ouvrage, et nous l'avons trouvé rédigé avec soin, et bien au courant non-seulement des opérations qui s'exécutent aujourd'hui dans les ateliers de Paris, mais aussi plein de renseignements curieux sur les pratiques et les machines employées dans l'art de la reliure dans quelques pays étrangers.

Ce nouveau Manuel sera fort utile aux relieurs de profession, mais nous ne doutons pas en outre qu'avec son secours toute personne un peu adroite ne puisse promptement parvenir, en amateur, à relier très-proprement ses propres livres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Méthodes proposées récemment pour fabriquer le fer.

(Suite.)

VI. On parle d'un procédé pour fabriquer le fer et l'acier, qui aurait été l'objet d'un brevet d'invention, et sur lequel nous allons entrer dans quelques détails.

Ce procédé consiste : 1° à prendre le minerai de fer grillé et à le soumettre à une opération analogue à celle de la cémentation, et qui donnerait un nouveau produit qu'on pourrait convertir ensuite, d'une manière simple et expéditive, en fonte, en acier fondu ou en acier et fer malléable ; 2° à former une série d'échantillons qui servent à conduire la cémentation, et à produire du fer ou de l'acier de la même texture et de la même composition que l'un quelconque de ces échantillons.

Un grand nombre de circonstances peuvent influer sur cette cémentation ; et parmi celles auxquelles on croit devoir attribuer un effet plus remarquable, on cite les suivantes :

1° La qualité naturelle du minerai ; 2° la perfection ou l'imperfection du grillage ; 3° la dimension des morceaux de minerai soumis à la cémentation ; 4° la porosité ou la densité du minerai ; 5° la quantité cémentée dans un même creuset ; 6° les dimensions intérieures des creusets à cémentation et l'épaisseur de leurs parois et de leur fond ; 7° la forme et la conduite des fourneaux ; 8° la substance qui sert à faire la matière charbonneuse, comme les os, les autres matières animales, les bois durs ou mous, etc. ; 9° la perfection plus ou moins grande de la préparation de cette matière charbonneuse ; 10° l'état d'humidité, de sécheresse de cette matière, sa préparation récente ou ancienne ; 11° son degré de pulvérisation ; 12° la quantité employée ; 13° son mélange soigné avec le minerai dans les creusets ; 14° le temps qu'on met à élever la température ; 15° celui pendant lequel on la soutient au plus haut degré ; 16° sa plus grande élévation ; 17° enfin le temps qu'on met à abaisser cette température quand on laisse tomber le feu.

En prenant toutes ces circonstances en considération, on est à peu près convaincu qu'il est impossible de fixer à l'avance des proportions entre le minerai et le charbon, et d'assigner la durée du feu qui doit produire des résultats déterminés avec différentes espèces de minerais.

Pour surmonter ces difficultés, on établit par expérience un certain nombre d'échantillons au moyen desquels toute personne exercée dans l'art de fabriquer le fer ou l'acier parvient à déterminer les proportions de charbon et le traitement qui conviennent à une certaine quantité d'un minerai donné pour produire les qualités de minerai cémenté dont on pourra fabriquer ensuite de la fonte, de l'acier malléable ou fondu, ou du fer malléable conformes aux échantillons.

Le procédé de cémentation, au reste, s'exécute au moyen de deux méthodes différentes.

Dans la première méthode, on prend du charbon de bois grossièrement pulvérisé, et en quantité suffisante pour envelopper, autant que cela est possible dans la pratique, le minerai réduit en morceaux dont le poids ne doit pas excéder 1 1/2 à 2 kilogrammes, et on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffe le tout ensemble pour que le minerai puisse prendre une proportion suffisante de carbone suivant qu'on désire un produit propre à faire de la fonte, de l'acier malléable ou fondu, ou du fer malléable.

Dans la seconde méthode, on prend une proportion déterminée de charbon finement pulvérisé et de minerai grillé en morceaux qui n'excèdent pas le poids de 80 à 100 grammes, et on charge, avec ces deux substances convenablement mélangées, les caisses à cémentation qu'on chauffe ensuite jusqu'à ce que la cémentation soit effectuée au degré convenable.

En opérant sur une petite échelle, et en employant des ouvriers attentifs et intelligents, la seconde méthode paraît propre à donner des produits supérieurs à ceux de la première; mais en grand, et là où l'on n'a que des ouvriers ordinaires à sa disposition, la première paraît mériter la préférence, parce qu'on peut plus aisément contrôler le temps que dure l'opération et le degré de chaleur, et qu'on n'a plus à surveiller le pesage et l'encaissement des matériaux qui sont nécessaires dans la seconde.

Voici comment on prépare les échantillons pour une qualité donnée de minerai destiné à être traité par la première méthode.

On prend 200 kilog. de minerai grillé d'une qualité moyenne entre toutes celles qu'on veut traiter, on le brise en morceaux de 1 1/2 à 2 kilog., et on divise la masse en 20 parties de 10 kilog. chacune, qu'on met dans un creuset ou pot en fonte très-épais, en entourant chaque morceau avec du charbon de bois en poudre grossière, et sans égard à la proportion, mais d'une qualité identique avec celle qu'on peut se procurer communément dans l'usine. On recouvre la dernière couche de minerai de chaque pot d'une couche de charbon de 3 centimètres au moins d'épaisseur, et dessus on met une couverture de 48 à 50 centimètres de sable, et enfin, pour empêcher ce sable d'être dérangé par le courant d'air et attaqué trop vivement par le feu, on place au-dessus une tuile ou une rondelle de fonte.

Dans cet état, on met le premier pot dans un fourneau à vent où le tirage peut être réglé à volonté par des registres, et on élève peu à peu la température : au bout de 12 heures de feu, celle-ci a atteint le rouge le plus intense, et est sur le point de passer au blanc, température qu'il faut néanmoins éviter d'atteindre pour ne pas liquéfier la fonte du pot et du couvercle. On entretient, pour le premier pot, cette chaleur rouge aussi également que possible pendant 80 heures, puis on laisse refroidir 12 heures. On traite de la même manière les 19 autres pots, mais pour le second, la chaleur, d'égale intensité, n'est plus donnée que pendant 76 heures; pour le troisième, pendant 72 heures, et ainsi de suite, en diminuant de 4 heures pour chaque pot, jusqu'au vingtième pot, qui ne reçoit enfin que 4 heures de cette température égale et soutenue.

Quand le produit du premier pot est froid, on le débarrasse du sable et du charbon, on le dépose dans un creuset à fondre l'acier, qu'on met dans le fourneau destiné à cette opération; et on fait liquéfier. Le produit de la fusion est versé dans une lingotière, et fournit un premier échantillon de fonte. On procède de la même manière avec les produits des autres pots, jusqu'à ce que l'on atteigne celui où le contenu refuse de fondre et reste dans un état pâteux, et qu'on peut former en loupe en l'agitant ou le roulant avec un ringard pour en séparer les scories comme dans le puddlage. Cette loupe, passée au martinet ou aux cylindres, est transformée en une barre de matière malléable qui, pour la plupart des minerais, sera un barreau d'acier doux. Le produit du pot suivant sera presque toujours un barreau d'acier doux; mais celui du pot qui viendra après sera ou un barreau d'acier doux, ou bien une barre de fer malléable. Les pots suivants donneront des barres de fer malléable de qualités décroissantes, jusqu'à celui où la température n'ayant pas été assez prolongée, ne fournira plus, avec la plupart des minerais, qu'un fer trop cru pour l'usage.

Le dernier pot où le métal sera fluide produira de l'acier fondu, ainsi que les deux ou un plus grand nombre de pots qui le précéderont; mais l'acier fondu sera de qualités différentes, et tous les pots soumis à une chaleur plus longtemps prolongée que celle qui produit l'acier fondu, donneront de la fonte de qualités variables.

La préparation des échantillons, dans la seconde méthode, est la même que la précédente, excepté qu'on prend du charbon en poudre fine et des morceaux de minerai grillé qui n'excèdent pas en poids 80 à 100 grammes. Le charbon, en outre, ne s'élève, pour le premier pot, qu'à 26 p. 0/0 en poids du minerai, puis, pour le second pot, à 25 p. 0/0, et en descendant ensuite, de 1 p. 0/0 pour chaque pot jusqu'au vingtième, qui n'en renferme que 6 p. 0/0.

Le minerai et le charbon étant bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mélangés ensemble, on les dépose dans des caisses ou creusets qu'on soumet à une chaleur rouge soutenue et égale de 24 heures, indépendamment du temps pour les porter à cette température. On traite ensuite les produits au creuset à fondre l'acier, comme il a été dit ci-dessus.

On fait une seconde série d'échantillons, et dans les mêmes proportions de minerai et de charbon, mais en donnant aux pots une chaleur soutenue de 48 heures seulement. Pour quelques minerais il est utile de faire une troisième série où la chaleur soutenue dure pendant 72 heures plus ou moins.

Dans quelques cas extraordinaires on peut même faire passer régulièrement les séries par toutes les périodes de chaleur soutenues, de proportions respectives de charbon et de minerai, et par les dimensions ou les poids les plus variables pour les morceaux de celui-ci.

On peut enfin commencer par séries de 5 pots avec des différences quadruples de chargement et de temps, puis ensuite procéder à son aise aux interpolations ou séries intermédiaires qui complètent la grande série de 20 pots.

Dans l'application en grand, on peut se servir des fourneaux ordinaires à fabriquer l'acier et procéder au chargement et à la conduite du feu, ainsi qu'il vient d'être dit pour les échantillons et en particulier de celui qu'il s'agit d'imiter.

VII. Le procédé indiqué ci-dessus s'applique plus particulièrement aux minerais de fer terreux et présente quelque analogie avec une autre méthode de traiter les minerais argileux, que M. I. Hawkins avait proposée en 1837, et qui ne s'est peut-être pas répandue à cause des frais plus considérables qu'elle occasionne, et parce que bien souvent on se dispense de griller les minerais de cette espèce; mais il pourrait bien se faire qu'il en fût autrement pour les mines en roches qu'on grille toujours et qui sont souvent difficiles à traiter par les procédés ordinaires.

On a donc proposé l'an dernier, en Angleterre, de traiter ces minerais par un moyen analogue et propre à en extraire plus économiquement du fer malléable.

M. Clay, du comté de Stafford, qui a fait connaître ce moyen, prend ces mines en roche, les brise, en employant des cylindres, la chaleur ou tout autre moyen, en morceaux de la grosseur d'une noisette et mêle cent parties en poids de ce minerai à vingt parties de charbon de bois, de houille ou à du coke, réduit en morceaux d'environ 1 centimètre cube, et il introduit le mélange dans des cornues en D de 2 mètres de longueur, 50 centimètres de hauteur et 60 de largeur, faites en argile, en terre réfractaire, en fonte ou toute autre matière capable de résister au rouge-cerise. Ces cornues sont rangées horizontalement dans une chambre construite à l'extrémité d'un four à puddler pour utiliser la chaleur qui s'en échappe.

Ces cornues sont à peu près semblables à celles du gaz et fermées par les mêmes moyens. Le travail est continu, c'est-à-dire qu'aussitôt qu'une charge est arrivée au point convenable, on la retire pour la remplacer par une autre. Des tubes servent à enlever les vapeurs et les gaz qui se forment dans l'intérieur des cornues. Celles-ci ne sont chargées que jusqu'à la hauteur des carneaux avec les mélanges qu'on recouvre de trois à quatre pelletées de menu avant d'ajuster les tampons.

Les cornues restent dans le four pendant douze heures au moins, suivant le degré de chaleur auquel elles sont soumises. On peut de temps à autre prendre quelques échantillons et les essayer à la lime pour voir si le minerai est réduit à l'état métallique. Au sortir des cornues, ce minerai est immédiatement porté au four à puddler en y ajoutant de 5 à 6 p. 0/0 d'anthracite ou de charbon très-menu, si toute la masse ne paraît pas complétement métallique.

Le minerai ainsi préparé se traite comme du fine-métal et se comporte, dit-on, comme lui au puddlage.

Lorsqu'on veut produire de la fonte, on charge les cornues avec 30 parties de matière charbonneuse pour 100 de minerai et on prolonge de moitié en sus la durée de l'opération.

VIII. Nous avons fait connaître, dans les nos 2 et 3, les dispositions nouvelles proposées par M. Player pour brûler l'anthracite dans les hauts fourneaux; cet ingénieur assure qu'au moyen de ces dispositions il n'y a nul besoin d'employer l'air chaud. Néanmoins, nous croyons que M. Crane, maître de forges à Yniscedwyn, n'a pas renoncé au brevet qu'il a pris en 1836 pour combiner l'emploi de l'air chaud avec celui de l'anthracite. Suivant lui, l'appareil doit donner de l'air chauffé à une température d'environ 320° C. au moins, c'est la température qui lui a réussi le mieux. Dans les charges, il emploie en poids 300 d'anthracite, 300 de minerai argileux grillé avec une quantité convenable de castine, comme si on travaillait au coke de houille. Avec ces proportions il produit, dit-il, les meilleures qualités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de fontes anglaises, nos 1 et 2. Mais on sent que ces proportions doivent varier avec la nature plus ou moins réfractaire du minerai et la qualité de fers qu'on se propose d'obtenir.

L'anthracite, comme la houille, peut être réduit en coke, mais cette opération ne paraît pas nécessaire et ne procure pas de résultats plus avantageux qu'en employant ce combustible en nature.

L'anthracite exigeant un courant d'air régulier et soutenu, il faut rejeter le menu et tous les morceaux qui n'ont pas au moins 25 millimètres de diamètre, à moins que la soufflerie n'ait une puissance considérable.

IX. Nous aurions voulu entrer dans quelques détails sur un appareil pour lequel M. Beaudelot, à Harancourt (Ardennes), a pris, en 1838, un brevet d'invention et qui est destiné à recueillir au gueulard et ramener aux creusets des hauts fourneaux, en tout ou en partie, les gaz qui s'échappent de ce gueulard, de les combiner à la tuyère avec l'air lancé par la machine soufflante et à faire servir le mélange à la fusion et à la réduction des minerais de fer, mais les renseignements nous manquent, et nous ne croyons pas devoir hasarder des observations sur les avantages ou les inconvénients que peut présenter cet appareil.

Nous garderons également le silence et par les mêmes motifs :

1° Sur une méthode de préparation des minerais de fer qui consiste à en opérer la désoxidation préalablement à leur mise en haut fourneau et qui a été brevetée aussi en 1838 aux noms de MM. G. Bocquet et P. Champion de Nansouty, de Paris ;

2° Sur un fourneau à double foyer propre à l'affinage et à l'étirage de toute espèce de fers, de l'invention de MM. Davis et Vautier de Nantes ;

3° Sur un procédé d'affinage de la fonte dû à M. P. Didier ;

4° Sur un procédé propre à réduire les minerais dans les hauts fourneaux sans machines soufflantes et avec de la houille brute ou tout autre combustible, et qui fait aussi l'objet d'un brevet de 1838 pris par M. E. Mariotte de Valenciennes ;

5° D'un nouveau procédé propre à l'affinage de la fonte au charbon de bois et au traitement du minerai de fer, dû à MM. Meillonas, frères, de Dijon ;

6° Enfin, nous nous abstiendrons aussi de faire mention d'un assez grand nombre d'autres essais qui ont été faits pour utiliser la chaleur qui s'échappe des hauts fourneaux et faire marcher des machines à vapeur, chauffer des liquides, convertir des houilles en coke, etc., parce que l'expérience n'a pas encore prononcé définitivement sur le mérite de ces applications.

X. Nous terminerons cette revue des perfectionnements, proposés récemment dans la fabrication du fer, par quelques détails sur la combinaison des différents éléments qui entrent dans la composition de la fonte, de l'acier et du fer malléable, détails qui ont été consignés dans un mémoire encore inédit et fruit d'un travail fort étendu auquel s'est livré M. le docteur C. Schafhault, de Munich, que nous avons déjà eu occasion de citer avec distinction dans cette revue.

Suivant M. Schafhault, le carbone le plus pur contient et retient encore constamment de l'hydrogène et parfois de l'azote, même aux températures les plus élevées auxquelles on peut le soumettre.

Ce carbone à ces températures n'abandonne point cet hydrogène et cet azote, qui n'altèrent pas sensiblement ses propriétés, à moins que ceux-ci ne soient chassés et qu'il ne se combine alors avec l'oxigène, l'aluminium ou le silicium.

On ne possède encore aucune méthode sûre et précise pour se procurer du carbone pur et à l'état isolé ; celui qu'on a considéré jusqu'ici comme tel, a toujours été plus ou moins à l'état de carbure.

Une nouvelle méthode pour se procurer du graphite, consiste à faire couler les scories fluides du puddlage ou des silicates de fer et de manganèse sur des fragments de houille. Après le refroidissement on trouve constamment que les scories ont éprouvé à leur surface quelque altération et se sont recouvertes d'une couche de graphite qu'on peut en séparer facilement.

Cette couche de graphite existe, non-seulement aux points de contact entre les scories et la houille, mais encore dans ceux qui ont été plongés dans l'atmosphère fumeuse qui se dégage alors de ce combustible minéral.

La formation du graphite commence à une température inférieure à 815° centigrades (1,500° F.) et atteint son plus haut point à une température qui n'excède guère 1,093° C. (2,000° F.).

On produit de cette manière deux espèces de graphites ; l'un, désigné par la lettre A, est en écailles élastiques de l'épaisseur d'une feuille de papier et a un aspect métallique terne ; l'autre, marqué B, est de l'épaisseur d'une feuille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'or battue et extrêmement doux et onctueux au toucher.

Toutes les espèces de graphites perdent leur onctuosité et leur aspect brillant quand on les expose à l'action du gaz fluorhydrique ou hydrogène fluoré.

Le graphite B consiste, suivant l'analyse, en

Protoxide de fer.	18,6000	
Silice.	7,6200	
Carbone.	70,3421	Probablement mélangés mécaniquement, mais également et invisibles.
Silicium.	3,0744	
Perte.	0,3635	
	100,0000	

Quant au graphite A, on a trouvé qu'il renfermait :

Silicium.	4,93
Fer.	9,50
Carbone.	85,45
Perte.	0,12
	100,00

On a déterminé la quantité des oxides de fer et de la silice en chauffant ces graphites d'abord dans les acides, ensuite dans des lessives caustiques ; la quantité de carbone, en les faisant brûler avec du chromate de plomb et du chlorate de potasse ; et enfin celle du silicium, en les faisant fondre, après les avoir réduits en poudre, avec du carbonate de soude dans un creuset de platine.

Dans l'opinion de l'auteur, le graphite est un carbure de silicium et de fer ; et il démontre, en faisant chauffer d'une manière particulière les résidus que laisse la solution du fer dans de l'acide chlorhydrique d'une certaine pesanteur spécifique, que la composition chimique de la fonte, dans ses deux espèces distinctes de fonte grise et de fonte blanche, est en rapport direct avec les deux genres de graphites dont il a été question plus haut, et que, suivant toutes les probabilités, elles proviennent de la même origine, ainsi que l'indique le tableau suivant :

1° *Graphite* B.

Fer. . . . . Silicium. . . .	Oxigène, silicate de fer.
Silicium. . . . Carbone. . . .	Carbure de silicium.

Fonte grise.

Fer. . . . . Silicium. . . . Aluminium. .	Siliciure et aluminiure de fer.
Carbone. . . . Silice. . . .	Carbure de fer.

2° *Graphite* A.

Fer. . . . . Carbone. . . .	Carbure de fer.
Carbone. . . . Silicium. . . .	Carbure de silicium.

Fonte blanche.

Fer. . . . . Carbone . . . Azote.	Carbure de fer.
Silicium. . . . Carbone. . . .	Carbure de silicium.

Tous les fers gris, tant ceux produits à l'air chaud que ceux à l'air froid, laissent un résidu blanc-grisâtre, lorsqu'on les traite avec de l'acide chlorhydrique d'un certaine pesanteur spécifique. Ce résidu, traité à son tour par l'ammoniaque caustique, dégage avec beaucoup de rapidité du gaz hydrogène et laisse dans la solution de l'alumine avec un peu de silice.

La présence de l'aluminium à l'état métallique, après le traitement par un acide, aussi bien que l'absence de tout azote, semble être un des caractères principaux des fers gris de France et d'Angleterre ; de même, au contraire, que le carbone, l'hydrogène et l'azote sont constamment présents dans les résidus du fer blanc, résidus qui se présentent constamment sous une couleur brunâtre.

L'azote est un élément de l'acier tout aussi bien que du fer forgé.

Le silicium généralement est combiné avec le carbone et dissous dans les carbures de fer ; il est extrêmement difficile de produire un alliage du fer avec le silicium seul sans la présence d'un peu de carbone, d'aluminium ou d'autres corps semblables.

Les molécules de tous les fers ont toutes la même forme et appartiennent au système cubique. Celles dont les di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mensions sont les plus considérables n'excèdent pas 0,0013825 de millimètre en diamètre, et c'est en particulier de l'arrangement ou de la disposition de ces molécules que dépendent en grande partie les différents aspects que présentent les différents genres de fer.

Il est impossible d'apercevoir les moindres écailles ou lamelles de graphite dans de la fonte grise ; ou voit seulement au microscope que ce qu'on considérait à l'œil nu comme des lamelles de graphite, n'est en réalité que les surfaces de cristallisation, composées de plans pentagonaux qui, dans leur moindre diamètre, n'ont pas au delà de 0,008875 de millimètres, et sont composés des molécules de fer, déliées et primitives, dont il a été question plus haut.

Les molécules de fer sont disposées dans la fonte grise sous la forme la plus régulière, et toutes leurs surfaces sont placées dans un même plan.

C'est dans l'acier trempé qu'on aperçoit la distribution la plus égale des molécules. Ces molécules sont agrégées en faisceaux dans l'acier non trempé, et elles sont à distance et arrangées longitudinalement dans le fer forgé.

Le fer pur ne peut se souder. La propriété qu'on observe dans le fer de se souder, dépend de son alliage avec le carbure de silicium.

La bonté et les différentes qualités des fers forgés dépendent de l'alliage du fer pur avec d'autres corps métalliques. Jusqu'ici on a négligé généralement de constater dans les analyses du fer la présence de la plupart des métaux électro-négatifs.

Rien n'est plus facile que de constater seulement par l'odorat la présence de l'arsenic dans les fers de Suède, en les forgeant au moment où ils sont portés au rouge. Il en est de même des fers de Low-Moor.

La solution ordinaire du fer dans les analyses, lorsqu'on se propose d'en séparer les métaux électro-négatifs, doit être, pour plus d'exactitude, partagée en deux parties, l'une que l'on traite par un courant d'hydrogène sulfuré, et l'autre qu'on verse dans du sulfhydrate d'ammoniaque, où on la fait soigneusement digérer.

Il est beaucoup plus difficile qu'on ne le croit ordinairement de séparer d'une grande quantité de fer une faible proportion de silice, et la véritable proportion du carbone ne peut seulement s'obtenir que par la méthode de M. Berzelius, c'est-à-dire en brûlant le fer par un courant d'oxigène, ou mélangé à un chlorate de potasse et un chromate de plomb dans un tube de verre comme dans l'analyse des corps organiques.

L'acier est une production purement mécanique du marteau de forge, qui arrache les molécules d'une certaine espèce de fonte blanche à la position originaire, où les forces d'attraction, relativement aux centres aussi bien qu'à la position des molécules, les avaient disposées par l'action lente de la chaleur.

L'acier, tel qu'il sort du fourneau ou du creuset où il a été fabriqué, n'est ni plus ni moins que de la fonte blanche, dont l'acier indien, nommé Wootz, est l'espèce la plus belle.

Afin de présenter des exemples des faits annoncés dans ce travail, l'auteur le termine par l'analyse de deux échantillons de fonte et un d'acier.

Le premier échantillon est un fer gris français de Vienne, département de l'Isère, obtenu d'un mélange de minerai pisiforme avec de l'hématite rouge, au moyen de la houille de Rive-de-Gier et de l'air chaud. Sa pesanteur spécifique était 6,898.

Le second échantillon est un fer du pays de Galles, de la manufacture de tôle des usines de Maesteg, près Neath, dans la Galles du Sud, et obtenu d'un mélange de fer argileux et du minerai rouge du Cumberland, par le moyen du coke et de l'air chaud. Ce fer présentait un aspect blanc d'argent, sans le moindre signe de cristallisation. Sa pesanteur spécifique était 7,467.

L'acier était un fragment de rasoir, forgé en présence de l'auteur dans les ateliers de M. Rodgers, à Sheffield. Sa pesanteur spécifique était 7,92.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	FER GRIS FRANÇAIS.	FER BLANC GALLOIS.	ACIER.
Silicium	4,86430	1,00867	0,52043
Aluminium	1,00738	0,08571	0,00000
Manganèse	0,75130	traces.	1,92000
Arsenic	0,00000	0,00000	0,93400
Antimoine	0,00000	1,59710	1,12100
Etain	0,00000	0,00000	traces.
Phosphore	0,54000	0,08553	0,00000
Soufre	0,17740	0,32018	1,00200
Azote	0,00000	0,76371	0,18310
Carbone	3,38000	4,30000	1,42800
Fer	89,00740	91,52282	93,79765
Perte	0,27222	0,31428	0,09382
	100,00000	100,00000	100,00000

Enfin, d'après le travail de l'auteur, on pourrait conclure que c'est à l'arsenic que les fers de Suède devraient en grande partie les propriétés qui les distinguent, et ceux de Russie à la présence du phosphore.

Nouveau mode de traitement du minerai ou de l'oxide de zinc.

Par M. H. G. Dyar.

Suivant le mode actuellement usité pour fabriquer le zinc, on mélange l'oxide de ce métal avec du poussier de houille, et on soumet à la distillation en renfermant l'oxide ainsi mélangé et préparé à la réduction dans des cornues, des creusets, des pots ou autres vases semblables. En appliquant la chaleur à l'intérieur de ces vases, le métal est réduit, puis évaporé, reçu et condensé dans des récipients de forme convenable. Cette dernière disposition a principalement pour but de soustraire le zinc à l'action de l'air atmosphérique.

M. Dyar s'est proposé de parvenir au même but sans renfermer l'oxide de zinc dans ces vases, d'enlever à l'air les propriétés nuisibles qu'il pourrait avoir sur cet oxide et d'exposer cette dernière matière directement à l'action du feu. Le combustible en état d'ignition dans le fourneau y est alors arrangé et disposé de telle façon que l'air, après avoir passé à travers, subit, avant d'arriver en contact avec l'oxide, une transformation qui ne s'oppose plus à ce qu'on obtienne le zinc à l'état métallique.

L'appareil, au moyen duquel on parvient à ce but, est représenté en coupe dans la fig. 1 de la planche VI.

Dans cet appareil, où l'oxide de zinc est exposé directement et à feu nu à l'action du combustible, les produits ou gaz brûlants de la combustion, dès qu'ils viennent en contact avec l'oxide placé dans le fourneau de réduction, sont dépouillés autant que possible d'oxigène, d'acide carbonique ou toute autre substance gazeuse capable d'oxider le zinc métallique, et ne se composent plus que d'oxide de carbone, d'azote, d'hydrogène ou d'hydrogène carboné qui ne paraissent exercer aucune influence à la température nécessaire pour la réduction sur le zinc métallique. De plus, ces substances gazeuses, sans effet nuisible dans l'opération, après avoir agi sur l'oxide, éprouvent un abaissement de température tel, qu'elles n'entraînent aucune partie quelconque de zinc réduit en vapeur dans l'air extérieur où il serait brûlé, oxidé et perdu.

Dans la figure citée A est le foyer, ou chambre du combustible en ignition, qu'on remplit avec du coke, B la chambre où l'on dépose l'oxide préparé qu'il s'agit de réduire, C un récipient où se condense le zinc réduit et distillé, D la buse d'une machine soufflante, E un fond clos, mais qu'on peut ouvrir au besoin pour nettoyer et vider le fourneau, FF deux couvercles en fonte pour communiquer dans les chambres A et B, GG deux autres pièces en fonte portant une rainure ronde ou de toute autre forme pour loger les bords rabattus des couvercles et qu'on remplit de sable H pour rendre l'occlusion plus parfaite, I la partie supérieure de la chambre à feu, K un tuyau de fer à travers lequel passe l'air brûlé et le zinc vaporisé et en abaisse la température pour condenser le métal qui coule dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le récipient C, L un autre tuyau opposé à K et d'une longueur suffisante avant de s'ouvrir dans l'air pour condenser toute la vapeur de zinc qui aurait pu s'échapper, ou refroidir suffisamment le courant de substances gazeuses pour qu'il sorte sans entraîner la moindre portion de métal ; enfin, N une ouverture qu'on bouche avec un tampon qu'on peut enlever pour pénétrer dans la chambre de réduction H et enlever les résidus de l'opération après que le zinc a distillé.

Dans ce fourneau toute la hauteur de la chambre au combustible A, qui se trouve placée au-dessous du canal J, doit être suffisante pour convertir complétement tout l'oxigène de l'air qui alimente le fourneau en oxide de carbone, pendant l'espace de temps que cet air s'élève et avant d'entrer dans le canal pour se rendre dans la chambre de réduction B. Ce canal J a une legère inclinaison vers l'ouverture N afin de s'opposer à ce qu'il y ait à aucune époque la moindre parcelle de zinc métallique qui puisse couler dans la chambre A.

Lorsque le minerai de zinc contient du cadmium, de l'arsénic, etc., on ajoute une seconde, une troisième série, et même davantage, d'appareils condensateurs K, C et L, les uns à la suite des autres, de façon que le zinc qui est le métal qui se condense le plus facilement puisse être principalement récolté dans le premier récipient, tandis que le Cadmium qui l'est un peu moins le soit dans le second, etc., de cette manière on obtiendra dans le premier récipient du zinc plus pur que si tous les métaux eussent été condensés ensemble.

Lorsque le minerai se présente naturellement sous forme d'oxide, ou bien a été converti en oxide, l'auteur en forme des boulles de 60 millimètres de diamètre avec la quantité ordinaire de poussier de houille auquel il ajoute un peu d'argile ou de toute autre matière propre à empêcher le minerai, ou oxide ainsi préparé, de se convertir en poudre dans la chambre à réduction, état sous lequel il s'opposerait à la libre circulation de l'air chaud pendant l'opération.

Quoiqu'il ait indiqué une méthode pour convertir l'air lancé dans le fourneau en oxide de carbone, en lui faisant traverser une colonne de coke en combustion, l'auteur, néanmoins, pour assurer la conversion complète de cet air, recommande à chaque opération de charger le fourneau A dans sa partie supérieure seulement avec un charbon bitumineux ou de la houille, de façon que la chaleur en dégage de l'hydrogène carboné qui est destiné à convertir tout l'acide carbonique qui aurait pu se former dans l'air brûlé en oxide de carbone, avant qu'il puisse arriver sur le minerai dans la chambre de réduction.

De l'emploi de l'anthracite dans les foyers ordinaires des machines à vapeur et dans la navigation à la vapeur.

L'anthracite, ce combustible si négligé autrefois, nous paraît appelé depuis quelque temps à jouer un rôle si important dans les arts et la navigation, qu'on nous pardonnera sans doute de revenir sur ce sujet.

I. Parmi tous les combustibles, il n'y en a peut-être pas qui puisse présenter dans l'usage autant d'économie que l'anthracite. Jusqu'à présent, les tentatives qui avaient été faites pour l'introduire dans les appareils propres à générer de la vapeur, avaient paru peu satifaisantes ; mais il est bien reconnu aujourd'hui que tous les mécomptes qui ont eu lieu, étaient dus à l'ignorance où l'on était encore de la nature et des propriétés de ce combustible.

En effet, les foyers des chaudières à vapeur où l'on brûle des houilles plus ou moins bitumineuses, paraissent mal disposés pour obtenir un parfait développement du pouvoir calorifique de l'anthracite, et il n'est pas douteux, quand les modifications dont l'expérience indique déjà les principes et qu'on apportera dans la forme et la disposition de ces foyers, ainsi que dans la figure des chaudières, on parviendra à utiliser avec profit ce précieux combustible.

En attendant, nous croyons qu'un changement bien simple dans la disposition des appareils suffira déjà pour introduire avec avantage l'emploi de l'anthracite dans le chauffage des chaudières établies à l'ordinaire, et produira une économie de combustible, une chaleur et par conséquent une production de vapeur plus fixe et plus uniforme, une absence presque complète de fumée, et par suite l'inutilité de ces cheminées énormes et embarrassantes qui chargent le pont des bâtiments à vapeur.

Quand on brûle de la houille bitumineuse dans le foyer d'une chaudière à vapeur, on a besoin d'un tirage étendu et rapide, parce que quand on jette sur un feu à l'état incandescent cette sorte de combustible en grande quantité, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'en distille ou échappe une quantité considérable de substances volatiles qui entraînent avec force des particules de matières solides, qui seraient toutes perdues comme substances combustibles, si un courant d'air ne traversait pas en même temps le foyer et les carneaux du fourneau, courant qui fournit de l'oxigène pour la combustion partielle de ces matières. Mais généralement ce courant ou cette alimentation en oxigène est trop faible pour opérer la combustion complète de celles-ci, et la conséquence de cette alimentation imparfaite est un nuage de fumée épaisse qui accompagne généralement chaque chargement du fourneau en combustible frais.

Il ne se présente rien de semblable avec l'anthracite qui ne renferme d'autre principe combustible que du carbone pur et à l'état solide. Il est vrai qu'un tirage trop rapide est toujours suivi d'une perte considérable de chaleur, surtout avec ce combustible; mais en même temps il ne faut pas perdre de vue que la grande puissance de l'anthracite repose surtout sur une combustion rapide.

Pour parvenir à cette combustion rapide l'application d'un appareil soufflant devient donc nécessaire, non pas un appareil d'une grande puissance, mais bien celui qui produira seulement un vent modéré comme un ventilateur ou un volant ordinaire. Le vent doit être conduit du ventilateur dans le cendrier par un tube de communication; ce cendrier est en conséquence clos de toute part, excepté par le trou où l'on introduit le vent et qui sert en même temps à enlever les cendres.

Il n'est nul besoin de changer la disposition des foyers, excepté toutefois en ce qui concerne les barreaux de la grille. Ces barreaux doivent être placés très-rapprochés les uns des autres et de différentes dimensions, alternativement épais et minces. Ainsi, des barreaux de 54 ou 40 millimètres d'épaisseur sont placés entre deux autres qui n'ont que de 13 à 27 millimètres, en laissant seulement entre eux un espace de 6 à 7 millimètres.

Cette disposition a pour but de faciliter le nettoyage du foyer dont on peut faire tomber les escarbilles et les cendres, en retirant une partie des petits barreaux, tandis que le corps du feu se trouve porté par les gros barreaux qui doivent rester à leur place.

Il faut avoir soin d'entretenir un léger filet d'eau dans le cendrier pour éteindre les matières incandescentes qui tombent du foyer. Cette eau a des usages variés et importants.

On doit apporter la plus grande attention et les précautions les plus minutieuses dans l'alimentation du foyer en combustible. Le feu d'anthracite doit constamment avoir une même épaisseur qui ne peut excéder 16 centimètres.

Le combustible brisé en morceaux, dont le poids ne s'élève pas à plus de 100 ou 125 grammes, et humecté complétement avec de l'eau, doit être fourni fréquemment au foyer, en petites quantités à la fois, et en ayant soin de maintenir la surface du feu parfaitement de niveau, afin d'assurer l'action uniforme du courant d'air de la machine soufflante.

C'est l'imprégnation du combustible avec de l'eau, de concert avec la vapeur d'eau qui s'élève du cendrier, qui s'oppose à cette décrépitation à laquelle l'anthracite est sujet quand on lui applique tout à coup la chaleur.

Avec cette disposition il ne faut qu'une très-petite cheminée, et même, comme il importe que les produits brûlants de la combustion restent le plus longtemps possible en contact avec la chaudière, il serait peut-être utile et praticable de faire usage d'un registre ou d'une soupape équilibrée de manière à avoir une légère disposition à se fermer, mais cédant à une pression peu considérable.

Des expériences récentes semblent avoir démontré que le pouvoir calorifique de l'anthracite était dans le rapport à poids égal de 12 à 9 avec celui de la houille de la meilleure qualité, ou celle qui passe pour générer la plus grande quantité de vapeur.

II. M. Player ayant proposé diverses modifications à apporter dans les appareils à vapeur (*voyez* le n° de décembre, page 97), afin de pouvoir brûler l'anthracite, et les appareils nouveaux ayant donné des résultats satisfaisants, il s'est formé aussitôt à Londres une compagnie qui a fait construire sur la Tamise un bateau à vapeur en fer, dans le but d'essayer pour la navigation le nouveau combustible ainsi que les appareils destinés à le consommer.

Ce bâtiment que ses propriétaires ont nommé l'*Anthracite*, a été construit sur le modèle des bateaux à vapeur perfectionnés de la Tamise, bateaux installés d'après les principes établis par M. Russell et empruntés aux belles expériences sur le mouvement des flots que ce savant a entreprises depuis plusieurs années, par ordre de l'Association britannique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'*Anthracite* qui navigue déjà ne laisse échapper par sa petite cheminée en forme d'entonnoir aucune apparence de fumée. C'est comme on sait par cette cheminée qu'on jette le combustible qui descend peu à peu sur le foyer où il est enfin brûlé sans éprouver de décrépitation.

Ce bâtiment a fait récemment ses premiers voyages d'essai, en ayant à bord un grand nombre de savants et de praticiens qui paraissent avoir mis beaucoup d'intérêt et d'attention aux expériences. Nous ferons connaître ici sommairement quelques-unes de leurs observations.

La chaudière du bâtiment quoique petite a paru avoir une capacité suffisante pour générer de la vapeur en abondance et pour le service de la navigation. La machine donne 45 coups par minute, ce qui est une vitesse supérieure à celle des machines ordinaires.

C'est surtout le combustible qui a présenté des particularités tout à fait neuves. Son pouvoir conducteur pour la chaleur est tellement faible, qu'en posant la main sur la cheminée qui sert en même temps de trémie pour l'alimentation, on s'aperçoit à peine de la chaleur intense qui règne plus bas.

Quand on ouvrait la porte du foyer pour examiner l'intérieur de celui-ci, on apercevait des morceaux d'anthracite encore noirs qui reposaient à la surface de ceux en incandescence.

Les barreaux de la grille sont disposés en plan incliné à partir de l'ouverture inférieure de la cheminée en entonnoir, de façon qu'à mesure que le combustible descend, il se répand également sur toute la surface de cette grille sans qu'il soit besoin pour cela du ringard.

Le combustible ne donne pas de mâche-fer ou de scories dans sa combustion, et les escarbilles en petite quantité qui s'échappent à travers les barreaux de la grille, contiennent une si grande quantité de carbone, qu'on les rejette dans la cheminée d'alimentation.

La chambre où est placée la machine, et dans laquelle on n'a plus a s'occuper du feu, est d'une température peu élevée et très-supportable.

La vérité est qu'il n'y a pas de chauffeur à bord de l'*Anthracite*, et les hommes ordinaires de l'équipage sont seuls chargés dans leurs instants de loisir de jeter du combustible dans la cheminée d'alimentation et d'enlever quelques résidus de la combustion dans le cendrier.

On n'ouvre jamais la porte du foyer, et par conséquent, le feu n'éprouve pas périodiquement ces affaiblissements considérables qu'on observe dans les foyers ordinaires toutes les fois qu'on les charge. Il n'y a donc pas suspension dans la formation de la vapeur, pas de puissance perdue, pas de fumée évaporée en pure perte.

La combustion de l'anthracite s'opère doucement et avec beaucoup d'uniformité.

M. George Rennie qui a fait peser le combustible pendant les voyages, a trouvé que la quantité nécessaire pour produire la force d'un cheval pendant une heure était égale à 2 kilog. 947 gram. Toutefois ce nombre ne peut encore être considéré que comme une approximation.

Il résulte des expériences qui ont eu lieu dans les voyages de l'*Anthracite* :

1° Que la température très-modérée de la chambre à la machine, et par suite la conservation de la santé des hommes qui sont chargés de conduire celle-ci, rendent ce combustible particulièrement propre aux voyages dans les climats chauds ;

2° Que l'état compacte de ce combustible, supposé de bonne qualité, permettra aux bâtiments à vapeur du commerce, d'entreprendre de plus longs voyages avec un même poids de combustible, ou pour un même voyage de prendre des chargements en marchandises plus considérables ;

3° Que l'introduction de l'anthracite dans la navigation à la vapeur aura nécessairement pour résultat de diminuer le prix du combustible ;

4° Que l'Amérique du nord, et en particulier la Pensylvanie, étant riches en anthracite de bonne qualité, les voyages dans cette partie du monde seront moins chers, moins chanceux et plus faciles.

5° Qu'en temps de guerre l'absence de fumée pourra être une circonstance très-avantageuse pour cacher l'approche d'un bâtiment à vapeur armé en guerre, ou au moins pour ne pas faire soupçonner à l'ennemi qu'il est ainsi armé.

III. Toutes les personnes qui sont dans l'habitude de faire usage de l'anthracite comme combustible, semblent être d'accord sur ce point, que l'application de l'eau est avantageuse. C'est un usage constant parmi les habitants de tous les districts où l'on ne se sert que de ce combustible, que de le mouiller d'eau avant de le verser dans le foyer. Un mélange d'anthracite menu et d'argile fait un feu plus vif et plus agréable que ce combustible seul, ce qu'on attribue à ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'argile retient une portion de l'eau jusqu'à ce que celle-ci, décomposée par le charbon en ignition, produise des gaz carbonique, oxide de carbone et hydrogène carboné.

On a proposé d'appliquer la vapeur d'eau aux feux d'anthracite brûlant sous des chaudières à vapeur ; cette eau suppléerait, à ce qu'on pense, aux matières volatiles et gazeuses que renferment les combustibles bitumineux, mais on a rencontré de grandes difficultés dans l'application de ce principe à cause de la nature compacte du combustible et la manière dont ses morceaux se tassent dans le foyer. Il est nécessaire que le combustible soit amené à une combustion très-active pendant qu'on y fait passer la vapeur; mais alors les passages se trouvent si rétrécis dans cette masse incandescente lorsqu'on y lance la vapeur, que celle-ci s'oppose à l'introduction de l'air et, par conséquent, à l'activité de la combustion qui diminue. D'ailleurs, il faut une haute température ainsi qu'une grande quantité d'air pur, ou une suffisante dose d'oxigène, pour brûler l'hydrogène carboné qui est le plus important des deux gaz générés, tandis que l'oxide de carbone se consume à une assez basse température en produisant une faible chaleur. On peut produire aisément, il est vrai, une flamme assez volumineuse en lançant de la vapeur d'eau dans un feu d'anthracite, mais cette flamme est en grande partie produite par ce dernier gaz; le premier se volatilise sans combustion et avec perte, par conséquent, de sa puissance calorifique. Indépendamment de l'air nécessaire pour entretenir la combustion de la matière dans le foyer, il en faut donc une très-grande quantité pour consumer les gaz, et de plus, il faut que cet air soit porté à une haute température. Or, il paraît impossible de parvenir à remplir toutes ces conditions avec le tirage ordinaire des foyers.

C'est en se fondant sur ces principes ainsi que sur la longue expérience de quelques praticiens, qu'on a déclaré qu'il paraissait décidément impossible de brûler avec avantage l'anthracite dans les foyers des machines ordinaires sans avoir recours à une machine soufflante.

D'un autre côté, lorsqu'on fait ainsi usage d'un courant d'air artificiel, quoiqu'on rencontre des difficultés, il ne paraît pas qu'il soit impossible de trouver une méthode propre à produire en même temps l'effet complet qu'on attend de l'application de l'eau à un feu d'anthracite, et ce sujet est assez important pour mériter toute l'attention des mécaniciens et des ingénieurs.

Il y a des anthracites qui contiennent 95 p. 0/0 de charbon pur, et s'il était possible de tirer un effet utile de tout ce carbone, et d'en convertir sans perte certaines portions en composés volatils inflammables par leur union avec les éléments de l'eau, appliquée directement et constamment aux conduits aëriens de la chaudière, il est certain alors que l'anthracite pourrait être considéré comme un combustible condensé et qu'on aurait résolu un problème d'une importance majeure pour les bâtiments à vapeur au long cours.

Lorsque l'anthracite est employé dans la forge du serrurier ou du forgeron, il y a abondance de chaleur développée, mais alors il se forme une quantité assez notable de scories ; ces scories ont été la plupart du temps considérées comme composées seulement de silicates d'oxide de fer, mais c'est une erreur, attendu qu'elles contiennent du carbone. Ce sont ces mêmes scories qu'on produit en très-grande quantité dans les forges pour l'affinage du fer. Peut-être même l'oxigène et le carbone dans les proportions pour former l'acide carbonique se trouvent-ils combinés ici avec le fer.

Un léger filet d'eau qui coulerait dans le feu de la forge, où l'on brûle de l'anthracite, apporterait sans doute un remède à cet inconvénient, parce que la présence de l'hydrogène s'opposerait en grande partie à la formation de ces scories.

C'est un axiôme admis dans le nord de l'Angleterre qu'une bonne houille pour l'éclairage est en même temps propre à la forge, et réciproquement; or il serait impossible de fabriquer du fer malléable ou des barres de bonne qualité en faisant usage de l'anthracite comme combustible sans application de la vapeur d'eau. C'est donc une question du plus haut intérêt pour les personnes qui s'engagent dans des entreprises pour la fabrication du fer et qui se proposent de faire usage de l'anthracite comme combustible, de faire entreprendre des expériences sur les meilleurs moyens d'appliquer l'eau à des feux alimentés avec ce combustible.

Au reste, nous annoncerons ici que M. E. O. Manby, ingénieur à Swansea, vient de prendre une patente pour une nouvelle manière de produire du gaz d'éclairage en introduisant de la vapeur d'eau dans une cornue qui renferme de l'anthracite.

Cette cornue, qui a environ 20 centimètres de diamètre, est placée vertica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement et présente par-devant, et à la partie inférieure, une ouverture en saillie pour enlever le coke ; la partie supérieure par laquelle le combustible est introduit se recourbe au contraire en sens inverse pour recevoir une trémie. Immédiatement au-dessus de la cornue est une boîte portant une bride et qui se trouve suspendue sur un trépied. Au fond de cette boîte se trouve un tube d'émission qui descend au centre de la cornue. Cette cornue étant plongée au milieu du foyer, on la porte à une chaleur rouge et on y jette de l'anthracite menu mélangé à une partie de chaux délitée et neuf parties de sable siliceux avec un peu d'argile pour s'opposer à la décrépitation ; alors on place le couvercle ou le bouchon de la cornue et on l'assujettit convenablement. La vapeur est ensuite introduite dans cette cornue par un tube qui s'ouvre à sa partie inférieure ; le gaz produit passe dans le tube d'émission par une multitude de trous très-fins, puis dans la boîte d'où il est conduit au cylindre-laveur, puis de là au gazomètre.

Le tube de vapeur circule derrière le foyer dont la chaleur accroît sa température. Ce tube porte un robinet ou une soupape pour arrêter l'introduction de la vapeur lorsqu'on le juge nécessaire ; car si la matière charbonneuse ne produit qu'une petite quantité d'hydrogène, il faut modérer l'introduction de cette vapeur.

Considérations nouvelles sur l'emploi de la houille.

Par M. Landrin.

Quatre principes constituent la houille :

1° Le *bitume*, qui la rend grasse et lui donne l'inflammabilité ;

2° Le *carbone*, qui est l'élément de la caloricité ;

3° Les *matières volatiles*, qui s'échappent dès le commencement de la combustion ;

4° Les *matières terreuses*, qui forment les cendres.

Les matières volatiles et celles terreuses sont étrangères à la constitution de la houille ; mais elles l'accompagnent presque toujours. La houille pure, telle que le *cannel coal*, se compose uniquement de bitume et de carbone, et brûle jusqu'au bout sans laisser aucun résidu.

Plus une houille est chargée de bitume, plus elle est inflammable ; plus elle est riche en carbone, plus elle a de valeur calorifique. Entre la houille la plus bitumineuse et la houille qui possède le plus de carbone, il y a beaucoup de nuances ; mais, dans l'application et le commerce de ce combustible, on n'en distingue guères que trois, qui suffisent à la classification industrielle.

Aux deux extrémités de l'échelle, se placent la houille *grasse* ou bitumineuse, et la houille *sèche ;* la houille *maigre* tient le milieu. Dans la houille grasse, le bitume domine ; dans la houille sèche, c'est le carbone ; la houille maigre participe de l'un et de l'autre.

	HOUILLE		
	Grasse.	Maigre.	Sèche.
Carbone.	65	75	85
Bitume.	10	4	0
Matières volatiles. .	22	13	2
Cendres	3	8	13
	100	100	100

La houille grasse colle, se boursoufle, et donne du coke de bonne qualité, parce qu'elle contient peu de terres ; sa flamme est allongée et consistante ; elle donne une chaleur très-considérable, et est ainsi propre à tous les emplois.

Cependant, pour les grilles de fours à réverbère ou de chaudières, on lui préfère la houille maigre, lorsque surtout celle-ci est un peu bitumineuse, parce qu'elle n'a pas le désagrément de coller et de fermer le passage à l'air en obstruant l'espace laissé entre les barreaux, et qu'en outre elle développe plus de chaleur.

Quant à la houille sèche, elle ne colle pas, ne donne point de flamme et exige des soufflets plus puissants, ou un air plus dense et plus abondant que les deux autres qualités. Aussi l'usage en est-il borné, malgré sa grande puissance calorifique, et ne l'emploie-t-on guère qu'à la chapellerie, aux fours à chaux, etc. ; et cela, encore, à cause du bas prix auquel elle est tombée.

Ainsi, quant aux principes constituant de la houille, le carbone est l'élément industriel le plus important, puisqu'il détermine la production de la chaleur, mais il ne suffit pas, dans la plupart des cas ; la houille qui contient beaucoup de carbone et qui n'est pas dépourvue de bitume, a des usages plus multipliés ; car elle joint à une grande puissance de chaleur une flamme longue et persistante.

Sous le point de vue mécanique, l'emploi de la houille demande quelques considérations d'un ordre analogue.

Pour qu'un combustible produise le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus d'effet dans un temps donné, c'est-à-dire pour que sa combustion soit plus active, il faut qu'il présente le plus de surface à l'attaque de l'air ; car, on sait que la combustion est le résultat de la combinaison chimique d'un des éléments de l'air : l'oxigène avec un des éléments du combustible : le carbone.

Pour obtenir ce résultat, la houille en gros morceaux présente un désavantage : celui de n'offrir pas assez de prise au vent. La houille menue est encore moins convenable, parce qu'elle passe entre les barreaux des grilles. Force est donc d'employer uniquement la houille moyenne, celle qu'on appelle *chapelet* à Saint-Étienne et *gaillette* à Anzin.

Cependant, comme la gaillette se détruit peu à peu en voyage et qu'elle passe bientôt au menu, de même que le gros charbon ou *perat* se réduit, dans les mêmes circonstances, en gaillette, on préfère, dans le commerce, le perat, qui supporte mieux le transport.

A Saint-Étienne, le perat coûte 2 fr. le quintal métrique ; le chapelet 1 fr. 25 cent., et le menu de 25 à 50 centimes.

En France, on exploite annuellement 26,000,000 de quintaux métriques de houille, dont, en moyenne :

16,000,000 de quintaux sont menus ;
10,000,000 —— sont gros et chapelet.

L'emploi du gros et du chapelet est assuré ; mais il n'en est pas de même du menu, qui n'a d'autre emploi que la forge et la fabrication du coke.

La forge n'use que d'une très-petite quantité de menu ; un seizième environ de la production totale de cette sorte.

Restent 15,000,000 quintaux, sans autre emploi que les fours à coke.

Or, les fours à coke n'emploient certainement pas plus de trois millions de quintaux de houille. C'est donc 12,000,000 qui restent sur les exploitations sans débouché et sans emploi.

Cependant, la plus grande partie de cette houille menue est de bonne qualité ; elle provient, la plupart du temps, de houille plus grosse qui s'est délitée, et qui est d'un excellent usage sur les grilles. Que manque-t-il donc à la houille menue pour remplir le même office ? Rien que d'être agglomérée et de former des morceaux d'une certaine grosseur.

Une fois agglomérée, la houille menue, qui ne coûte que 25 à 50 centimes, rendrait les mêmes services que la houille gailleteuse qui coûte 1 fr. 25 centimes ; on aurait, en outre, l'avantage de tirer parti de près de 12,000,000 de quintaux métriques de combustible perdu, c'est-à-dire de presque la moitié du produit de toutes les exploitations de la France.

C'est cette agglomération qui forme le sujet de notre article.

Si l'on examine avec attention ce qui se passe dans la fabrication du coke, avec du menu, on verra que, dès le commencement de l'opération, lorsque la houille est échauffée, elle devient huileuse, se coagule et se pétrit sous le doigt, comme une substance friable qu'on aurait trempée dans de l'huile ou de la graisse.

Si l'on arrête alors l'opération et qu'on laisse refroidir, la houille est prise à l'état d'agglomération en morceaux quelquefois considérables.

Si, au contraire, on pousse la carbonisation, on arrivera au coke.

Les diverses phases de ce travail donnent, à l'analyse, les résultats suivants :

	HOUILLE		
	Brute.	Agglomérée.	Coke.
Carbone.	65 —	72.20 —	84.30
Bitume.	10 —	7 —	0
Matières volatiles.	22 —	16.80 —	2
Cendres.	3 —	4.00 —	13.70
	100	100	100

D'où l'on voit que la houille agglomérée diffère peu de la houille maigre bitumineuse, et qu'elle se rapproche d'autant plus de la houille grasse que l'opération a été arrêtée plus près de son début.

Le bon résultat dépend de la manière de conduire la carbonisation.

Si elle a lieu en plein air, il faut, comme dans la carbonisation des bois, couvrir la meule de mottes de terre, ou mieux de feuillages épais ; la combustion ne doit pas être lente ; il faut donner, dès le commencement, un coup de feu vif, percer à l'aiguille toute la surface de la meule, afin d'appeler à la fois l'air extérieur sur toutes les parties intérieures ; puis on doit avoir soin de boucher rapidement ces ventouses et d'étouffer le feu, aussitôt que l'expérience apprend que l'agglomération est parfaite.

A vase clos, la voûte doit être très-surbaissée, la cheminée très-étroite, la porte bien fermée ; il faut, en un mot, concentrer le bitume.

Il est rare que l'opération réussisse entièrement ; il y a toujours quelques parties qui échappent à la cuisson. Ce sont de préférence celles qui sont les plus éloignées du foyer primitif de la combustion, quand on arrête la carbonisation trop vite. Cette portion non agglomérée peut être remise avec de nouvelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

houille, dans une opération subséquente, et soumise à une nouvelle combustion.

Lorsque, au contraire, on tarde à arrêter l'opération, les parties les plus voisines du foyer passent à l'état de coke, et celles qui en sont les plus éloignées donnent seules un résultat convenable.

La pratique ici doit suppléer à ce que la théorie est forcée d'omettre. Dans le commencement, on fera bien quelques ecoles, mais elles seront peu coûteuses et de peu de durée.

Recherches physico-chimiques sur la teinture.

Par M. Chevreul, membre de l'Institut.

Ces recherches, destinées à faire suite aux travaux que j'ai déjà publiés sur la teinture et le contraste simultané des couleurs, sont principalement consacrées au développement du principe du mélange des couleurs et aux cas où il s'agit d'appliquer ce principe à la fixation de plusieurs matières colorées sur les étoffes au moyen de la teinture.

Lorsque des rayons rouges émanent de points matériels assez rapprochés d'autres points matériels qui réfléchissent en même temps des rayons jaunes, pour que nous puissions distinguer les premiers des seconds, nous percevons la sensation d'une couleur unique que nous appelons l'orangé. Si les points nous envoyaient des rayons rouges et des rayons bleus, nous aurions la sensation du violet; enfin, s'ils nous envoyaient des rayons jaunes et des rayons bleus, nous aurions la sensation du vert. On vérifie aisément cette proposition par l'expérience.

Si, au lieu de mêler deux à deux des matières colorées en rouge, en jaune et en bleu, on mêle ces trois matières ensemble, de façon que la couleur d'aucune d'elles ne domine sur celle des autres, on a du noir, ou ce qui revient au même, du gris équivalent ou du noir plus blanc.

De là on établit le principe du mélange de couleurs pour les arts en disant que les mélanges binaires du rouge, du jaune et du bleu donnent l'orangé, le violet et le vert, tandis que le mélange de ces trois couleurs en proportions convenables donne du noir.

Lorsqu'on voudra faire un noir avec des matières colorées, avec une couleur donnée, il faut savoir ce qu'on devra ajouter à celle-ci ou ce qu'on devra s'abstenir d'y mêler lorsqu'on voudra éviter de la ternir en la mélangeant avec une autre couleur. Il est essentiel d'abord que les matières colorées qu'on mélange soient sans action chimique mutuelle, ou si elles ont une action qui les affecte, sans changer les couleurs respectives des matières mélangées; autrement la condition des couleurs complémentaires n'existerait plus.

Il faut aussi éviter de commencer par en fixer une à saturation, de façon que l'étoffe perde tellement de son aptitude à s'unir à d'autres corps, qu'il deviendrait impossible d'y fixer la quantité convenable de la matière dont la couleur doit neutraliser celle de la matière fixée en premier lieu à saturation. Par exemple, si de la laine, destinée à être teinte en noir, reçoit un pied de bleu d'indigotine tellement abondant qu'elle devienne d'un violet cuivré, il sera bien difficile, pour ne pas dire impossible, de neutraliser cette couleur au moyen d'un jaune verdâtre qui est sa teinte complémentaire.

Le principe de ce mélange simultané des couleurs reçoit naturellement une application dans la formation de ce qu'on nomme en teinture *brunitures*.

En effet, lorsqu'on mêle trois matières présentant les trois couleurs simples, ou deux matières de couleurs mutuellement complémentaires en des proportions différentes de celles où la neutralisation est possible, le résultat du mélange est du noir, plus, la couleur simple ou binaire dominante. Ce principe a été observé fréquemment en teinture, et on en déduit quelques conséquences principales appliquées à la confection de ce qu'on nomme en teinture couleurs *rabattues au moyen du noir*.

On rabat généralement aux Gobelins les étoffes qui ont reçu des couleurs plus ou moins brillantes dans un bain dont la composition est tout à fait analogue à celle de l'encre, puisqu'elle se compose de sulfate de protoxide de fer, de campêche et de noix de galle. Il contient en outre du sumac; mais la couleur que cette composition donne aux étoffes n'ayant aucune solidité, il est avantageux de recourir au mode suivant de rabat.

On rabattra le rouge avec du jaune et du bleu ou avec du vert; l'orangé avec du bleu; le jaune avec du rouge ou du bleu, ou avec du violet; le vert avec du rouge; le bleu avec du rouge et du jaune, ou avec de l'orangé; le violet avec du jaune. Bien entendu que les couleurs de rabat devront être en proportions d'autant plus fortes que l'on voudra ternir davantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on n'ose pas assurer que la solidité des couleurs ainsi rabattues soit égale à celle des couleurs élémentaires que l'on a mêlées, du moins on est certain, dans tous les cas, qu'elle est incomparablement plus grande que celle des couleurs rabattues par le procédé suivi aux Gobelins, toutes les fois que les couleurs constituantes ont été convenablement choisies.

Le moyen de ternir, soit une couleur simple par l'addition de deux couleurs, soit une couleur binaire par l'addition d'une couleur simple, indique ce qu'il faut éviter lorsqu'on veut composer des couleurs binaires, aussi brillantes que possible ; évidemment les deux couleurs mélangées doivent être simples, ou si elles sont complexes, le mélange ne devra présenter que deux couleurs simples.

Il y a longtemps qu'on a imaginé d'ajouter du bleu au papier, au linge, ou généralement aux étoffes qu'on tient à voir blanches. Que fait-on dans l'azurage ? C'est ce qu'il convient d'expliquer dans deux cas possibles, celui où l'objet azuré a un œil bleu, et celui où il ne l'a pas.

Si l'objet a un œil bleu, il a perdu la couleur rousse qui déplaisait, par l'addition qu'il a reçue d'une matière bleue, et cependant la plupart des yeux trouvent l'objet moins coloré ou plus blanc qu'il n'était, malgré l'addition d'une couleur à la couleur naturelle.

Si l'objet n'a pas un œil bleu, vous obtenez ce résultat, non pas toujours avec du bleu violet, tel que le bleu de Prusse, l'azur, l'outre-mer, mais aussi fréquemment avec du bleu et une certaine quantité de rouge suffisante pour faire du violet. En un mot, ce résultat est obtenu lorsque la couleur ajoutée à celle de l'objet est sa complémentaire, et que la proportion donne la neutralisation.

Une conséquence de ce principe, est que si la couleur de l'objet est l'orangé, il faut du bleu pour la neutralisation ; si elle est jaune, il faut du violet ; enfin, si elle est jaune orangé, un bleu tirant au violet doit être employé.

Toutes les expériences faites pour contrôler ce principe l'ont vérifié ; on peut le regarder aujourd'hui comme démontré par l'expérience, et insister sur cette remarque, que l'art de faire du noir sur une étoffe par la fixation des matières colorantes mutuellement complémentaires, repose sur le principe d'après lequel on blanchit par l'addition d'une matière colorée une étoffe qui a de même une légère couleur.

Pour peu que la couleur neutralisée par une autre ait de l'intensité, le mélange est manifestement d'un ton plus élevé que ne l'était celui des couleurs neutralisées, quoiqu'il semble devoir en être de même pour les tons légers. Cependant, lorsqu'on a fait passer des couleurs neutralisées sur des étoffes blanches, les opinions ont été partagées, parce que, quoiqu'il y ait réellement moins de parties à réfléchir de la lumière blanche dans l'échantillon neutralisé que dans l'échantillon primitif, l'absence de toute lumière colorée qui fait paraître l'étoffe blanche, peut aussi la faire juger plus lumineuse, ou, ce qui revient au même, d'un ton plus léger que l'étoffe qui a une couleur déterminée, comme le jaune par exemple.

MM. Tresca et Eboli ont appliqué à la fabrication de la bougie stéarique le principe précédent, et d'après les résultats qu'ils ont obtenus on voit :

1° Que si la matière de cette bougie est légèrement colorée en jaune, il suffit d'y ajouter une quantité convenable de violet, ou de bleu et de rouge pour lui donner de la blancheur ;

2° Que si la matière de cette bougie est très-sensiblement colorée, l'addition du violet, ou du bleu, ou du rouge, donne du gris ou du noir affaibli par du blanc.

Pour exprimer toute la généralité du résultat auquel je suis parvenu, je rappellerai que j'ai tiré parti du principe précédent pour détruire un effet de contraste qui a quelque inconvénient dans le cas où l'on veut que des dessins paraissent incolores, c'est-à-dire blancs ou d'un gris normal léger sur des fonds colorés, au lieu de paraître de la couleur complémentaire de ces fonds comme cela a lieu. Il suffit de mêler à la matière du dessin un peu de la couleur du fond, pour que l'effet de cette couleur complémentaire soit neutralisé par la couleur ajoutée. Le résultat est du gris normal, comme si la couleur complémentaire résidait réellement dans une matière alliée à la matière blanche.

De ces principes, on tire les conclusions suivantes :

1° Lorsqu'on mélange en proportions convenables des corps colorés convenablement divisés, soit des matières tinctoriales, soit des poudres colorées employées en peinture, soit enfin des fils propres à la tapisserie, le résultat du mélange est du noir ou du gris normal, suivant l'intensité du ton des corps colorés ;

2° Ce principe et l'observation que deux tons complémentaires très-légers sont plus perceptibles, comme lumière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colorée, que le gris très-pâle, auquel leur mélange donne naissance, expliquent le résultat qu'on obtient par tout procédé où l'on détruit une teinte légère d'un objet blanc par l'addition d'une matière colorée, de sorte que le procédé de faire un noir avec les couleurs complémentaires, et celui d'augmenter la blancheur d'une surface légèrement colorée, découlent d'un même principe.

Note sur le blanchiment de la bougie stéarique.

Par MM. Tresca et Eboli.

Guidé par le souvenir des leçons de M. Chevreul, sur la théorie des couleurs complémentaires, l'un de nous a pensé qu'il pourrait tirer parti de cette théorie pour détruire dans l'acide stéarique le ton jaunâtre qu'il doit à la présence d'une certaine quantité d'acide oléique qu'il retient toujours.

Vers la fin de 1838, nous avons essayé d'introduire ce perfectionnement dans notre fabrication, et successivement nous avons fait usage de la plupart des matières colorantes dont le mélange pouvait nous fournir le bleu violet dont nous avions besoin pour atteindre notre but.

Toujours cette addition a rendu la blancheur de notre bougie plus éclatante ; l'indigo seul nous a présenté une exception qui doit sans doute être attribuée à une action chimique que les acides gras exerceraient sur lui. La couleur que nous avons préférée est un mélange de carmin et de bleu de Prusse, ou, mieux encore, le bleu de cobalt ou l'outre-mer. Ce procédé, qui, dans le principe, avait présenté quelques difficultés d'exécution, reçoit chez nous, depuis plus de neuf mois, une application facile et journalière.

Lorsque nous avons voulu appliquer ce même principe à des produits très-colorés, nous n'avons jamais pu produire qu'une teinte grise très-prononcée au lieu du blanc que l'on obtient avec des matières plus belles.

Nous avons observé, dans les derniers temps, un fait qui prouve qu'il peut exister entre des corps colorés organiques que l'on réunit de cette manière, une sorte de combinaison qui les rend chacun plus faibles. Certains corps très-altérables, tel que l'orcanette, qui disparaîtrait rapidement par son exposition à l'air, devient très-faible lorsqu'elle se trouve mélangée avec d'autres corps colorés dans la proportion convenable pour qu'il y ait neutralisation de couleur, tandis que si la lumière agissait sur l'orcanette, qui en est isolée, elle détruirait dans le mélange la portion de coloration qui est due à l'orcanette, et dès lors amènerait au vert la bougie naturellement jaunâtre, qui aurait été colorée par du bleu de Prusse et de l'orcanette.

Mémoire sur la fabrication du flint-glass.

Par M. Bontemps, directeur-gérant de la verrerie de Choisy.

Il y a onze ans environ, j'ai annoncé à l'Académie des sciences que, d'après les indications de M. Guinand fils, j'étais parvenu à fabriquer du flint-glass égal en pureté à celui qui avait été produit en Suisse par Guinand père, et j'ai présenté à l'appui plusieurs disques parmi lesquels il y en avait un de 33 centimètres, dont M. Lerebours a fait depuis une excellente lunette, et un autre de 38 centimètres, la plus grande dimension qu'on eût alors obtenue.

Mais ces disques, quoique exempts de stries, n'étaient pas irréprochables ; ils contenaient, comme ceux de Guinand, des bulles en assez grande quantité, ce qui donne lieu à une légère perte de lumière ; en outre, je n'avais pas encore fabriqué de crown-glass, et n'avais donc résolu qu'imparfaitement le problème de la fabrication du verre d'optique.

Aujourd'hui, je suis enfin parvenu à fabriquer du flint-glass et du crown-glass exempts de stries, de bulles et parfaitement blancs ; et pour qu'on ne soit plus exposé à perdre le secret d'une production si importante pour la science, je viens faire connaître le procédé de cette fabrication et tous les détails qui en assurent le succès.

Guinand, quoique étranger aux sciences et à l'art du verrier, est le premier qui ait fabriqué du flint-glass exempt de stries. Il connaissait ce procédé de verrerie qui consiste à brasser le verre avec une barre de fer pour faire disparaître les grosses ondes qui résultent d'un mauvais mélange, et il pensa que si l'on pouvait opérer un brassage longtemps prolongé, on détruirait non-seulement les ondes, mais les stries, et comme on ne peut brasser longtemps avec un outil en fer qui s'échauffe et s'oxyde, il eut l'ingénieuse idée de faire un cylindre en terre réfractaire, c'est-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à-dire de la même matière que le creuset, fermé par le bas, ouvert par le haut, pour recevoir une barre à crochet avec laquelle il met le cylindre en mouvement dans le verre fondu ; pouvant ainsi substituer plusieurs barres de fer à mesure qu'elles s'échauffaient, il opéra un brassage aussi longtemps prolongé qu'il voulut et détruisit les stries.

M. Guinand avait laissé dans l'incertitude plusieurs éléments du problème et ne s'était pas occupé de la fabrication du crown-glass, fabrication qui présente plusieurs genres de difficultés d'un autre ordre, principalement celles qui résultent de la propension qu'ont à se dévitrifier par un refroidissement lent et en grande masse les verres silico-alcalins.

Aujourd'hui, si l'on veut construire des lunettes de dimensions supérieures à tout ce qui a été fait jusqu'à présent, je suis en mesure de fournir aux opticiens des disques de flint-glass et de crown-glass de 40, de 50 et même de 60 centimètres de diamètre.

Les difficultés de la fabrication du flint-glass et du crown-glass consistent principalement à éviter les fils, les stries, qui empêchent les rayons de concourir en un même foyer ; les bulles ne nuisent pas à beaucoup près autant à la perfection de l'instrument : elles occasionnent seulement une légère perte de lumière, mais n'ôtent rien à la netteté du foyer.

Les stries proviennent du défaut d'homogénéité des parties constituantes du verre, de la différence de leurs densités, des inégalités de température qui affectaient les différentes parties d'un même creuset ; aussi le cristal du flint-glass, dans la composition duquel entre l'oxide de plomb, est-il plus que tout autre verre sujet à contenir des stries. Lorsque ce défaut d'homogénéité est très-marqué, il produit des ondes qui nuisent à la qualité même des articles usuels en verre, et les verriers ont eu toujours le soin, lorsque leur verre est sujet à ce défaut, de *mâcler* le verre : opération qui consiste à brasser le verre à la fin de la fonte avec une barre de fer.

On ne laisse pas chauffer cette barre, on la change ou on la plonge dans l'eau avant de l'introduire de nouveau dans le verre. Dans cette opération, il se forme des bouillons ; mais on laisse le verre se rasseoir, les bouillons remontent, et les grosses ondes se trouvent détruites ; il reste seulement des stries ou ondes fixes, qui ne nuisent plus à la confection des objets ordinaires.

Quelquefois, on introduit une perche de bois, à plusieurs reprises, jusqu'au fond du creuset ; il se forme un dégagement de gaz qui boursoufle le verre et opère le même effet que le mélange.

On conçoit qu'une telle opération ne peut se faire dans le cristal ; car le charbon qui se forme revivifierait l'oxide de plomb.

Un morceau d'arsenic projeté à la fin de la fonte au milieu du creuset, produit encore le même effet. Car sa pesanteur est en raison de la liquidité du verre ; il gagne le fond du creuset, se sublime, boursoufle la matière, la mâcle et coupe ainsi les ondes ; mais l'emploi de l'arsenic est également sujet à des inconvénients dans le cristal dont il altère la blancheur.

Tous ces moyens peuvent bien détruire les grosses ondes, mais non les stries. Il faudrait pour détruire ces dernières un mélange longtemps prolongé avec un même outil ; ce qu'on ne peut faire avec du fer qui s'oxide.

Guinand père s'était parfaitement rendu compte de l'amélioration apportée dans la qualité du verre par le mâclage ; ce fut donc vers cette opération qu'il tourna toute son attention. Les stries dans le verre sont les mêmes que celles qui ont lieu quand on mélange deux liquides de nature différente, comme de l'eau et de l'alcool, de l'eau et un sirop. Si, avec une baguette de verre ou une cuiller, on agite quelque temps le mélange, ces deux liquides s'unissent et les stries disparaissent.

Tel était sans doute le fait qui se représentait sans cesse à l'esprit de Guinand, et qui l'a conduit à l'ingénieuse idée de brasser le verre avec un outil de la même matière que le creuset lui-même. Il fit un cylindre creux en terre réfractaire, de la hauteur du creuset, fermé par son extrémité inférieure, ouvert par le haut et ayant un rebord plat de quelques centimètres. Il introduisit dans le verre fondu le cylindre chauffé préalablement au rouge ; puis, au moyen d'une longue barre de fer recourbée à son extrémité, qu'il engageait dans le cylindre en terre, il brassait le verre en imprimant à la barre un mouvement horizontal de rotation. Quand la barre était chaude de manière à craindre la chute des pailles de fer, il la sortait, en introduisait une autre dans le cylindre, continuait le brassage, et ainsi de suite.

Telle est l'ingénieuse invention de Guinand, qui semble bien simple, mais qui frappera d'admiration tous ceux qui s'occupent de verrerie, et qui a donné du flint-glass sans stries, et amènera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans doute le perfectionnement de plusieurs autres produits de verrerie, principalement les glaces coulées. Une fois le cylindre en terre pour brasser le verre imaginé, le problème de la fabrication du flint-glass était résolu, il ne restait plus que des questions secondaires : on devait par des essais arriver à savoir :

1° Quelle forme de four convenait le mieux pour la fabrication du flint-glass ;

2° Quelle composition on devait adopter pour le flint-glass ;

3° De quelle manière devait-on diriger la fusion, dans quel moment et de quelle manière devait se faire le brassage ;

4° De quelle manière devait-on opérer le refroidissement de la matière ;

5° Quelle composition devait-on adopter pour le crown-glass et de quelle manière on devait diriger sa fusion ;

6° La matière flint-glass ou crown-glass une fois refroidie, comment devait-on opérer pour tirer parti de la masse ou des fragments et comment devait-on faire le ramollissage ;

7° Enfin, comment pouvait-on éviter les bulles dans le flint-glass et le crown-glass.

La plupart de ces questions n'ont pas été formellement résolues par Guinand père, et quoiqu'elles ne fussent que secondaires, elles m'ont cependant occasionné de laborieux essais ; c'est surtout dans la fabrication du crown-glass que j'ai rencontré le plus de difficultés.

Le crown-glass est la matière ordinaire des glaces, du verre à vitre, de la gobeletterie commune ; il est composé de silice, de chaux, et ordinairement de soude à l'état de sous-carbonate ou de sulfate. Si ce verre n'est pas fondu dans un fourneau assez chaud, s'il contient une trop forte proportion d'alcali, il attire l'humidité, il est déliquescent, et, par conséquent, impropre à l'optique, parce que les surfaces de l'objectif se couvrent continuellement d'une vapeur. Or, dans un petit four tel qu'un four à verre d'optique, dans lequel on n'a qu'un creuset et même pas de grande dimension, il n'est déjà pas facile d'avoir une température aussi intense que dans un grand four où il y a huit à dix grands creusets ; ou si même dans un petit four on obtient une assez haute température, ce four se refroidit bien plus rapidement dans l'opération du brassage ; le verre y acquiert rapidement de la consistance et les bulles n'ont pas le temps de se dégager.

La plus grave difficulté de la fabrication du crown-glass résulte de ce que ce verre silico-alcalin est sujet à se dévitrifier par un refroidissement lent et en grande masse. Cette disposition est encore augmentée par le brassage avec un outil en terre. Enfin, quand, par une fusion rapide et un refroidissement moins longtemps prolongé, j'évitais en premier lieu ces accidents de dévitrification, ils se représentaient dans l'opération de ramollissage du fragment pour en obtenir des disques. Ces accidents se sont présentés, soit que j'aie employé du sulfate de soude ou du sous-carbonate de commerce, ou même du sous-carbonate cristallisé qui, ne contenant pas de sulfate de soude, n'exige pas l'emploi de la chaux qui est un puissant élément de dévitrification. L'emploi de la potasse n'a point donné lieu à ces accidents, mais le verre composé de silice et de potasse est bien plus dur à refondre, plus visqueux, et par conséquent plus sujet à contenir des stries. Finalement, c'est en employant la potasse avec une certaine proportion de sous-carbonate de soude, et construisant un four qui chauffait avec plus de violence, que je suis parvenu à obtenir ce crown-glass non sujet à se dévitrifier, n'attirant pas l'humidité, et assez liquide pour que l'opération du brassage le purgeât complétement de stries.

Il m'a été difficile aussi d'obtenir du flint-glass et du crown-glass exempts de bulles. Les bulles dans le verre sont de deux sortes ; les unes provenant de l'air engagé entre les éléments de la composition ou qui a pu être introduit dans la matière par l'opération du brassage ; les autres, provenant du dégagement des gaz auxquels donne lieu l'opération de la vitrification. Il se dégage de l'acide carbonique, de l'oxigène provenant du deutoxide de plomb ; enfin, s'il y a excès d'alcali, il se produit aussi des gaz qui forment des bulles. La plus grande partie de ces gaz se dégage assez facilement, mais les dernières portions sont plus tenaces, et si à la fin du brassage le verre n'a plus une assez grande liquidité, ces bulles restent dans la masse du verre.

J'ai essayé de substituer à un cylindre en terre à surface extérieure unie, des cylindres garnis de petites palettes inclinées et d'une hélice depuis la base jusqu'au sommet. Je pensais que cette disposition donnerait un meilleur brassage et surtout que les bulles qui rencontreraient le cylindre seraient amenées de palettes en palettes, ou le long de l'hélice jusqu'à la surface du creuset, mais je n'ai obtenu ni un meilleur brassage ni moins de bulles, et j'ai enfin reconnu que l'absence de bulles résul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tait de bonnes proportions dans la composition et surtout de certains soins dans la direction du feu vers la fin de l'opération.

J'ai adopté pour la fabrication du flint-glass et du crown-glass un four rond, et j'ai placé mon creuset dans le centre de ce four, parce qu'ainsi toutes les parties du creuset sont dans les mêmes conditions de température; ce qui n'a pas lieu dans les fours ordinaires. J'ai adopté les creusets couverts pour la fabrication du flint-glass, parce qu'avec cette forme de pots on ne craint pas que des parcelles de combustible ou des larmes de la couronne du four viennent gâter le verre. Adoptant le creuset couvert, j'ai pris la houille pour combustible, enfin, j'ai même adopté le pot couvert pour le crown-glass, non-seulement pour la cause ci-dessus énoncée de la propreté de la matière, mais aussi parce que l'opération du brassage étant terminée on ferme la gueule du creuset et qu'ainsi le verre se trouve pour ainsi dire dans un double four. Il se refroidit plus lentement et surtout plus également, les couches supérieures ne se trouvant pas glacées quand les couches moyennes et inférieures sont encore liquides.

Après avoir évité les bulles, les stries, et obtenu un flint-glass d'une densité convenable, il importe beaucoup aussi de l'avoir de la plus grande transparence. Or, même une légère coloration donne lieu à une perte de lumière lorsqu'il s'agit de construire des lentilles de grande dimension. Cette transparence dépend en grande partie de la composition ou du mélange des matières, et c'est pour cela que je vais faire connaître celle qui m'a le mieux réussi.

Le flint-glass d'une densité ordinaire, comme le cristal qu'on travaille pour le service de table, est composé

De sable.	300 parties.
Deutoxide de plomb. . . .	200
Sous-carbonate de potasse.	100

La composition suivante, exprimée en kilog., donne la quantité nécessaire pour remplir le creuset.

Sable.	100 kilog.
Deutoxide de plomb. . . .	100
Sous-carbonate de potasse.	30

Cette composition m'a donné du flint-glass aussi blanc que le plus beau cristal et d'une densité de 3,5 à 3,6 qui convient parfaitement aux opticiens.

On chauffe le creuset à part dans un four spécial consacré à cet usage, et quand il est rouge-blanc, on l'introduit par les moyens ordinaires dans le four de fusion chauffé également. Cette opération refroidit le four et le creuset; il faut donc réchauffer le four pour le remettre au plus haut degré de température possible avant de renfourner. Cela s'obtient en trois heures environ, alors on débouche la gueule du creuset garnie de deux couvercles pour qu'il ne puisse pas s'y introduire de fumée, et on met dans le creuset environ 10 kil. de composition; une heure après on enfourne environ 20 kilog. de composition puis une heure après 40 kilog., puis deux heures après 40 kilog.; à chaque fois on rebouche le creuset avec le plus grand soin et on observe de n'enfourner que lorsque le charbon que l'on a mis sur la grille ne donne plus de fumée. Au bout de huit à dix heures environ toute la composition se trouve enfournée; on laisse le creuset environ quatre heures sans l'ouvrir, puis on ôte les couvercles pour y introduire le cylindre en terre qui a été chauffé dans le même four et maintenu rouge-blanc jusqu'à son introduction dans le creuset. On a soin de ne l'introduire que bien propre et exempt de parcelles de cendres.

A cette époque le flint-glass est *gros-fondu*, mais la matière est encore bouillonneuse; néanmoins, on introduit une barre à crochet dans le cylindre et on fait un premier brassage qui sert à enverrer le cylindre et à opérer déjà un mélange plus intime. Au bout de trois minutes environ la barre est rouge-blanc. On l'ôte, on pose le bord du cylindre sur le bord du creuset. Ce cylindre, étant spécifiquement plus léger que le verre, flotte sur la surface légèrement incliné, parce que son bord supérieur est en dehors du verre. On remet les deux couvercles disposés de manière à ne pas repousser le bord du cylindre dans le verre, et on recommence le tisage.

Cinq heures après on fait un nouveau brassage d'un crochet, on trouve le verre déjà bien raffiné; puis, d'heure en heure, on fait un brassage d'un crochet. On a bien soin de ne faire chaque brassage qu'avec absence de fumée dans le four et les portes de cave fermées. Après avoir usé six crochets on fait un *tise-froid* ou ce qu'on appelle une *braise* dans le four, c'est-à-dire qu'on met environ 25 à 30 centimètres d'épaisseur de charbon sur la grille : ce qui forme une masse promptement réduite en coke qui permet qu'on puisse refroidir le four sans laisser la grille à nu et avec facilité de rallumer promptement. On ouvre les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tisards ou les *ouvreaux*, tout le four et le creuset se refroidissent peu à peu. Cette opération tend à faire monter les bulles qui ne sont pas encore dégagées.

Au bout de deux heures cette opération est terminée. On remet le four en pleine fonte; après cinq heures de température poussée au maximum, le verre a repris la plus grande liquidité, toutes les bulles ont disparu, alors on bouche exactement les grilles par le dessous et on commence le grand brassage, c'est-à-dire qu'aussitôt qu'une barre à crochet est chaude on lui en substitue une autre, et ainsi de suite pendant environ deux heures; au bout de ce temps la matière a pris une certaine consistance. Le brassage ne se fait plus que difficilement, alors on ôte la dernière barre, on sort le cylindre du creuset, on bouche bien exactement ce creuset et on bouche les cheminées et les ouvreaux, sauf un petit trou pour le dégagement du gaz qui pourrait se trouver encore dans le combustible.

Quand il n'y a plus de dégagement de gaz on achève de boucher le four, on le laisse ainsi refroidir, ce qui dure environ huit jours. Alors on enlève la portière du four. On extrait le creuset avec son contenu qui est attaché et ordinairement en une seule masse, sauf quelques fragments qui se détachent autour du creuset. Il ne s'agit plus que de tirer parti de cette masse et des fragments.

La composition qui a le mieux réussi pour le crown-glass résulte, d'après les essais, des proportions suivantes:

Sable blanc.	120 kilog.
Sous-carbonate de potasse.	35
Sous-carbonate de soude. .	20
Craie.	15
Arsenic.	1

Le creuset ayant été mis dans le four, comme pour le flint-glass, on commence l'enfournement trois heures après et on le complète de toute la matière en huit heures environ. Puis, quatre à cinq heures après avoir introduit le cylindre, on en fait un premier brassage, puis un brassage d'une seule barre, de deux en deux heures; on en donne six de cette manière; on fait un *tise-froid* de deux heures, puis on réchauffe pendant sept heures; ce verre étant beaucoup plus dur à reprendre sa chaleur que le flint-glass. On procède ensuite au grand brassage qui dure environ une heure et un quart; on bouche le creuset, les cheminées, les ouvreaux, comme pour le flint-glass, et on laisse refroidir assez ordinairement, comme pour le flint-glass, et on obtient une masse et quelques fragments.

On fait des faces parallèles sur les côtés de la masse, soit flint-glass, soit crown-glass, pour examiner l'intérieur et voir comment elle doit être divisée; car elle n'est jamais tout à fait exempte de stries. Il semble que le cylindre opère une sorte de feutrage. Les stries se trouvent ordinairement ramassées dans une seule région. Après cet examen on scie la masse par tranches parallèles et en raison des observations qu'on a faites.

Pour les fragments on polit aussi des faces pour les examiner et en faire des disques de leurs poids; on les chauffe dans un four à ramollir, puis on les introduit dans une mouffle où on chauffe ces fragments seulement à la température nécessaire pour les mouler. Si le fragment est irrégulier, on le ramasse avec une pince de manière à l'arrondir grossièrement. Puis on le saisit avec une autre pince et on le pose dans un moule en cuivre sous une presse à levier qui lui fait prendre exactement la forme du moule, et enfin, on le retire de la presse et on l'introduit dans le four à recuire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Métier mécanique à la Jacquart.

L'invention dont il est ici question a pour but d'appliquer la Jacquart aux métiers à tisser les étoffes façonnées, marchant par la vapeur ou autre agent mécanique.

Déjà on a proposé divers appareils ou dispositions pour modifier ou perfectionner les métiers dits à la Jacquart; mais il ne paraît pas qu'avant 1857 on soit encore parvenu à combiner le mécanisme de Jacquart avec celui des métiers marchant mécaniquement. Cette invention, d'origine française, a été l'an passé l'objet d'une patente prise en Angleterre par M. M. Poole (1). Quoi qu'il en soit, les figures 2 à 10, planche VI, représentent le métier à la Jacquart, ainsi modifié dans ses détails, comme on pourra s'en convaincre par la description que nous allons en donner.

PLANCHE VI, fig. 2. Élévation latérale du métier.
fig. 3. Le même, vu par-devant.
fig. 4, 5, 6, 7, 8. Diverses pièces séparées du mécanisme.

Description et jeu de la machine.

Dans la description de ce métier, on suppose qu'on marche sur un satin à huit lisses; si le fond avait une autre armure, la disposition varierait; mais il était nécessaire de supposer ainsi un genre de fabrication bien connu, afin de pouvoir rendre cette description plus claire et plus complète.

A est une poulie ou un tambour, qui reçoit par le moyen d'une courroie le mouvement de la machine à vapeur ou de l'agent mécanique quelconque destiné à faire marcher le métier. Sur l'arbre de cette poulie ou de ce tambour, sont fixées deux manivelles B, auxquelles sont articulées deux bielles C,C, qui communiquent un mouvement alternatif au battant D, de manière que celui-ci frappe un coup à chaque révolution de la poulie A.

C'est le mouvement de ce battant D qui détermine l'enroulement de l'étoffe sur l'ensouple de l'ouvrage à mesure qu'elle est fabriquée, et le déroulement de la chaîne sur l'ensouple où elle est pliée à mesure que l'étoffe avance.

E désigne cet ensouple de l'ouvrage, et sur son tourillon est montée une roue dentée F, qui commande directement, au moyen d'un pignon G, une roue à rochet H, montée sur le même axe que le pignon.

Sur l'arbre de cette roue à rochet H se trouve placé l'axe de rotation d'un levier coudé I, dont l'un des bras porte des cliquets J, qui sont en contact avec les dents de cette roue. L'autre bras de levier repose sur un galet K, porté par une barre ou levier droit L, dont le point d'appui M, reporté à l'extrémité, se trouve placé au dessous de l'arbre de la roue à rochet H. Une tringle N réunit l'extrémité de ce levier L avec le battant D. Une autre tringle verticale O est destinée à soutenir la barre L à la hauteur requise, et au levier I est suspendu par la corde Q un poids P, qui maintient constamment les cliquets J en prise avec les dents de la roue à rochet H.

On voit donc qu'à chaque mouvement en avant du battant D, la barre L est enlevée par la tringle N, et que le galet K qu'elle porte, soulève le bras du levier coudé qui repose sur elle; ce mouvement faisant basculer le levier, les cliquets que porte son autre bras cessent d'être en contact avec les dents de la roue à rochet H, et laissent passer une ou plusieurs dents de cette roue, puis retombent bientôt en prise avec les dents suivantes.

Lorsque le battant D fait retour ou revient en arrière, la barre L est abaissée, son galet K n'a plus d'action sur le bras du levier I, que le poids P contraint de s'abaisser; mais dans ce mouvement, le bras qui porte les cliquets J s'élève et fait rétrograder la roue à rochet H d'un nombre de dents égal à celui que les cliquets J ont laissé passer précédemment pendant le mouvement en avant

(1) Ce métier, en effet, nous paraît être le même que celui construit par M. Gilroy, dans les ateliers de M. Pihet, et pour lequel ce dernier mécanicien est breveté en France. Nous regrettons seulement que la spécification que nous reproduisons ici laisse quelque chose à désirer malgré le soin que nous avons mis à la rendre aussi fidèlement que possible, et que les figures dessinées sur une trop petite échelle présentent quelque difficulté pour bien saisir les pièces multipliées du mécanisme. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du battant D. Ajoutez que, pendant ce mouvement du battant, un déclic R maintient la roue à rochet H, et l'empêche de tourner ; ce déclic se meut sur un axe fixe S.

Le mouvement que la roue à rochet H a reçu des cliquets J, est communiqué par le pignon G à la roue dentée F, fixée sur le tourillon de l'ensouple E ; cette dernière enroule donc une certaine étendue de l'ouvrage, proportionnelle aux diamètres relatifs des roues H et F et du pignon G, ainsi qu'au nombre de dents que les cliquets J ont sauté au moment de la chute de leur bras de levier. Ces mouvements peuvent être réglés à volonté ; l'étoffe sera serrée plus ou moins, et l'ensouple E enroulera une longueur plus ou moins grande d'ouvrage à chaque coup du battant. Plus le mouvement angulaire du pignon G sera considérable et moins le tissu sera serré.

Pour faire varier la force du tissu, on n'a qu'à régler la longueur de la tringle N, qui unit la barre L avec le battant D. Il est clair, en effet, que si on donne plus de longueur à cette tringle, le battant ne pourra plus élever aussi haut la barre L, et, par conséquent, que le mouvement communiqué au levier I ne sera plus aussi étendu, que les cliquets J ne pousseront plus un aussi grand nombre de dents de la roue H, et que le tissu sera plus battu et plus serré, attendu qu'il sera enroulé moins rapidement.

L'enroulement du tissu produit un déroulement correspondant de la chaîne T sur l'ensouple de derrière U ; cet ensouple est embrassé par deux courroies de tension V,V, lesquelles sont attachées aux leviers X,X mobiles sur un axe Y ; à ces leviers sont suspendus des poids Z,Z, qui tirent plus ou moins ces courroies, suivant qu'on les éloigne ou les rapproche de leur axe Y.

La tension des courroies V détermine celle de la chaîne ; mais cette tension ne doit pas être portée assez loin pour empêcher les deux extrémités de l'ensouple U de glisser sur les courroies qui l'embrassent, attendu que c'est le frottement de ces courroies qui donne à la chaîne le degré de tension nécessaire, et que ce frottement doit céder à la force qui produit l'enroulement de l'ouvrage sur l'ensouple E de devant.

A^1 est un petit rouleau sur lequel passe la chaîne à mesure qu'elle se déploie sur l'ensouple U. Ce rouleau peut être élevé ou abaissé à volonté sur son coussinet B^1 qui glisse dans une coulisse C^1. Cette disposition a pour but de mettre constamment la chaîne à la hauteur des équipages.

D^1,D^1,D^1 sont des bâtons d'envergure pour maintenir les fils de la chaîne à leur place. Après avoir passé sur ces bâtons, cette chaîne s'engage dans les équipages de la Jacquart E^1, puis dans les mailles F^1 des lisses X^1X^1, de là dans le peigne G^1 du battant, au delà duquel elle reçoit de la navette la trame qui en forme un tissu à la manière ordinaire. Ce tissu, après avoir passé sur la poitrinière H^1, descend enfin verticalement pour s'enrouler sur l'ensouple de l'ouvrage E.

On va décrire actuellement les pièces de l'appareil qui ont rapport au mécanisme à la Jacquart ; pièces bien connues dans les métiers à bras ou ordinaires, et qui, comme on sait, ont pour but de faire manœuvrer, au moyen de cartons percés de trous, les fils de la chaîne, de manière à obtenir sur le damas, les soieries et autres tissus, des dessins variés, suivant le nombre de fils soulevés ou laissés en repos à chaque passage successif de la navette.

I^1,I^1 sont les plombs suspendus aux cordes des arcades J^1,J^1 et qui sont destinés à les maintenir constamment tendues. Le poids de ces plombs varie suivant la nature du tissu qu'on fabrique comme dans les métiers ordinaires à la Jacquart, et il est inutile d'entrer à ce sujet dans d'autres explications.

Les cordes des arcades J^1,J^1 traversent d'abord une planche percée K^1,K^1 qu'on nomme planche des arcades ; au delà de cette planche, ces cordes sont réunies plusieurs ensemble, suivant le dessin qu'il s'agit de figurer sur le tissu et d'après l'opération du lissage, puis ainsi attachées par groupes à une corde plus forte. Les cordes M^1,M^1 qui réunissent ces groupes de cordes des arcades, passent à leur tour à travers une planche percée L^1,L^1 (fig. 2) destinée à les maintenir dans le corps du mécanisme, puis chacune d'elles vient traverser l'œil d'une aiguille horizontale N^1 en fil de fer des nos 13, 14 ou 15 suivant la longueur dont on a besoin.

Après avoir traversé l'œil de ces aiguilles, ces cordes passent à travers les trous d'une troisième planche percée, au-dessous de laquelle elles sont retenues chacune par un nœud. En outre, chacune de ces cordes M^1,M^1 porte un autre nœud, à trois centimètres au-dessus de l'œil de l'aiguille qu'elle traverse, et sous ces nœuds est placé un peigne C^2 dont les fonctions sont de soulever celles de ces cordes que la manœuvre des ai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

guilles, au moyen des cartons percés, a mises en jeu.

P^1,P^1 sont les leviers à crochet qui font tourner le cylindre O^1 pour le changement des cartons. L'office du levier inférieur est de faire tourner le cylindre O^1 en sens contraire, lorsque cela est nécessaire, par le moyen de la corde Q^1 et de la poulie R^1. Cette corde Q^1 est à la portée de l'ouvrier qui surveille le métier et attachée à un crochet.

S^1,S^1 sont les cartons percés de trous qui arrivent successivement en contact avec le cylindre O^1 pour produire le dessin. On leur donne comme à l'ordinaire la forme d'une chaîne sans fin, et ils passent sur les rouleaux T^1,T^1,T^1,T^1 qui servent à les guider. Ils sont soutenus par deux bandelettes de cuir U^1,U^1 et disposés de manière à venir successivement et régulièrement s'appliquer sur le cylindre. L'enfant qui surveille le métier peut d'ailleurs de temps à autre régler la marche de ces cartons avec la main à mesure qu'ils montent.

V^1 est un levier à bascule qui imprime le mouvement au mécanisme à la Jacquart; la tringle X^1, qui passe le long de la lisière de la chaîne, met ce levier en communication avec la contre-marche Y^1. Une autre tringle unit la marche Z^1 du cylindre O^1 à la même contre-marche Y^1 et le poids de cette marche Z^1 est balancé par un contre-poids agissant sur un levier W^1. Pour rendre le mouvement de cette marche plus régulier, son extrémité repose dans une mortaise sur un pivot A^2 sur lequel elle bascule pour que le cylindre O^1 soit poussé sur les aiguilles N^1.

Lorsque le levier V^1 est mis en action par la tringle de communication X^1 et la contre-marche Y^1 attachée à la marche Z^1, alors les aiguilles qui ont pénétré par les trous des cartons rejettent les nœuds des ficelles M^1,M^1 qu'elles portent sur le peigne C^2 qui les soulève au moment où le levier V^1 l'enlève en basculant, et c'est ainsi que se forme le dessin du tissu, après que toute la série des cartons percés a passé successivement.

D^2 est un axe sur lequel est fixé le levier V^1 et tournant sur ses deux tourillons E^2,E^2. F^2 est un autre levier à bascule dont le centre de rotation est également sur l'axe D^2. A l'extrémité de l'un des bras de ce dernier levier est articulée une tringle G^2 dont l'autre bout est également articulé en H^2 à une autre tringle I^2. Un galet est placé au point de réunion H^2 de ces deux tringles. La tringle I^2 est unie avec la presse qui porte le cylindre O^1 et le galet en H^2 roule sur le plan incliné J^2. L'autre bras du levier F^2 est uni avec les pièces qui portent le peigne C^2 et élève celui-ci lorsque le premier bras s'abaisse. Dans ce cas, il est évident que si le levier V^1 s'abaisse, le levier F^2, qui a même axe, s'abaissera également et déterminera un mouvement correspondant de la tringle G^2, du galet H^2 sur le plan incliné J^2, de la tringle I^2 et des pièces qui portent le cylindre O^1, et que par conséquent ce cylindre s'éloignera des aiguilles N^1.

Lorsque le mouvement du levier V^1 aura lieu en sens inverse, c'est-à-dire reviendra à sa première position, alors le cylindre O^1 sera poussé sur les aiguilles, et on voit aisément que pendant que ce cylindre s'éloignera des aiguilles, un des leviers à crochets P^1 le fera tourner et présenter un nouveau carton devant des aiguilles N^1.

Le plan incliné J^2 a pour avantage de régulariser les mouvements de la Jacquart.

La presse qui porte le cylindre O^1 a son axe de rotation en K^2 au sommet du métier; cette presse est ajustée par le moyen de vis pour que les trous du cylindre soient amenés directement en présence des aiguilles. Par sa partie inférieure, la Jacquart repose sur des traverses L^2,L^2, et au sommet du métier il y a des boulons à écrou, destinés à maintenir le cylindre O^1 dans une position fixe après qu'il a reçu son mouvement de rotation du levier à crochet P^1.

N^2 est une pièce partant du sommet de la Jacquart et qui porte un poids à son extrémité; l'objet de cette pièce est de ramener pendant le mouvement d'éloignement du cylindre O^1 les aiguilles qui ont été refoulées lors de l'abaissement de la presse. Cette pièce a son axe de rotation en O^2, elle se prolonge jusqu'en P^2 où elle vient rencontrer la tringle I^2, laquelle porte en cet endroit un doigt Q^2 qui dans le recul de cette tringle presse le prolongement P^2, et par conséquent repousse les aiguilles contre lesquelles la pièce N^2 vient frapper de tout son poids au moment où cette tringle I^2 est ramenée pour éloigner le cylindre O^1.

R^2,R^2 est une petite barre plate horizontale sur laquelle sont distribuées plusieurs petites poulies ou rouleaux sur lesquels passent les cordes M^1 vers le milieu de la hauteur du métier, afin que les arcades près des lisières soient élevées à la même hauteur que celle du milieu de la chaîne.

Plus la Jacquart est relevée au-dessus du métier, plus elle fonctionne régulièrement.

Voici maintenant comment le métier met la Jacquart en action. L'excentrique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S^2, qu'on voit séparément dans les figures 4 et 5 en élévation et sur champ, est monté sur un arbre T^1,T^2. Dans son mouvement de révolution, cet excentrique abaisse la marche Z^1 du cylindre en roulant sur le galet U^2 que porte la marche. Cet abaissement de la marche produit un mouvement correspondant dans la Jacquart par l'entremise de la tringle X^1 et du levier à bascule V^1; par conséquent, les fils de la chaîne qui correspondent aux cordes déterminées par le jeu des aiguilles se trouvent soulevés; mais, à chaque révolution de l'excentrique S^2, le galet U^2 tombe dans l'échancrure que porte cette pièce, ainsi qu'on l'a représenté dans la fig. 4; toutes les cordes redescendent donc et avec elles les fils de la chaîne qui avaient été soulevés. Au même instant, un nouveau carton vient remplacer celui qui a fonctionné, l'excentrique S^2 continue son mouvement de révolution et abaisse de nouveau la marche Z^1. Ainsi, certains fils de la chaîne, déterminés par le percement des cartons, se trouvent soulevés à chaque révolution de l'excentrique S^2.

Voyons maintenant comment s'opère le mouvement des lisses. Les marches V^2 ont leur centre d'oscillation en A^3 (fig. 2), les contre-marches Y^1 le leur en B^3 (fig. 5); chacune des marches est liée aux contre-marches par les cordes Z^2,Z^3, et celles-ci le sont aux lames des lisses par des cordes ou étrivières C^3. Deux autres cordes D^3, qui suspendent les lisses X^3,X^4, sont attachées aux leviers E^3 joints eux-mêmes par des tringles F^3 à l'un des bras des leviers à bascule G^3. A l'autre bras de ces leviers sont suspendus des contre-poids H^3 qui tendent constamment à soulever les lisses X^3,X^4 qui, sans cela, seraient entraînées par le poids des marches et des contre-marches. Ces contre-poids H^3 sont maintenus dans leur position verticale par des guides I^3.

Il est évident que lorsque les marches V^2 sont foulées, elles abaissent en même temps, par la disposition décrite du mécanisme, les cordes qui s'y trouvent attachées; lorsque les marches cessent d'être foulées, ces cordes sont relevées par le moyen des contre-poids H^3, ainsi que des leviers et des ficelles qui lient les contre-poids aux cordes des lisses. Les marches V^2 sont maintenues constamment dans un plan bien vertical par des guides J^3 assemblés sur le bâti.

Sur l'arbre T^2 sont montés huit excentriques L^3 qui mettent en action les marches V^2, ainsi que les contre-marches Y^2, et les abaissent dans l'ordre convenable. Ces excentriques sont placés en spirale sur l'arbre T^2, et on voit plus distinctement leur disposition autour de cet arbre dans la fig. 8. La circonférence de l'arbre T^2 est divisée en neuf parties égales, dont huit sont occupées par les excentriques L^3. La neuvième correspond à l'échancrure du grand excentrique S^2 (fig. 4), et à l'instant où les lisses du fond X^3,X^4 ne doivent pas bouger, et où aucun fil de la chaîne n'est soulevé par elles.

Le mouvement est communiqué à l'arbre T^2 par la roue S^4 montée sur cet arbre, et le pignon O^3 porté par l'arbre P^3 qui reçoit son mouvement de la poulie A. Le nombre des ailes du pignon O^3 est neuf fois moindre que celui des dents de la roue S^4, et, par conséquent, il fait neuf révolutions, tandis que la roue n'en fait qu'une.

C'est sur cet arbre P^3 que sont, comme nous l'avons vu, établies deux manivelles auxquelles sont articulées les verges C,C attachées par leur autre extrémité à la chasse du battant D, de façon qu'à chaque révolution de l'arbre P^3 ou du pignon O^3, le battant D donne un coup, ou neuf coups pendant une révolution de la grande roue S^4.

Dans le satin à huit lisses, qui a été pris pour exemple, il faut huit passages de la navette pour chaque changement de carton, et cette navette, au contraire, doit être en repos pendant le changement de carton; par conséquent, le neuvième coup du battant D doit avoir lieu sans passage de la navette.

Ce battant D est suspendu, comme à l'ordinaire, dans la partie haute du métier. Les chasse-navettes Q^3 sont adaptés aux épées ou lames K^3 de ce battant par des béquilles S^3 et portent une lanière de cuir U^3 qui leur permettent de faire des excursions d'autant plus grandes, que ces cuirs sont fixés plus haut. Le mouvement est communiqué à ces chasse-navettes par les roues V^3 (fig. 5) montées sur l'arbre I^2. La figure 6 représente séparément une de ces roues; on voit qu'elles sont divisées en neuf parties égales, dont quatre présentent un vide, tandis que les cinq autres restent pleines comme des dents; la cinquième est réunie à la quatrième pour former ensemble une dent de dimension double.

Un levier X^3 mobile sur un axe Y^3 repose sur chacune de ces roues V^3, et porte au point de contact avec elle une dent Z^3, qui, lorsqu'elle se trouve sur une portion pleine de ces roues, soulève ce levier, tandis que quand elle tombe dans les vides, elle l'abaisse. Ce mouvement de rotation des roues V^3 soulève et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abaisse donc alternativement ces leviers X^3; mais tandis que l'un d'eux s'élève, l'autre descend, excepté lorsque les dents à longue dimension des deux roues viennent à agir simultanément au terme de leur révolution, cas où elles élèvent ensemble ces leviers, ce qui a lieu à chaque neuvième révolution du pignon O^4 sur son arbre R^3.

A l'extrémité de chacun de ces leviers X^3 est assemblée une tringle W^3 qui est liée avec un mentonnet A^4 attaché au bâti du métier, mais d'une manière telle qu'il peut prendre aisément un mouvement de va-et-vient, lorsque le levier X^3 est levé ou abaissé. Devant ce mentonnet A^4 est adaptée à l'épée du battant D une disposition mécanique B^4, à laquelle on a donné le nom de triangle, et qui est représentée séparément dans la fig. 7. Ce triangle peut prendre alternativement un mouvement circulaire et un mouvement horizontal autour d'un axe C^4 qui porte un petit bras de levier D^4.

Il est clair que lorsqu'un des leviers X^3 est soulevé par une dent de sa roue V^3, le mentonnet correspondant A^4 qui se trouve lié avec lui, est également soulevé, et qu'au contraire il est abaissé lorsque la dent du levier tombe dans les vides de sa roue. Dans la figure, le mentonnet A^4 est abaissé, et dans le recul du battant D, il vient frapper contre le bras du levier D^4 du triangle B^4, le fait vivement basculer sur son axe C^4 et tirer en même temps avec vivacite la bande de cuir U^3, attachée au chasse-navette, qui alors fait passer la navette à travers le pas de la chaîne comme à l'ordinaire. Un ressort à boudin E^4 sert à ramener le chasse-navette à sa place après qu'il a rempli ses fonctions.

La disposition des roues V^3 est telle, qu'un des chasse-navettes est en repos tandis que l'autre est en action, et que tous deux sont immobiles lorsque la dent large de ces roues agit en même temps sur les leviers X^3. Dans cet instant, la navette n'est point passée, et c'est à ce moment que l'excentrique S^3 opère le changement de carton, c'est-à-dire à chaque neuvième révolution de l'arbre P^3. L'action du battant D, dans cet instant, est nulle sur le tissu, car le peigne ne rencontrant pas de duite, il n'y a pas effet produit, attendu que sa course est limitée par la longueur des bielles C,C.

La force du coup que reçoit la navette peut être reglée en augmentant ou en diminuant la longueur de la lanière de cuir U^3, ou par tout autre moyen mécanique connu.

D'après la description précédente, on voit qu'on pourrait faire varier les différentes parties du métier mécanique et la disposition de la Jacquart, et que dans le métier décrit on s'est servi de marches pour produire ce qu'on nomme le fond, et de la Jacquart pour le dessin; mais qu'on pourrait faire un fond quelconque sans le secours des marches représentées dans les fig. 2 et 3, et avec les cartons seulement.

Dans tous les métiers à fabriquer les étoffes façonnées, suivant le système de Jacquart, où des dessins sont produits sur l'étoffe par ce mécanisme, tandis que le fond se travaille à la marche, il y a toujours trois ou un plus grand nombre de fils de la chaîne passés dans chaque maille des lisses. Lorsque la Jacquart, par le moyen de ses cartons, soulève une certaine portion de la chaîne, d'après le lissage du dessin qui doit être figuré sur le tissu, il y a trois ou un plus grand nombre de fils de chaîne soulevés par les lisses en même temps, ou suivant le nombre qui passe dans chaque maille. Si, par exemple, c'est un satin à huit lisses, il y aura huit duites de passées pour chaque carton et avant qu'on fasse changer celui-ci comme dans les fig. 2 et 3. Maintenant il est essentiel de faire observer que si on a monté le métier avec des marches, c'est que, dans ce cas, il y a moins de frais pour les cartons, les plombs, le lissage, etc.; mais le tissu ne sera pas aussi beau que s'il n'eût passé qu'un seul fil dans chaque maille, et qu'on n'eût également passé qu'une duite pour chaque carton. Afin de faire connaître les applications dont le métier est susceptible, on a donc représenté, dans les fig. 9 et 10, un métier qui peut produire des étoffes façonnées d'un dessin quelconque avec des cartons seulement et sans avoir recours à des lisses et à des marches.

Dans ces figures on a désigné quelques-unes des pièces par les mêmes lettres que celles des fig. 2 et 3.

Dans le montage, il n'y a qu'un seul fil passé dans chaque maille et on ne passe qu'une seule duite pour chaque carton. Chacun de ces fils se trouvant ainsi soulevé indépendamment des autres, il est évident que si tout est disposé pour que les cartons présentent autant de pleins que de vides, on pourra produire un fond uni, attendu que les deux portions de la chaîne pourront être soulevées alternativement; d'un autre côté, s'il n'y a qu'un quart de la surface des cartons qui soit perforé, on produira un satin, et ainsi de suite, etc.

Le métier représenté dans les fig. 9 et 10 donne deux coups de battant pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque duite de trame passée, l'un à pas ouvert, et l'autre lorsque le mécanisme est sur le point de reprendre sa position primitive. Par ce moyen on obtient un tissu bien plus beau, surtout si sa chaîne est en fils fins de soie ou de laine.

Nous croyons, d'après ce qui a été dit ci-dessus, qu'il est inutile d'expliquer avec détail la manière dont fonctionne le métier représenté dans les fig. 9 et 10. Tout mécanicien apercevra aisément les modifications à apporter aux premiers métiers décrits pour leur donner cette seconde application.

Machine à imprimer les papiers de tenture.

Par M. W. PALMER, manufacturier.

La machine de M. Palmer présente cela de particulier que la planche est portée alternativement de dessus une table plate à couleur sur le papier d'impression, que la pression y est donnée au moyen d'un levier vertical mis en action par une manivelle. Trois enfants suffisent pour la faire marcher, mais on ne fait pas connaître quel est le résultat de son travail journalier. Du reste, en voici la description :

PL. VI, fig. **11**, élévation de la machine, vue du côté gauche.
Fig. **12**, plan de la même machine.
Fig. **13**, élévation par-devant.
Fig. **14**, élévation par derrière.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

a,*a* est le bâtis de la machine qui peut être en bois et mieux en fonte, *b*,*b* la planche ou bloc servant à imprimer le papier et qui est fixée par le moyen de vis calantes et de pression *c*,*c* dans un cadre en fer suspendu par des bras *d*,*d* à un axe *e* sur lequel le tout est mobile. Cet axe est suspendu au levier *f*, lequel est fixé sur un axe creux *g*,*g* qui roule sur les coussinets *h*,*h*.

Sur cet axe creux *g*,*g* sont fixés deux bras de leviers *i*,*j*; le bras *j* est une barre ronde qui vient s'appliquer dans une gouttière du levier *k*, et lorsque le bras *j* et le levier *k* sont ainsi réunis, ils agissent de concert et fonctionnent comme un seul levier à bras, ainsi qu'il sera expliqué plus bas.

Le levier *k* est monté sur un arbre *l* renfermé dans l'axe creux *g*,*g*, et les fonctions de ce levier ainsi que de l'arbre *l* sont de donner à la planche le degré nécessaire de pression pendant le travail, ce qui a lieu de la manière suivante.

m est une manivelle que l'arbre *l* porte à l'extrémité opposée à celle du levier *k*; *n* une bielle qu'on peut ajuster à volonté ainsi que la manivelle *m* et qui réunit celle-ci au levier *o*,*o*. Ce levier a son centre de rotation sur un axe o^1, lequel porte une manivelle o^2 qui fait agir le levier de pression *p*. Un poids *q* sert de contre-poids au levier *o*, et p^1 est un ressort à boudin qui a pour fonction de relever le levier de pression *p* de dessus la planche lorsque l'impression est accomplie.

r,*r* est un contre-poids attaché au levier *f*, et au moyen duquel la planche et toutes les pièces qui en dépendent se trouvent constamment en équilibre, afin qu'on n'ait besoin que de très-peu de force pour transporter cette planche de dessus la table où elle reçoit la couleur sur le papier où elle doit l'imprimer.

s,*s* est un châssis servant d'appareil pour le mouvement parallèle, c'est-à-dire qu'avec les tringles ci-dessous décrites ce châssis est destiné à maintenir la planche dans une position constamment parallèle avec la surface où elle reçoit la couleur et celle du papier où elle la dépose. Ce châssis *s*,*s* est mobile sur des axes portés par des boîtes s^1,s^1. Le levier *f* et le châssis *s*,*s* sont maintenus à égale distance et parallèlement l'un à l'autre par la tringle *t*, et, de plus, cette tringle sert à soulever ce châssis lorsque l'impression est terminée.

Sur l'axe creux *g*,*g* est en outre fixée une verge montante *v* unie par le moyen d'une tige courbe *x* à une autre verge *w* attachée au châssis *s*,*s*. C'est au moyen de cette disposition que l'axe *g*,*g* transporte la planche de la table à couleur sur le papier.

y est une toile sans fin en futaine qui circule sur les rouleaux y^1,y^2. Le rouleau y^1 porte à l'une de ses extrémités un certain nombre de poignées ou bras de levier qui servent à l'enfant qui conduit la machine à tourner aisément ce rouleau pour faire avancer le papier à imprimer.

z est le rouleau de papier qu'il s'agit d'imprimer et qui est placé dans une auge de bois sur le devant de la machine.

A,A sont les pointes pour le registre ou le repère; elles sont mobiles sur les barres B,B, afin que les dessins imprimés soient repérés convenablement et avec exactitude. C une table couverte de trois doubles de flanelle ou plus, pour fournir une surface élastique. C'est sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette table qu'on place le feutre à la couleur. D est la table d'impression sur laquelle passe la toile sans fin; cette table est également couverte de plusieurs doubles de flanelle pour donner à sa surface de l'élasticité.

Expliquons maintenant la manière dont la machine fonctionne. Un enfant se tient sur le bord E (fig. 12), et avec une brosse il étend la couleur sur le feutre que porte la table à couleur C. Un autre enfant est placé en F pour manœuvrer les leviers i,j,k, et enfin un troisième enfant se tient en G et près du rouleau y^1 et de la toile sans fin pour faire marcher le papier en avant, jusqu'à ce qu'il l'ait amené exactement sur les pointes A,A du registre ou repère.

Dans cet instant, la machine se trouve dans la position représentée dans la figure 13, c'est-à-dire que la planche repose sur la table à couleur C.

Alors l'enfant en F fait agir les bras de leviers $i.j$ jusqu'à ce que le bras j se trouve en contact avec celui k; dans cet instant il ne s'arrête pas, mais continue son mouvement, au moyen duquel la planche est enlevée de dessus la table à couleur C pour être transportée sur le papier. Aussitôt qu'elle arrive sur ce papier, l'enfant en G met en action le levier de pression p et manœuvre jusqu'à ce que ce levier presse perpendiculairement sur l'axe e du châssis de la planche. Dans ce moment, l'enfant en E agit avec force sur le levier k, et par ce moyen donne à la planche la pression nécessaire.

Cela fait, l'enfant en G ramène le levier p; celui en F, les leviers i,j,k jusqu'à ce que la planche soit reportée sur la table à couleur G pour recevoir un nouvel enduit; et enfin, l'enfant en G fait avancer une nouvelle portion de la surface du papier pour recevoir l'impression ou le coup suivant.

Nouveau mode de construction des machines marchant avec détente de vapeur.

Par M. G. Dickinson, manufacturier à Londres.

Dans les machines à vapeur dites de Woolf, on sait qu'il y a deux cylindres, un petit et un grand, dans chacun desquels est ajusté un piston mobile, et que la vapeur qui vient de la chaudière est d'abord admise dans le petit cylindre pour donner le mouvement à son piston; qu'on la fait passer ensuite dans le grand cylindre où elle agit par expansion sur le piston que ce dernier renferme. Ces machines de Woolf, introduites en 1804, sont assez répandues en Angleterre; elles y ont éprouvé de nombreuses modifications dans les détails de leur construction et de leur installation, mais jusqu'ici on leur a toujours conservé deux cylindres distincts et séparés l'un de l'autre.

M. Dickinson propose de renfermer le petit cylindre et le piston qu'il porte à l'intérieur du grand, de l'y placer concentriquement et de donner au piston de ce grand cylindre une forme annulaire, de manière que l'espace vide au milieu s'ajuste parfaitement sur la surface convexe de ce petit cylindre, et son contour extérieur avec l'intérieur du grand.

Ce piston annulaire a deux tiges qui y sont fixées sur un même diamètre, à des distances égales et des deux côtés, à partir du centre. Ces tiges passent chacune à travers une boîte à étoupes placée sur le couvercle du cylindre et sont assemblées avec une traverse qui fait mouvoir les bielles transmettant le mouvement au balancier.

Le petit cylindre occupe la partie centrale de la capacité intérieure du grand; comme à l'ordinaire, il a son piston distinct. La tige de celui-ci passe aussi à travers une boîte à étoupe portée sur le couvercle du cylindre, et l'extrémité supérieure de cette tige est également fixée à la traverse dont il a été question ci-dessus. Cette traverse reçoit donc l'effort combiné des deux pistons dans son mouvement de va-et-vient et le transmet par les moyens connus aux autres parties de la machine.

Afin de mieux faire comprendre les détails de la forme que M. Dickinson donne à cette partie des machines à expansion de Woolf, nous en donnerons la figure et l'explication.

Pl. VI, fig. 13. Coupe verticale du cylindre double par un plan perpendiculaire au diamètre sur lequel sont insérées les tiges. Cette coupe présente en même temps la section de l'appareil distributeur de vapeur.

fig. 16. Coupe verticale du même cylindre par le plan passant par le diamètre d'insertion des tiges du piston.

fig. 17, 18, 19. Pièces qui composent la coupe de la fi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gure 15 vues séparément.

fig. 20. Vue de la face du tiroir qui glisse sur le grand cylindre.

fig. 21. Section verticale du tiroir dans une autre position que dans la fig. 1.

fig. 22. Vue en dessus des cylindres.

fig. 23. Coupe horizontale des cylindres, de leurs pistons et de leur boîte à vapeur avec son tiroir.

fig. 24. Coupe des cylindres et des pistons pour la machine d'un bâtiment à vapeur.

Dans toutes ces figures les mêmes lettres désignent les mêmes objets.

A,A est le grand cylindre, B,B le petit cylindre renfermé dans l'autre. L'empatement B,B du petit cylindre est suffisamment étendu pour servir de fond au grand, et cet empatement étant tourné bien concentriquement avec le petit cylindre et s'ajustant avec beaucoup d'exactitude sur la bride C du grand, on voit que le cylindre B doit se trouver placé bien verticalement et concentriquement à l'intérieur du cylindre A.

Le couvercle D du grand cylindre sert en même temps pour le petit, et, afin de rendre imperméables à la vapeur les points de jonction entre ce couvercle et le bord supérieur *y,y* du cylindre B, ce bord entre dans une rainure circulaire taillée sur la face inférieure de ce couvercle, et un anneau de chanvre ou de plomb sert à rendre les joints parfaitement imperméables, après qu'on a solidement boulonné ce couvercle D sur la bride *d,d* du cylindre A.

Le couvercle D porte trois boîtes à étoupe, une au centre et deux autres *f,f* opposées entre elles et à distances égales de la première pour les deux tiges G,G du grand piston ou piston annulaire H,H. Ces trois tiges sont toutes assemblées dans une traverse K,K qui, en les réunissant, leur permet un mouvement de va-et-vient d'égale étendue dans leurs cylindres respectifs. Cette traverse K est attachée (fig. 16) aux barres L,L du parallélogramme, suspendues elles-mêmes au balancier M.

Sur les bâtiments à vapeur, la traverse K se prolonge de part et d'autre (fig. 24) et reçoit à ses extrémités les bielles N,N, lesquelles font agir les deux balanciers M,M placés de chaque côté du cylindre.

O est le fond qui clôt par le bas le petit cylindre et qui s'ajuste comme on le voit dans les figures.

Les conduits, pour l'admission et la sortie de la vapeur à l'intérieur du cylindre B, sont disposés comme le représentent les fig. 17, 18, 19, 20, c'est-à-dire qu'ils consistent en un conduit *g* percé dans l'empatement *b* de ce cylindre pour l'admission de la vapeur sous le piston F, et un autre conduit *h* percé dans l'épaisseur du couvercle pour l'admission de la vapeur sur ce piston. Sur le prolongement de ces conduits en sont deux autres *k* et *i* percés sur un des côtés du grand cylindre A, auquel on a ménagé en cet endroit une épaisseur suffisante de métal. Dans cette même épaisseur sont encore percés deux autres conduits *l* et *m* qui mettent en communication le réservoir de vapeur avec les parties supérieure et inférieure du cylindre A, ou au-dessus et au-dessous du piston annulaire H,H.

Ces derniers conduits *i* et *k* pour le cylindre B, *l* et *m* pour le cylindre A, introduisent la vapeur dans les cylindres au moyen de robinets, de disques tournants, de tiroirs ou autres moyens de distribution, soit que la machine marche à simple ou à double effet. Tout cela est aisé à concevoir, néanmoins on a représenté dans les fig. 15, 16, 17, 18, 19 et 20 une espèce de tiroir qui exécute cette distribution de la vapeur dans une machine à double effet d'une manière qui paraît commode et précise.

P,P' est une boîte à vapeur fixée avec boulons et écrous sur le cylindre A. Cette boîte reçoit la vapeur de la chaudière par le tuyau de vapeur Q muni, comme à l'ordinaire, de soupapes régulatrices ou robinets pour régler l'admission. R,R est le tiroir contenu dans la boîte et ajusté avec beaucoup de soin sur la partie plane *r,r* du cylindre A. A l'intérieur de ce tiroir règne, sur presque toute sa hauteur, un conduit intérieur *s,s* ou vide interne qui, en s'infléchissant aux deux extrémités, vient déboucher de part et d'autre sur la portion plate et rôdée du tiroir; *t* et *v* sont encore deux cavités ménagées dans cette partie du tiroir, et au milieu on a laissé enfin, entre lui et la surface plane du contour du cylindre, un vide dans lequel pénètre la vapeur. Le tiroir se trouve donc complétement entouré de vapeur, excepté sur les faces planes par lesquelles il est ajusté et porté sur le cylindre.

w et *x* sont les conduits de sortie pour la vapeur. Ils sont aussi percés dans l'épaisseur du métal du cylindre A et dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouchent dans les tuyaux Z,Z (fig. 22, 23) qui mènent la vapeur au condenseur.

Le tiroir R,R reçoit son mouvement de va-et-vient dans la boîte P par le moyen d'une tige *r* passant à travers un stuffing-box dans le couvercle *s* de la boîte à vapeur, et par les moyens bien connus des ingénieurs et mécaniciens.

Voici le jeu du tiroir et ses fonctions à l'intérieur de la boîte à vapeur.

Supposons, comme dans la fig. 15, que les pistons sont sur le point d'arriver au point le plus bas de leur course dans leurs cylindres respectifs et le tiroir placé comme il est indiqué. Dans cette position, la vapeur, en arrivant de la chaudière, entre dans la boîte, pénètre par le passage *k,g* dans la partie inférieure du cylindre B et soulève son piston F; la vapeur contenue sur la surface supérieure de ce piston, trouvant alors le passage *h,i* ouvert, s'échappe par le conduit *s,s* creusé dans l'épaisseur du tiroir, et de là, entre par le conduit *m*, à la partie inférieure du cylindre A pour soulever son piston H,H. En même temps, la vapeur qui se trouvait sur ce piston, rencontrant le conduit *t*, s'y engage et est entraînée par le tube de sortie *w* et le tuyau *z* au condenseur.

On voit que dans ces conditions les deux pistons accomplissent simultanément leur pulsation ascendante, qu'ils soulèvent bien également par leurs tiges la traverse E,E, et donnent par son entremise le mouvement à toute la machine.

Lorsque les pistons sont sur le point d'arriver au terme de leur course ascendante, le tiroir prend la position indiquée dans la fig. 21, où la vapeur est distribuée en sens inverse de celle représentée fig. 15, c'est-à-dire que la vapeur qui remplit la boîte entre par les conduits *i* et *h* sur la partie supérieure du piston du cylindre B pour le faire descendre, qu'en même temps la vapeur qui était au-dessous du même piston s'échappe par le conduit *g* et *k* dans le conduit intérieur *s,s* du tiroir, d'où elle est versée par le conduit *l* sur le piston du cylindre A. Pendant ce mouvement la vapeur contenue sous le piston H s'échappe par *m* et la cavité *v* du tiroir dans le passage *x* qui la conduit au tube *z* du condenseur. Dans ces circonstances les deux pistons exécutent donc encore simultanément leur pulsation descendante.

Avant de faire connaître, dit l'inventeur, les avantages qui résultent de la construction d'un piston annulaire dans l'emploi de la vapeur avec détente, il est peut-être nécessaire d'aller au-devant d'une objection qui s'est présentée à coup sûr à l'esprit du lecteur. En effet, on doit penser que l'étendue des surfaces qu'il s'agit de maintenir exemptes de toute fuite de vapeur doit être plus considérable avec un piston annulaire qu'avec un piston ordinaire, et cet accroissement entraîne, pour remplir la condition indiquée, la nécessité d'un accroissement dans la résistance due au frottement.

Il n'y a nul doute qu'une machine à piston annulaire, qui serait mal construite et établie sans nul soin, ne présentât ce grave inconvénient; mais si on ne néglige aucun soin pour aléser les cylindres et ajuster leurs pistons, si on fait usage des meilleurs modes de garniture de piston, il est évident qu'il n'y aura pas accroissement sensible de frottement dans la pratique, attendu que c'est un fait assez bien connu des mécaniciens que toutes les fois qu'on a à redouter un frottement un peu considérable, on s'est généralement très-bien trouvé d'établir des guides du mouvement de nature convenable. Or, le cylindre intérieur pouvant être considéré comme un guide de cette espèce dans le mouvement du piston annulaire, il s'ensuit qu'on pourra diminuer la pression de la surface convexe de l'anneau contre le cylindre extérieur et qu'on pourra avoir des garnitures moins serrées et moins épaisses que celles dont on fait usage ordinairement pour les surfaces de contact dans la construction des mêmes pièces pour la basse pression.

Quant à cette disposition de deux cylindres établis concentriquement l'un à l'autre, elle présente, suivant l'inventeur, des avantages, tant pour le développement fructueux de la puissance de la machine que pour la marche de la machine elle-même. On peut résumer comme il suit ces avantages :

1° Le cylindre à haute pression étant renfermé dans celui à basse pression, il devient inutile d'avoir pour le premier tout l'attirail d'un appareil de distribution de vapeur. En outre, toute la chaleur rayonnante qui pourrait s'échapper à la surface du premier étant reçue et utilisée à l'intérieur du second où existe la basse pression, il y a par conséquent économie de vapeur et de combustible.

2° Le cylindre intérieur, étant constamment chargé de vapeur à une haute température et placé au centre de la cavité ou chambre où a lieu la détente, opère comme un corps chaud, c'est-à-dire maintient au plus haut degré l'élas-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ticité de cette vapeur en expansion. L'effet utile ou pratique qu'on obtiendra de cette vapeur se rapprochera donc autant que possible de celui indiqué par la théorie, car ici il n'y aura de rayonnement qu'à la surface d'un cylindre à vapeur à basse pression, perte qu'il est extrêmement facile de prévenir par une enveloppe extérieure d'une substance non conductrice quelconque.

3° Une boîte à vapeur pour le cylindre à haute pression étant inutile, la vapeur est transmise plus directement de la chaudière à ce cylindre, et par conséquent avec toute sa force. D'ailleurs, par la juxtaposition des deux cylindres, il n'est plus nécessaire d'avoir des tubes de communications, des coudes, des robinets pour faire passer la vapeur de l'un à l'autre, et ce passage s'effectue par un conduit entouré de vapeur et chaud à l'intérieur du tiroir, ce qui ne permet aucune déperdition de température.

4° Il est possible, comme on l'a vu, d'arriver dans la construction du tiroir et dans la distribution de la vapeur à une construction qui ne paraît pas plus compliquée que celle usitée dans les machines à haute pression ordinaire. On peut aussi parfaitement régler ce tiroir pour que son service se fasse avec cette exactitude qu'exige une machine composée, et par suite compter sur le développement simultané et complet de la puissance de la machine.

5° Par cette combinaison de deux cylindres, on reste maître d'appliquer cette force double à un seul et même organe mécanique, et d'éviter les désavantages qui résultent d'un double système de bielles ou verges au moyen duquel ces forces sont ordinairement transmises au balancier dans les machines composées actuelles. Par la même combinaison, un seul tiroir appliqué sur la surface extérieure du grand cylindre effectue par un seul mouvement tout le service des différents tiroirs ou robinets en usage ordinairement, quand on fonctionne avec deux cylindres, ainsi que celui du condenseur. Il y a donc dans ce système concours simultané des tiroirs, du balancier et des autres pièces pour mettre à profit toute la force de la vapeur, ce qui entraîne comme conséquence la réduction de poids du combustible consommé au plus bas taux possible.

6° La machine devient ainsi plus compacte et plus portative, et la plus grande sécurité qui résulte de la simplification de son tiroir la rend particulièrement propre aux bâtiments à vapeur, puisqu'une machine de cette espèce occuperait moins de place qu'une autre sans expansion du modèle de celles adoptées dans la navigation à la vapeur.

Une chaudière qui donnerait de la vapeur à une pression de 2 kilog. 111 au centimètre carré au-dessus de celle atmosphérique produirait plus de travail avec cette machine à détente qu'une chaudière générant de la vapeur de 4 kilog. 222 ne parviendrait à le faire dans une machine à haute pression ordinaire. Ainsi, il y a déjà une grande supériorité sur les machines à haute pression, tant sous le point de vue de la sécurité que sous celui de l'économie; car la vapeur générée sous une pression de 4 kilog. 222 au-dessus de la pression atmosphérique est non-seulement dangereuse, mais consomme en outre plus de combustible pour être portée et maintenue à ce point, tant par suite des fuites qui ont lieu par les joints, que par les pertes qu'occasionne le rayonnement.

Cette machine, dit enfin l'inventeur, réunit donc à la sécurité et à l'économie, tant du combustible que de l'emplacement, un accroissement de force, une grande simplicité d'action, et enfin un poids peu considérable. Jusqu'ici, on avait considéré comme impossible la réunion de tous ces avantages dans une seule machine. On voit de plus qu'elle ouvre un nouveau champ de succès à la navigation maritime, à laquelle elle s'applique particulièrement.

Le petit piston F avec sa tige E ressemble absolument à ceux en usage, et n'exige pas de description particulière; il porte une garniture de chanvre, ou mieux une garniture métallique.

Le grand piston annulaire H,H a une garniture à sa surface convexe extérieure comme un piston ordinaire; à la surface qui circonscrit l'ouverture qu'il porte à son centre et dans laquelle entre à frottement juste le petit cylindre, il est également disposé pour recevoir une garniture de chanvre ou métallique qui s'oppose à la fuite de la vapeur, entre les deux corps. Dans les fig. 16 et 23, ce piston est représenté avec des garnitures métalliques consistant en segments disposés suivant deux circonférences, l'une au-dessus de l'autre; ces segments sont pressés contre les surfaces respectives par des ressorts, et ceux de la garniture extérieure s'appuient sur ceux correspondants de la garniture intérieure, de façon que les deux séries réagissent l'une sur l'autre.

Quant aux dimensions et aux proportions des pièces de cette machine, elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont les mêmes que celles qu'on donne aux machines à double cylindre, marchant avec détente de vapeur.

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques sur la reproduction de pièces analogues.

Par M. J.-H. IBBETSON.

(Suite.)

Modèle 6. — Pl. T II, fig. 6.

Cette figure montre la manière dont les séries des cercles excentriques et les séries des arcs sont combinées dans ce modèle. Les séries des cercles sont de différentes excentricités et de différents rayons, et les arcs tous de la même mesure et partant de points différents, mais équidistants du centre commun.

Pour travailler au tour excentrique une pièce semblable à ce modèle, on se sert de l'outil n° 28 et l'on établit le support à coulisse perpendiculairement à l'arbre du tour.

L'ouvrage à tourner se fixe d'abord convenablement au chariot, puis on en dresse et on en polit la surface. Ensuite on place l'outil dans le support à coulisse; on ajuste la pointe, le support à coulisse et le chariot excentrique sur le centre commun, et l'on procède à l'exécution des arcs de cercle.

Arcs de cercle. (T IV, fig. 63.)

Excentricité — 12.
Rayon — 12.
Mesure des arcs — 7/48.

Produisez l'excentricité en tournant la vis du chariot de douze tours en et le rayon en tournant la vis du support de 12 tours en arrière. Ajustez la poulie à courroie de l'arbre à la mesure des arcs de cercle, de la même manière qu'il a été dit pour le modèle 5.

Ces arcs de cercle sont à tous égards semblables à ceux décrits pour le modèle 5, excepté pour leurs dimensions; on les décrit exactement de la même manière.

Figure centrale, ou première série de cercles. (T IV, fig. 64.)

Excentricité — 1 1/4.
Rayon — 1.

Otez les arrêts de la poulie de l'arbre et continuez avec l'outil n° 28. Donnez l'excentricité par 10 5/4 tours en avant, et le rayon par 11 tours en avant. Décrivez 8 cercles équidistants de la même profondeur que les arcs.

Deuxième série de cercles. (T IV, fig. 65.)

Excentricité — 4 3/8.
Rayon — 17.

Même outil; les cercles doivent être creusés assez profondément pour que les espaces ombrés que laissent leur entrecroisement soient à vive arête. Donnez l'excentricité par 5 1/8 tours en arrière, et le rayon par 16 tours en arrière. Décrivez 24 cercles équidistants.

Troisième série de cercles. (T IV, fig. 66.)

Excentricité — 30.
Rayon — 1/2.

Les cercles de cette série et des 7 séries suivantes sont tous exécutés avec l'outil n° 28 et creusés à la même profondeur que ceux de la deuxième série. On donne l'excentricité par 25 5/8 tours en arrière, et le rayon par 16 1/2 tours en avant. On décrit 12 cercles équidistants.

Quatrième série de cercles. (T IV, fig. 67.)

Excentricité — 29 1/2.
Rayon — 1.

L'excentricité s'obtient par 1/2 tour en avant et le rayon par 1/2 tour en arrière. On décrit alors 12 cercles équidistants qui circonscrivent ceux de la troisième série.

Cinquième série de cercles. (T IV, fig. 68.)

Excentricité — 29.
Rayon — 1 1/2.

Produisez l'excentricité par 1/2 tour en avant, et le rayon par 1/2 tour en arrière. Décrivez ensuite 12 cercles équidistants qui circonscrivent ceux de la quatrième série.

Sixième série de cercles. (T IV, fig. 69.)

Excentricité — 28 1/2.
Rayon — 2.

L'excentricité se produit par 1/2 tour en avant et le rayon par 1/2 tour en arrière. Décrivez ensuite 12 cercles équidistants qui circonscrivent ceux de la cinquième série.

Septième série de cercles. (T IV, fig. 70.)

Excentricité — 28.
Rayon — 2 1/2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Produisez l'excentricité par 1/2 tour en avant, le rayon par 1/2 tour en arrière. Décrivez 12 cercles équidistants, qui circonscrivent ceux de la sixième série.

Huitième série de cercles. (T IV, fig. 71.)

Excentricité = 27 1/2.
Rayon = 3.

Produisez l'excentricité par 1/2 tour en avant et le rayon par 1/2 tour en arrière. Decrivez 12 cercles équidistants qui circonscrivent ceux de la septième série.

Neuvième série de cercles. (T IV, fig. 72.)

Excentricité = 27.
Rayon = 3 1/2.

Produisez l'excentricité par 1/2 tour en avant, et le rayon par 1/2 tour en arrière. Décrivez 12 cercles qui circonscrivent ceux de la 8e série.

Dixième série de cercles. (T IV, fig. 73.)

Excentricité = 26 1/2.
Rayon = 4.

Produisez l'excentricité par 1/2 tour en arrière, et le rayon par 1/2 tour en avant. Décrivez alors 12 cercles équidistants qui circonscrivent ceux de la 9e série, et complètent la figure.

Onzième série de cercles. (T IV, fig. 74.)

Excentricité = 23 1/2.
Rayon = 1.

Même outil, n° 28; creusez les cercles assez profondément pour que les espaces laissés entre eux ou en dedans des cercles soient à vive arête. Cette série de cercles est produite par une division du cercle du chariot excentrique de 288.

Produisez l'excentricité par 3 tours en avant et le rayon par 3 tours aussi en avant. Puis mettez le cercle du chariot excentrique que nous supposons divisé en 288, à la division 288; passez 10 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 11, et décrivez un cercle à cette division et un à chacune des divisions suivantes, c'est-à-dire aux divisions 12 et 13 : passez 10 divisions, mettez le cercle du chariot à la division 24 et décrivez un cercle à cette division et aux deux divisions suivantes, c'est-à-dire aux divisions 25 et 26; et ainsi de suite, en passant 10 divisions et décrivant 3 cercles, jusqu'à ce que la figure soit complète.

On peut substituer à cette exécution la suivante, quand le cercle du chariot excentrique est divisé seulement en 96.

Onzième série de cercles adaptée à la division 96. (T IV, fig. 75.)

Excentricité du cercle supérieur = 25.
Excentricité du cercle central = 23 1/2.
Excentricité du cercle inférieur = 22.
Rayon = 1.

Produisez l'excentricité et le rayon, pour le cercle central, de la manière indiquée pour la série adaptée à la division 288, et décrivez un cercle à chacune des divisions du cercle du chariot excentrique 4, 12, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 68, 76, 84, 92.

Obtenez l'excentricité du cercle supérieur en tournant la vis du chariot de 1 tour 1/2 en arrière; et, avec le même rayon, décrivez un cercle à chacune des divisions du cercle du chariot, comme précédemment. Donnez l'excentricité du chariot par 3 tours en avant; et avec le même rayon que précédemment décrivez un cercle à chacune des divisions du cercle du chariot précédemment indiquées pour le cercle central.

Douzième série de cercles. (T IV, fig. 76.)

Excentricité = 34.
Rayon = 1.

Même outil, n. 28; creusez les cercles assez profondément pour que leurs centres soient à vive-arête; les 3 cercles inférieurs sont ceux qu'il faut tracer.

Produisez l'excentricité par 12 tours en arrière, et le rayon restant le même que précédemment, décrivez 48 cercles équidistants; un cercle, en supposant le cercle du chariot excentrique divisé en 96, à chacune des divisions suivantes, 2, 4, 6, 8, 10, 12, ... 90, 92, 94, 96.

Treizième série de cercles. (T IV, fig. 77.)

Excentricité = 37.
Rayon = 1.

Les cercles à décrire sont les 3 cercles supérieurs de la figure. Produisez l'excentricité par 3 tours en arrière, et avec le même rayon que précédemment décrivez un cercle à chacune des divisions du chariot excentrique indiquées pour la 12e série.

Quatorzième série de cercles. (T IV, fig. 78.)

Excentricité = 35 1/2.
Rayon = 1.

Les cercles à exécuter sont les trois cercles au centre de la figure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Produisez l'excentricité par 1 1/2 tour en avant, et avec le même rayon que précédemment, décrivez un cercle, en supposant le cercle du chariot excentrique divisé en 96, à chacune des divisions suivantes, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15....., 89, 91, 93, 95.

Expériences sur les roues à aubes courbes, dites à la Poncelet.

Par M. A. Morin, professeur de mécanique au Conservatoire des arts et métiers.

Les séries d'expériences sont au nombre de 34 et comprennent 532 expériences sur quatre roues différentes pour lesquelles les chutes ont varié depuis 0m,60 jusqu'à plus de 2m, et les levées de vanne depuis 0m,03 jusqu'à 0m,40.

La vitesse a varié dans chaque série depuis celle que la roue pouvait prendre à une charge nulle du frein, jusqu'à celle qui arrêtait son mouvement. Ces expériences ont fait connaître que, pour toutes les chutes comprises entre 0m,60 et 2m, l'effet utile maximum de ces roues est les 0,36 et 0,60 du travail absolu du moteur lorsque la levée de vanne est comprise entre 0m,10 et 0m,35, et que la vitesse de la circonférence de la roue est égale aux 0,55 de celle de l'eau affluente. Ces résultats sont conformes à ceux que M. Poncelet avait obtenus à Metz sur la première roue construite d'après son système.

Le tracé des courbes qui représentent les résultats des expériences a montré que l'effet utile diminue assez rapidement lorsque la vitesse de la roue s'éloigne notablement en plus ou en moins de celle qui convient au maximum d'effet, d'où M. A. Morin conclut que ces roues conviennent plus spécialement aux usines où la marche de la roue doit être régulière qu'à celles où la nature du travail exige de fréquentes variations de vitesse. L'observation de diverses circonstances du mouvement de l'eau sur les aubes a conduit l'auteur à indiquer pour certains cas de légères modifications à la formule que M. Poncelet avait donnée pour déterminer la largeur des couronnes.

En résumé, M. Morin conclut de ces expériences,

1° Que les roues à aubes courbes, spécialement propres à utiliser les chutes de 1m,40 et au-dessous, transmettent, même avec des chutes supérieures, un effet utile, total égal à 0,56 ou 0,60 du travail absolu du moteur en marchant à une vitesse supérieure à celle des autres roues à axe horizontal.

2° Qu'elles ont l'inconvénient de ne pouvoir marcher à des vitesses très-différentes de celle qui correspond au maximum d'effet, sans que l'effet utile s'éloigne de ce maximum.

3° Qu'elles peuvent fonctionner, sans qu'elles soient noyées, d'une hauteur à peu près égale à celle de leurs couronnes, tout en transmettant encore un effet utile égal à 0,40 ou 0,55 du travail absolu du moteur.

4° Qu'elles peuvent être construites en bois à peu de frais et occupent peu de place, même quand elles doivent transmettre une force considérable, et qu'en définitive leurs avantages, réunis à une grande facilité d'exécution, sont de nature à faire préférer dans beaucoup de cas ce genre de roues hydrauliques à d'autres récepteurs qui attireraient une portion plus considérable du travail moteur, mais pour lesquelles les conditions d'établissement occasionneraient plus de sujétions et de dépenses.

Expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical et sur l'écoulement de l'eau dans les coursiers et dans les buses de forme pyramidale.

Par MM. G. Piobert et A.-L. Tardy, officiers d'artillerie.

L'emploi des roues hydrauliques à axe vertical présenterait souvent de grands avantages sous le rapport de la simplification qu'elles peuvent apporter dans le mécanisme des usines, du peu d'espace qu'elles exigent, de la faculté qu'elles ont de fonctionner malgré la glace et les inondations, de la facilité de leur construction et de l'économie de leur entretien. Dans les moulins à blé, elles dispensent de toute espèce d'engrenage et permettent de placer plusieurs meules dans les endroits les plus resserrés.

Malgré ces avantages, les roues horizontales sont peu employées, même dans les localités pour lesquelles elles seraient plus convenables que les autres, parce qu'on leur reproche de ne transmettre qu'une faible portion de l'effort du moteur.

Ces roues hydrauliques ayant été peu étudiées dans la pratique, et le rapport des effets qu'elles produisent aux effets de dépense n'étant pas connus, il nous a paru intéressant de mesurer ces effets pour les deux espèces de roues horizon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tales qui se trouvent établies à Toulouse.

Dans ce but on a fait varier leurs vitesses et leurs résistances qui s'opposent à leurs mouvements autant que les instruments et les localités le permettaient, afin de vérifier si le reproche qu'on leur fait est fondé, et jusqu'à quel point il peut balancer leurs avantages. Ces recherches ont conduit naturellement à plusieurs expériences sur l'écoulement de l'eau dans les coursiers et dans les canelles ou buses de forme pyramidale, et enfin sur la mouture du blé.

Les deux barrages de la Garonne à Toulouse et l'abondance des eaux du canal du Midi, près de son embouchure dans cette rivière, ont permis de disposer des chutes d'eau assez considérables pour faire mouvoir un grand nombre de moulins à blé au moyen de roues horizontales. Ces roues sont de deux espèces : celles qui sont établies sur la rivière sont dites *à cuve*, celles qui sont placées sur le canal, dites *rouet-à-volant*, ressemblent beaucoup à celles qu'on voit depuis un temps immémorial dans les montagnes du Dauphiné, et sont mises en mouvement par la percussion de l'eau sur des aubes courbes qui remplacent les cuillers que portent les arbres des moulins des Alpes.

La circonstance favorable qui a réuni dans la même ville les deux espèces de roues hydrauliques horizontales employées communément a permis de les bien apprécier et d'établir entre elles une comparaison rigoureuse en mesurant les effets produits et dépensés suivant une même méthode, avec les mêmes instruments employés par les mêmes observateurs.

Les expériences faites avec toutes les précautions convenables, ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Dans l'écoulement de l'eau par une vanne de $0^m,67$ de largeur et par un coursier de même largeur à son entrée, et de $0^m,164$ à sa sortie, avec une pente de $0^m,47$ sur une longueur de $3^m,10$, le coefficient de la dépense est de 0,720 à 0,735 pour une levée de vanne de $0^m,0823$; 0,65 à 0,67 pour une levée de $0^m,1673$, de 0,53 pour une levée de $0^m,225$, et de 0,52 à 0,53 pour une levée de $0^m,285$. La hauteur d'eau étant $2^m,20$ à $2^m,50$, ce coefficient augmente quand la hauteur de chute diminue.

2° Dans l'écoulement de l'eau par une cannelle en tronc de pyramide à base carrée de $0^m,20$ de côté à l'orifice de sortie, et de $0^m,60$ à celui d'entrée, l'axe étant incliné de $0^m,90$ sur 3^m de longueur, le coefficient de la dépense est de $0^m,864$ lorsqu'il existe intérieurement des cadres en fer de $0^m,005$ d'épaisseur, et de 0,965 lorsque l'intérieur n'est pas garni de cadres. Ce coefficient augmente un peu, comme dans le cas précédent, quand la vitesse des eaux diminue.

3° Dans les roues hydrauliques horizontales à cuve, les effets produits avec les vitesses ordinaires varient de 0,15 à 0,27 des effets dépensés lorsque les rouets sont en très-bon état et de même diamètre que les cuves, de 0,10 à 0,19 pour des rouets ordinaires, et ne dépassent pas 0,17 lorsque les rouets sont en mauvais état; les effets produits augmentent à mesure que la vitesse de la roue diminue.

4° Dans les roues hydrauliques horizontales, dites *rouet-à-volant*, les produits augmentent très-rapidement à mesure que la vitesse de la roue diminue pour la vitesse de 1,7 à 1,8 tour par seconde; ils sont de 0,29 à 0,33 des effets dépensés, et s'élèvent beaucoup plus haut pour les vitesses plus petites, car on a obtenu 0,39 et 0,40 pour des vitesses de 1,50 à 1,43 tour par seconde, vitesses les plus petites qu'on pût obtenir avec le frein.

5° Avec les grandes meules en silex, la mouture d'un kilogramme de blé exige un effort équivalent à celui qui serait nécessaire pour élever à un mètre de hauteur 10 à 12 mètres cubes d'eau lorsque les meules sont en bon état.

Expériences comparatives sur différentes espèces d'organes moteurs pour les bateaux à vapeur.

Par M. G. Rennie, ingénieur civil.

M. Rennie a entrepris une série d'expériences fort intéressantes sur le mérite comparatif de différentes espèces d'organes moteurs pour les bâtiments ou navires qui naviguent au moyen de la vapeur, et nous allons reproduire la note qu'il a publiée lui-même sur ce sujet le 12 décembre dernier.

Ces expériences ont été faites par trois moyens différents : 1° avec un modèle de roue; 2° avec un bateau à rames; 3° avec un petit bâtiment à vapeur.

I. Dans le premier cas le modèle a été placé dans une cuve où l'on pouvait à volonté élever ou abaisser le niveau de la surface de l'eau à une hauteur déterminée; une poulie fixée sur l'axe de la roue lui permettait de tourner par la descente d'un poids d'une hauteur don-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

née, de façon que le temps de cette descente devait être proportionnel à la résistance ; voici les résultats moyens des expériences :

DIAMÈTRE de la roue en mètre.	TEMPS de la chute d'un poids de 2 kilogram. en minutes.	AIRE des aubes immergées en centimétr. carrés.	POIDS suspendu.	AIRE d'une aube en centimètres carrés.	NOMBRE et forme des aubes.
m. 0,6096	15′, 5	77,40	2	38,70	16 Aubes rectangulaires.
0,6096	15′, 1	58,05	2	19,35	16 Aubes trapézoïdales.
0,6096	0′,533	77,40	2	38,70	16 Aubes rectangulaires immergées du double de la profondeur ordinaire.
0,6096	0′,266	58,05	2	19,35	16 Aubes trapézoïdales, même immersion.

Ces expériences démontrent :

1° Que les aubes trapézoïdales (1) qui n'ont que 1/3 de la largeur et 1/2 de l'aire des aubes rectangulaires présentent cependant la même résistance ;

2° Que quand ces deux espèces d'aubes sont immergées du double de la profondeur ordinaire, la résistance de celle trapézoïdale n'est que la moitié de celle rectangulaire.

Si cette propriété remarquable des aubes de cette première forme de fonctionner presque tout aussi bien sous l'eau que quand on les immerge à la profondeur ordinaire, se confirme dans les expériences en grand, les difficultés qu'éprouvent les bâtiments à vapeur dans les premiers instants de leur navigation et quand ils ont une forte charge de combustible, et au moment où les machines ne peuvent donner que la moitié de leurs pulsations, se trouveraient surmontées, et le temps du voyage considérablement diminué.

II. Les expériences faites avec différents organes moteurs appliqués à un bateau à rames ont été entreprises dans des circonstances parfaitement identiques sous le rapport de la grandeur, du poids, de l'aire de la section du milieu du bateau, et sous celui des grandeurs et des aires uniformes des organes, ainsi que de la force pour les mettre en action. En voici le résultat :

(1) Ces aubes étaient montées avec leur grande diagonale placée verticalement.

(Suit le tableau.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *des expériences faites sur le Grand-Surrey Dock en août et octobre* 1839, *sur différents organes moteurs mis en action par deux hommes appliqués à une manivelle.*

CONDITIONS de L'EXPÉRIENCE et NATURE DES ORGANES.	DISTANCE en mètres parcourue.	TEMPS en secondes.	NOMBRE total de tours de la manivelle.	NOMBRE de tours de la manivelle par minute.	VITESSE du bateau en mètres par heure.
Hélice de 43,16 centimètres de diamètre et 14,58 décimètres carrés de surface.	201	201″	140,7	42,0	3600
Surface conoïde de 43,16 centimètres de diamètre, et 9,30 décimètres carrés de surface.	201	135,5	89,6	39,6	5340
Roue portant 12 aubes rectangulaires ayant chacune (24 centimètres 12 × 10,16) 2,45 décimèt. carrés de surface ; 6 aubes immergées = 14,70 décim. carrés.	201	155,25	108,25	41,8	4660
Roue portant 12 aubes trapézoïdales, l'angle aigu placé en bas, et chacune de $\frac{24\text{cent. } 12 \times 10\text{cent. } 16}{2}$ = 1,22 décimètres carrés de surface, aire immergée égale à 6,90 décimètres carrés.	201	153,5	121,75	47,5	4714
Roue portant 12 aubes trapézoïdales, l'angle obtus placé en bas, et chacune de $\frac{24\text{cent. } 12 \times 10\text{cent. } 16}{2}$ = 1,22 décimètres carrés de surface ; aire immergée égale à 6,75 décimètres carrés.	201	155,75	120,75	46,5	4646

Dimensions du bateau employé dans les expériences précédentes ; largeur 1 mèt.,52, longueur 8,23, profondeur 55,78 centimètres, poids du bateau et de son lest 1280 kilog., aire d'une section moyenne de la partie immergée 31. 15 décimèt. carrés.

On déduit de ces expériences qu'en ayant égard à l'aire, les roues à aubes trapézoïdales sont supérieures à celles à aubes rectangulaires, mais que la surface conoïde, quand on n'a pas égard à l'aire, surpasse tous les autres genres d'organes; seulement la principale objection contre des organes moteurs agissant sous l'eau est la grande vitesse qu'il est nécessaire de leur donner, et le mécanisme compliqué qui devient alors nécessaire pour produire cette vitesse.

III. Les expériences sur les aubes des deux formes indiquées précédemment appliquées à un bâtiment à vapeur ont fourni les résultats que voici :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moyennes des expériences faites sur des roues à aubes à bord du bateau à vapeur le Pink, *au West-India import-Dock, en novembre* 1839.

NATURE et ÉTAT DES AUBES.	DISTANCE parcourue en mètres.	TEMPS en secondes.	NOMBRE de révolutions de la manivelle.	NOMBRE de révolutions de la manivelle par minute.	VITESSE du bateau en mètres et par heure.
Roues montées avec des aubes rectangulaires de 58,42 cent. × 22,89 cent. = 13,37 décimèt. carrés de surface; aire des aubes immergée = 40,96 décim. carrés; diamètre extrême de la roue = 2 mèt. 23.	402,33	138	36,5	84	10495
Roues montées avec des aubes trapézoïdales (l'angle aigu en bas) de $\frac{45,72\text{cent.} \times 29,20\text{cent.}}{2}$ = 6,67 décim. carrés de surface; aire des aubes immergée = 27,88 décim. carrés; diamètre extrême de la roue = 2 m. 68.	402,33	145,75	36	87,5	9938 (1)

Les conclusions qu'on peut tirer de cette expérience sont importantes, ainsi qu'on va le voir.

1° Avec une aire moitié moins grande et une largeur de un tiers, les roues à aubes trapézoïdales présentent la même résistance que celles à aubes rectangulaires; dans les premières, par suite de leur forme particulière, l'aire totale immergée n'est que les deux tiers de celle également immergée dans les secondes.

2° Par suite également de cette forme trapézoïdale, ces roues entrent dans l'eau sans choc et sans ces vibrations qu'on observe avec les roues à aubes ordinaires, et sortent du liquide sans soulever cette portion considérable qui forme cascade et détruit en pure perte une quantité considérable de la force motrice.

3° Avec des roues à aubes trapézoïdales, la largeur de l'enveloppe de ces roues se trouve diminuée de un tiers, et par conséquent la résistance du vent diminuée dans le même rapport.

4° L'ondulation latérale ou balancement, et par conséquent l'usure et la détérioration des machines par le mouvement successif d'élévation et d'abaissement du navire dans l'eau, se trouvent en grande partie évitées.

5° La moitié du poids et les frais actuels des roues à aubes et de leurs enveloppes est supprimée, et on évite encore le mouvement vibratoire si désagréable dans les bâtiments à vapeur.

Roues à aubes amovibles pour les bâtiments à vapeur.

Par M. AUBERT, chef de l'atelier des machines du port de Toulon.

Pour naviguer avec avantage par le secours de la vapeur, c'est-à-dire pour qu'un bâtiment à vapeur profite de toute la puissance que développe sa machine avec une consommation donnée de combustible, il est nécessaire que les roues motrices ne plongent dans l'eau qu'à une certaine profondeur que la pratique a déterminée; en deçà et au delà de cette profondeur il y a perte de force.

Cependant, la charge que reçoit un bâtiment à vapeur, surtout quand il fait le service de paquebot, étant très-sujette à varier, sa ligne de flottaison doit éprouver les mêmes variations. Ses roues plongent donc alors plus ou moins dans l'eau, et la profondeur à laquelle descendent les aubes dans le fluide devient

(1) Cette légère différence provient de ce qu'on a été obligé d'enlever une petite portion d'une des aubes à cause d'un rayon en fer qui gênait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variable avec le chargement, puisque l'axe à manivelle qui porte ces roues repose sur des appuis fixes, et que les aubes sont attachées invariablement à l'extrémité des rayons.

Le seul moyen qui se présentait pour remédier à cet inconvénient, c'était de rendre les aubes mobiles, afin de pouvoir les ajuster à la longueur de rayon qui devait procurer l'emploi le plus fructueux de la force motrice.

Cette mobilité offrait d'ailleurs un autre avantage ; c'est que depuis qu'on a cherché à combiner sur un même bâtiment la navigation à la voile et celle à la vapeur, il est indispensable, pour passer de l'un de ces modes de navigation à l'autre et pour en tirer tout le parti possible, de démonter et de remonter successivement les aubes des roues motrices.

Ce n'est pas tout encore, et il existe un assez grand nombre de manœuvres où il serait avantageux de pouvoir démonter ou remonter promptement, en tout ou en partie, ces aubes suivant diverses circonstances de vent ou de mer.

Quelque considérables que puissent être, de l'aveu de tous les marins, les avantages de ce démontage et remontage facile des aubes, on a rencontré jusqu'ici de si grandes difficultés dans la pratique pour exécuter ces opérations que les méthodes proposées pour cet objet ont laissé beaucoup à désirer et ont eu peu de succès.

Jusqu'ici les aubes avaient été saisies sur les rayons par des crochets à vis avec écrous, et le démontage de ces aubes était une opération longue et difficile. En 1833, M. Léon Duparc, lieutenant de vaisseau, supprima les vis et leurs écrous et employa, pour opérer la pression des aubes sur les rayons et leur fixation dans la roue, des clavettes traversant la tête des essieux. Ce moyen, mis en pratique pendant dix-huit mois, offrait déjà la facilité pour retirer les aubes, pour varier leur distance à l'axe, mais il fallait s'introduire dans la roue, ce qui était un inconvénient, d'autant plus qu'on ne possédait pas alors de moyen de fixer cette roue autre que l'emploi de la machine, moyen jugé aujourd'hui insuffisant.

En 1837, on a commencé à mettre en expérience à bord du *Phare*, que commandait le même officier, un système dû au sieur Aubert, chef de l'atelier des machines du port de Toulon. Dans ce système, l'usage de la clavette est aussi adopté, mais en outre des chevilles mortaisées placées sur le plat des rayons donnent le moyen de maintenir l'aube par le seul placement d'une clavette mise de l'intérieur du bâtiment.

De plus, ces aubes ont été divisées en trois parties mobiles séparément, ayant ainsi des poids réduits qui rendent le travail plus facile.

Enfin, on a placé à l'intérieur du bâtiment un moyen d'arrêt pour se rendre maître des roues. Pour cela on a muni l'arbre intermédiaire d'un disque tournant avec lui et dont les numéros repérés avec les rayons des roues, passant successivement vis-à-vis un indicateur, donnent au mécanicien la faculté, de nuit comme de jour, d'amener sans tâtonnement tout le système dans une position indiquée, et un treuil portatif communique le mouvement à un arbre garni d'une poulie en fonte à empreinte sur laquelle vient engrener une chaîne sans fin qui embrasse une partie du contour de la roue. Un seul homme, agissant sur ce treuil, suffit pour imprimer le mouvement à tout l'appareil. Ce moyen a dispensé d'envoyer au mouillage des hommes pour faire tourner les roues, moyen dangereux ; ou bien d'employer la plus grande partie de l'équipage pendant un temps considérable.

Une commission ayant été nommée par le préfet maritime, à Toulon, pour prendre connaissance de ces perfectionnements, a fait, après plusieurs expériences, un rapport favorable auquel nous allons emprunter quelques détails.

La commission a d'abord constaté la solidité de ces aubes à la mer et la sécurité ainsi que la promptitude avec lesquelles on peut les enlever pour marcher à la voile, sans le secours des machines, et les replacer pour ne faire usage que du moteur à vapeur ; puis elle a cherché à faire varier les portions de leur centre d'effort pour mettre en action la totalité de la puissance dont l'appareil est capable, selon les différents degrés d'immersion des roues par suite du chargement du navire.

Les premières expériences ont eu pour but de faire varier le diamètre des roues à aubes. Or, ces aubes, dans le système Aubert, étant divisées en trois pièces ou madriers, rien n'a été plus facile que d'opérer ces variations. Elles ont démontré que ce moyen présentait de très-grands avantages pendant ces changements, et en outre que ces aubes amovibles présentaient dans la pratique une grande solidité.

La sûreté des hommes employés à déplacer et replacer ces aubes leur a paru aussi parfaitement garantie par les facilités qu'offre le mode d'attachement des parties de ces aubes et par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frein ou arrêt pour fixer invariablement les roues.

Enfin, les commissaires ont approuvé l'appareil au moyen duquel le mécanicien peut, de jour comme de nuit, manœuvrer la machine de manière à stopper les roues sous tel numéro des rayons qui lui est ordonné et faire passer successivement chacun de ceux-ci devant le panneau par lequel les hommes doivent placer ou déplacer les aubes.

Les expériences sur le temps nécessaire pour démonter les aubes ont constaté les faits suivants :

1° Les aubes à crochets ordinaires et écrous ont demandé en moyenne, pour les deux bords, 29 minutes pour être démontées ;

2° Les aubes à crochets fixes et clavettes, du système Aubert, ont été remontées en moyenne, pour les deux bords, en 18,5 minutes ;

3° Le démontage et le remontage des aubes Aubert pour les rapprocher d'un tiers de leur hauteur, ou 20 centimètres vers le centre des roues, ont eu lieu en moyenne pour les deux bords en 25 minutes ;

4° Le démontage de sept jeux d'aubes Aubert, pour marcher à la voile sans la vapeur, s'est fait en moyenne pour les deux bords en 15 minutes;

5° Le remontage du même nombre de pièces, pour marcher à la vapeur, a duré 15 minutes ;

6° Toutes ces opérations ont été exécutées par quatre hommes de chaque bord ;

7° Il est facile, quand il y a danger, de déplacer et replacer les aubes, en agissant de l'intérieur du navire et en faisant successivement passer chaque rayon ou panneau ouvert exprès sur l'arrière de la façade intérieure du tambour, et avec d'autant plus de facilité que par la division actuelle de ces aubes elles n'ont que le tiers du poids qu'avaient celles d'une seule pièce ;

8° Enfin, l'examen auquel la commission s'est livrée et les détails consciencieux donnés par M. Léon Duparc, qui a soumis l'appareil aux épreuves les plus décisives, prouvent que l'opération du démontage et du remontage des aubes du système Aubert s'obtient avec toute la promptitude et la sécurité nécessaires dans diverses circonstances de vent et de mer, et que la navigation à vapeur est appelée à recueillir de très-grands avantages de ce système d'aubes amovibles.

En terminant, nous ajouterons qu'on s'occupe actuellement à Toulon de la construction d'un appareil d'embrayage dû à M. Janvier et propre à rendre à volonté les roues indépendantes des machines pour les laisser obéir à l'impulsion produite par la marche à la voile (1).

Extrait du rapport adressé au ministre de la marine sur l'emploi de l'argile dans les chaudières des bâtiments à vapeur.

Par M. Delassaux, capitaine de vaisseau.

L'emploi de l'argile continue à donner des résultats assez avantageux ; mais il faut, pour en obtenir le plus d'efficacité possible, que cette argile parvienne dans les chaudières à son plus haut degré d'épuration, sans quoi l'adhérence des sels continue d'avoir lieu, quoique cependant par couches moins épaisses et beaucoup plus faciles à détacher que si on ne se servait pas de ce procédé. Il est donc à désirer qu'on délivre toujours cette argile pour le service des chaudières dans les conditions indiquées, et non brute et chargée de matières siliceuses.

Parmi les moyens essayés pour introduire cette terre dans les chaudières, celui des boîtes en tôle, fixées sur les cloisons intérieures des chaudières, qui n'était pas sans inconvénient, a fait place à celui plus ingénieux de M. Campaignac, ingénieur au corps royal du génie maritime, qui, en faisant disparaître ces inconvénients, réunit l'avantage de continuer avec économie l'usage de l'argile, quelle que soit la durée de la traversée du bâtiment. Comme ce moyen peut ne pas être connu, j'en donne plus bas la description.

Un autre moyen qu'on a trouvé également favorable pour vaincre l'adhérence des sels, c'est d'attendre le refroidissement de l'eau dans les chaudières avant de les vider. Ce moyen ne retarde qu'un peu le moment du nettoyage, et ne donne que la peine de vider les chaudières à bras d'hommes. Dans ce dernier cas, il convient de se servir de la pompe à bras, qui, par une ouverture convena-

(1) On s'est beaucoup occupé aussi en Angleterre de la solution de ce problème, et on a proposé pour cet objet diverses dispositions. Celle inventée par M. Holebrook, sur laquelle nous avons peu de détails, paraît ingénieuse ; mais elle n'a cependant pas été adoptée. Une autre disposition qu'on doit à M. Samuel Hall, ingénieur distingué, et qui a de l'analogie avec la précédente, paraît être actuellement en expérience ; nous nous proposons d'en faire connaître les résultats aussitôt qu'ils nous parviendront. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ble de ses robinets, permet de refouler l'eau directement dans la mer. Autrement, si on la laisse s'écouler dans la cale pour la pomper ensuite par les pompes au pied du grand mât, cette eau finit par infecter tous les fonds du navire et salit singulièrement les parties du pont sur lesquelles elle se répand.

Dans le nouveau mode de M. Campaignac, adopté sur les bâtiments à vapeur du port de Toulon, pour injecter l'argile dans les chaudières, on dispose de l'une quelconque des pompes de service des machines; mais la pompe d'épuisement de la cale est celle qui se prête le mieux à cette installation; elle est moins susceptible de dérangement et plus facile à visiter.

Le bassin en cuivre contenant l'argile délayée est placé dans la coursive entre les deux machines, sous l'une des plaques mobiles du parquet en fonte. Ce bassin a un double fond ou crible à travers lequel l'argile déjà épurée se débarrasse des racines ou autres corps étrangers qu'elle pourrait encore renfermer. Le tuyau d'aspiration de la pompe d'épuisement, qui est aussi muni d'une lanterne ou crépine, plonge sous le crible, à quelque distance du fond du bassin, où les parties siliceuses peuvent se déposer. On peut suppléer ainsi à une épuration très-imparfaite de l'argile.

Le tuyau d'aspiration de la pompe d'épuisement porte donc une double branche, et au moyen de deux robinets cette pompe aspire à volonté dans la cale ou dans le bassin contenant de l'argile. Le tuyau d'épuisement de la même pompe est embranché avec le tuyau de la pompe à bras servant à remplir et à vider la chaudière, ou bien avec le tuyau des pompes d'alimentation, et au moyen de deux autres robinets l'eau de la cale sera refoulée à la mer, ou l'eau chargée d'argile, aspirée dans le bassin, sera injectée dans la chaudière. Cette pompe ainsi disposée ne sera employée à ce dernier usage que pendant quelques instants, au moment des extractions nécessaires pour diminuer la concentration du sel marin en dissolution dans l'eau de la chaudière, et seulement pour y entretenir la dose d'argile, ce dont il sera facile de juger par l'inspection des tubes indicateurs du niveau ou de l'eau recueillie des robinets jauges.

L'injection de l'argile se fait à l'eau chaude, en mettant le bassin qui la renferme en communication avec la bâche de la pompe à air, à l'aide d'un tube et d'un robinet. On se ménage ainsi la ressource précieuse d'une troisième pompe d'alimentation, dans le cas où l'une des deux pompes destinées à ce dernier emploi viendrait à se déranger.

Navigation par l'électro-magnétisme.

On ne s'est pas contenté depuis quelque temps d'appliquer l'électro-magnétisme comme force motrice sur les chemins de fer ou dans diverses opérations mécaniques, il paraît qu'on vient aussi de faire un essai de la même force pour faire mouvoir les bateaux. Voici à ce sujet ce qu'on lit dans un journal russe.

« Dans le rapport fait au ministre de l'intérieur de Russie sur les travaux de la commission pour l'emploi de l'électro-magnétisme comme force motrice, on lit que cette commission a d'abord dû poser la question de savoir si en effet l'électro-magnétisme pouvait avoir d'utiles applications dans les arts et dans l'économie publique comme force active. Avant de résoudre cette question, les commissaires ont voulu consulter l'expérience, et il paraît qu'ils ont été assez heureux pour mettre en mouvement au moyen de cette force seule un bateau de la marine impériale. Les expériences ont commencé le 25 septembre. Ce bateau consistait en une chaloupe à huit bancs de rameurs, telle qu'on en fait usage dans la flotte; elle avait 8 mètres de longueur et 3 mètres de largeur. Dans une eau tranquille, la chaloupe a, dans une des expériences, été mise en mouvement à raison de 1 mètre par seconde ou de 16 à 17 minutes par kilomètre, et en moyenne de 85 centimètres par seconde, ou de 20 minutes par kilomètre. Le lieu des expériences a été la Néva, où elle a navigué 2 à 3 heures par jour.

« La machine n'occupait dans la chaloupe qu'une surface de 40 centimètres en largeur et 60 en longueur. La batterie galvanique, qui consistait en 320 plaques, avait été disposée d'une manière très-commode le long des bordages, de façon que 12 personnes ont pu avec aisance prendre place dans la chaloupe.

« Cette batterie restait en activité pendant toute une journée, et a conservé une force parfaitement constante. Les essais ont été répétés pendant 3 mois consécutifs, néanmoins on ne peut encore déterminer avec exactitude combien la machine consomme de zinc par jour ou de vitriol; mais on a constaté que les plaques, qui pesaient primitivement 200 kilogrammes, et dont la surface

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était de 960 décimètres carrés, n'avaient perdu pendant tout le temps des épreuves que 12 kilogrammes. Ainsi il paraîtrait démontré qu'on peut imprimer économiquement le mouvement à un bateau au moyen de l'électro-magnétisme, et appliquer celui-ci partout où on fait usage de la vapeur. L'auteur de cette application est le professeur Jacobi.

Voici au reste comment ce savant s'exprime à ce sujet dans une lettre qu'il a adressée à M. Faraday, en date du 31 juin 1839.

« Dans l'application de l'électro-magnétisme au mouvement des machines, le plus grand obstacle a toujours été l'embarras et la difficulté de manier la batterie. Cet obstacle n'existera pas plus longtemps. Pendant l'automne dernier, dans une saison déjà trop avancée, j'ai fait les premières tentatives de navigation sur la Néva avec une chaloupe à dix rames, munie de roues à palettes qui étaient mises en mouvement par une machine électro-magnétique.

Quoique nous voyageâmes tout le jour avec 10 à 12 personnes à bord, je n'ai pas été satisfait de ce premier essai, à cause de plusieurs vices de construction, du manque d'isolement dans les machines, et parce que la batterie ne pouvait être réparée sur place.

» Toutes les réparations et des changements ayant été faits, les expériences recommenceront bientôt. Celles de l'an passé me donnent comme résultat que, pour produire la force d'un cheval de vapeur, il faut une batterie de 20 pieds carrés de plaques disposées d'une manière convenable. Je crois néanmoins parvenir à obtenir cet effet avec 8 à 10 pieds carrés, et j'espère même dans un an que j'aurai équipé un vaisseau électro-magnétique de la force de 40 à 50 chevaux. »

Frégate à vapeur.

On a lancé, le 10 juillet dernier, dans le chantier de Pembroke, la frégate *le Cyclope*, le plus grand bâtiment de guerre à vapeur qui existe aujourd'hui. Ce bâtiment a les dimensions suivantes :

Longueur.	$68^{m},57$.
Largeur.	$11^{m},58$.
Profondeur.	$6^{m},39$.
Tonnage, environ 1,300 tonneaux.	

C'est un bâtiment à deux ponts qui sera installé comme les frégates ordinaires et portera dans l'entrepont une batterie de 18 pièces de 56, et dans les gaillards 4 pièces de 36 et 2 de 96, canons monstrueux portés sur pivots qui lancent des boulets de 25 centimètres (10 pouces) de diamètre et peuvent balayer une étendue de 240 degrés de l'horizon. Son équipage se composera de 210 hommes et 20 ingénieurs chauffeurs. Toutes ces pièces de canon glissent dans des coulisses et tournent sur pivots. Son tirant d'eau, quand son installation et son arrimage (six mois de vivres et vingt jours de combustible) et son armement seront complets, sera de $4^{m},56$. Cette quantité de combustible, 400 tonneaux, sera placée dans la chambre de la machine, mais il y a de plus une chambre fermée à l'avant qui en contiendra pour 10 jours de plus, en tout 30 jours. Son faux pont est si vaste qu'il pourra aisément loger 800 hommes de troupes avec leurs officiers. *Le Cyclope* a été construit par M. W. Edye, sur les plans de son frère M. J. Edye. La force de la machine, qui a été faite par M. Seawards et A. Millwall, est de 320 chevaux. La frégate à vapeur *la Gorgone*, lancée dix-huit mois auparavant, n'est que du port de 1,100 tonneaux.

Sur un nouveau système de construction en charpente.

Par M. Laves, architecte de S. M. le roi de Hanovre.

Ce système est applicable à la construction de ponts de tous genres, comme ponts fixes, ponts-levis, ponts tournants, et surtout aux ponts suspendus, dans le cas où la localité, soit à un bout, soit à l'autre, soit aux deux, ne permet pas l'emplacement et le scellement de chaînes ; à la couverture de grandes salles, manéges ; à la confection d'échafaudages et échelles de grandes dimensions ; à l'armement des poutres, mâts et étais en général, etc.

Le principe de ce système consiste dans une combinaison de deux forces principales des matériaux, savoir la résistance à la pression et la résistance à l'extension.

La première de ces forces a été employée depuis les époques les plus reculées pour la construction des ponts à arches, comme pour toutes les voûtes en général ; la seconde ne l'a été que beaucoup plus tard, au moins en Europe, pour la construction des ponts suspendus par le moyen des chaînes.

L'application de la première exige de grandes masses de matériaux et des pieds droits bien fondés ; celle de la seconde demande beaucoup moins de matériaux, mais très-souvent on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parvient au placement et au scellement des chaînes qu'avec peine et difficulté, et d'ailleurs, dans le dernier mode de construction, il existe toujours des vibrations et des ondulations très-sensibles dans le système.

Ces inconvénients, dit M. Laves, ont motivé l'invention dont il s'agit, et en jetant les yeux sur la fig. 25, Pl. VI, on s'aperçoit à l'instant que la chaîne a,h,i,k,l,m,g attachée aux extrémités a et g de la courbe a,b,c,d,e,f,g, agit avec une force absolue de résistance à la tension la plus grande que les matériaux possèdent, puisqu'elle varie de 6,83 à 15,71 kilog. par millimètre carré de section transverse pour les différents bois de construction, et 15,71 à 68,50 kilog. pour les différents métaux.

Le travon a,b,c,d,e,f,g sert, par sa force relative de résistance à la pression, à empêcher que la chaîne a,h,i,k,l,m,g ne puisse entraîner les deux points a et g. La courbe a,h,i,k,l,m,g, servant de chaîne, empêche à son tour le travon a,b,c,d,e,f,g de pousser ou de presser contre les points d'appui a et g.

Les appuis bh, ic, dk, el, fm, et les décharges placées obliquement hc, ck, ke, em, unissent d'une manière intime le travon et la courbe, et les forces de ces deux pièces neutralisées forment un ensemble qui se soutient par lui-même et ne peut avoir ni poussée ni tirage.

Il faut observer 1° que la force des chaînes dépend de la flèche de la courbe qu'elles affectent, et que plus cette flèche est grande à la partie de la ligne horizontale, et plus la chaîne sera forte. Si, par exemple, la flèche est dans la proportion de $4\frac{1}{6}$ pour 0/0 à l'ouverture de l'arche d'un pont, ce qui est peu en comparaison avec les arches en maçonnerie qui demandent au moins 15 à 20 pour 0/0 de l'ouverture pour l'élévation de la clef au-dessus des pieds droits, la force de la chaîne se réduit à un tiers de sa valeur absolue; $6\frac{1}{4}$ pour 0/0 réduiraient cette force à moitié.

2° Que le travon, à cause de l'élasticité des matériaux, doit avoir absolument la forme convexe, comme indique la figure, afin que, pour de grandes charges momentanées, l'allongement de la chaîne par la tension et le raccourcissement du travon par la pression ne puissent pas faire arriver la courbe a,b,c,d,e,f,g à l'horizontalité au-dessous de laquelle ces pièces ne serviraient plus par leur résistance à l'équilibre statique de la construction.

3° Que la manière de lier les extrémités a et g des courbes dépend des matériaux dont on se sert. Si donc il s'agit d'un pont en bois, les entailles au point de jonction des différentes pièces de bois doivent être calculées et exécutées d'après la force à laquelle elles doivent résister.

Après avoir expliqué l'application du nouveau système dans le sens horizontal, les fig. 26, 27, 28, 29 et 30 démontrent son utilité pour augmenter la force de résistance des étais ou pièces placées verticalement et obliquement.

Il est constant que la résistance d'un étai, soit en bois; soit en métal, sera d'autant plus forte que l'épaisseur de son diamètre augmentera; or, les fig. 28 et 29 représentent une manière très-simple d'augmenter le diamètre du milieu de l'étai, sans augmenter sensiblement son poids ou son volume primitifs, c'est-à-dire qu'on a opéré ainsi qu'il suit :

1° Pour le bois, on l'a scié longitudinalement en plusieurs parties; on a relié les bouts par des étriers en fer pour empêcher qu'ils ne se fendent, et on a produit un diamètre plus fort dans la partie sciée par le moyen de coins ou étrésillons, forcés entre les segments et rattachés par des boulons ou des bandes en fer.

2° Pour les fers on a lié aux extrémités plusieurs barres et suivi le principe qui vient d'être exposé pour le bois, en séparant ces barres par des étrésillons ou par des plaques trouées (1).

L'étai représenté par la fig. 26 est à deux branches; celui de la fig. 27 en a trois; celui de la fig. 28 quatre; la fig. 29 montre une colonne perpendiculaire de quatre branches formant chaînes. La fig. 30 représente un étai de forme conique par le haut et par le bas servant pour les dimensions modérées.

Les proportions ainsi que le nombre des différentes parties, comme chaînes, étais, étrésillons, etc., dépendent des emplois et doivent être calculés par l'architecte ou l'ingénieur.

M. Laves a cherché à s'assurer par expérience de l'augmentation de la force des poutres fixées longitudinalement, liées aux bouts par des boulons ou par des bandes de fer pour empêcher la fente, et séparées par des étais ou coins. Voici le résumé des résultats auxquels il est parvenu en pieds et pouces hanovriens.

---

(1) Dans les fig. 26 et 29, on a marqué par la lettre a le plan et le profil de l'application à des étais de bois, et par la lettre b les mêmes en fer ou en métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Une poutre en bois de sapin *a,b,c* (fig. 31 et 32) de 40 pieds de longueur, 9 pouces 1/4 d'épaisseur et 7 pouces 1/2 de largeur, a présenté, en la chargeant au point *b* d'un poids de 1,700 livres, une flèche lorsqu'elle était entière et

Non divisée de . . . . . 84/16 de pouce.
Divisée en deux (fig. 32) et séparée avec un étrésillon *h,i*, au milieu de
4 5/8 pouces ou 1/2 de l'épaisseur, de. 57/16
9 1/4 ou égal à l'épaisseur, de. 36/16
13 7/8 ou 1 1/2 de l'épaisseur, de. 18/16

B. *Bois de sapin.*

Un parallelipipède *a,b,c* (fig. 33 et 34) de 50 pouces de longueur, 2 d'épaisseur, 1 de largeur, chargé au milieu de 200 livres, a présenté une flèche

Non divisé (fig. 33) de. . . . . 16/32 pouces.
Divisé en deux (fig. 34), en sorte que l'espace *h,i* au point *b* fût de
1 pouce ou 1/2 de l'épaisseur, de 12/32
1 1/2 ou 3/4. . . . . 8/32

Un parallélipipède *a,b,c* (fig. 35 et 36) de 50 pouces de longueur, 15/8 d'épaisseur, 1 de largeur, chargé au milieu de 100 livres, a présenté une flèche

Non divisé (fig. 35) de. . . . . 22/32 pouces.
Divisé en deux (fig. 36), en sorte que l'espace *h,i* au point fût de
1 pouce ou 3/4 de l'épaisseur, de. 12/32
1 1/2 ou environ l'épaisseur, de 8/32

Un cylindre (la pointe d'un jeune sapin) de 50 pouces de longueur, 15/8 de diamètre, chargé au milieu de 100 livres, a présenté une flèche

Non divisé de . . . . . 18/32 pouces.
Divisé et séparé respectivement au milieu par un étrésillon de
1 pouce ou environ 3/4 de l'épaisseur, de 9/32
1 1/2 ou environ l'épaisseur, ... 7/32

C. *Bois de chêne.*

Un parallélipipède *a,b,c* (fig. 35 et 36) de 50 pouces de longueur, 2 d'épaisseur, 1 de largeur, chargé au milieu de 200 livres, a présenté une flèche

Non divisé (fig. 35) de . . . . . 20/32 pouces.
Divisé en deux (fig. 36) et séparé au milieu par un étrésillon de
1 pouce ou 1/2 environ de l'épaisseur, de. 16/32
1 1/2 ou 3/4 de l'épaisseur, de 10/32

Un parallélipipède *a,b,c* (fig. 36 et 37) de 50 pouces de longueur, 1 3/8 d'épaisseur, 1 de largeur chargé au milieu de 100 livres, a présenté une flèche

Non divisé (fig. 36) de. . . . . 28/32 pouces.
Divisé en deux (fig. 37) et séparé au milieu par un étrésillon de
1 pouce ou 3/4 de l'épaisseur, de 14/32
1 1/2 ou environ l'épaisseur. 10/32

D. Une ferme construite comme la fig. 38 de deux poutres chacune de 26 pieds de long sur 9 pouces d'épaisseur et 7 pouces de large, et ayant 51 pieds 8 pouces de portée totale, a présenté une flèche quand on la chargeait de

1,200 livres de. . . . . 1 1/2 pouce.
1,776 . . . . . 2 1/2

tandis qu'une poutre d'une seule pièce et de mêmes dimensions a donné des flèches pour des charges de

150 livres de. . . . . 1 1/2 pouce.
300 . . . . . 2 1/2
500 . . . . . 4 3/4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

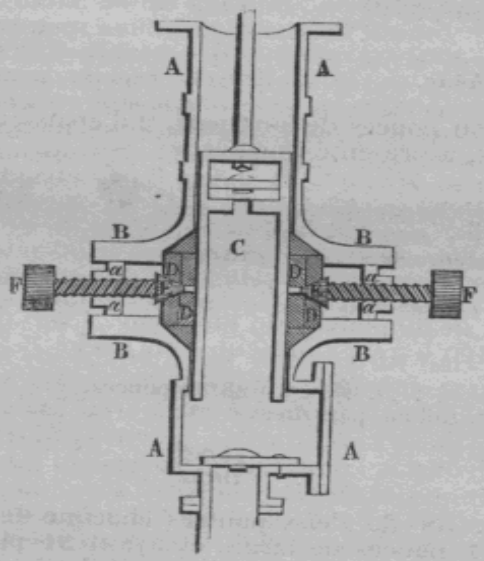
M. Laves a exécuté d'après son système une foule de travaux, entre autres des ponts pour piétons ou pour voitures en bois, en chêne, en sapin, en fer forgé, en fonte, des combles en tôle, une salle de décors, un manége, etc.

M. Laves a pris un brevet d'importation en France, et M. Kestner, consul général de Hanovre au Havre, est chargé de communiquer tous les détails et les modèles aux personnes qui désireraient faire l'application de ce système. Ces modèles sont nombreux et variés, mais parmi eux nous ferons choix pour donner à nos lecteurs une idée de ce genre de construction de celui de la forme d'une arche de pont (fig. 38), et celui d'un comble à grande portée (fig. 39).

Pompe de Whitworth.

Le principe qui sert de base à cette invention consiste à éviter les inconvénients qui résultent de l'usure de la garniture des pistons et les frais que la réparation de ceux-ci nécessite.

La figure ci-jointe représente une coupe verticale de la pompe de Whitworth.



A. Corps de pompe en fonte, de deux pièces; chacune de ces parties, vers l'une des extrémités, porte un collet B,B, extrêmement solide, formant un plan incliné circulaire et pénétrant à l'intérieur du corps de pompe.

C. Piston creux inséré dans le corps de pompe.

D,D. Segments à recouvrement disposés autour de la circonférence du piston comme dans les pistons métalliques des machines à vapeur.

E. Segments en forme de coins au nombre de 4 et destinés à presser les précédents contre le piston, et les uns sur les autres.

F,F. Vis qui en tournant opèrent sur les coins pour presser les segments contre le piston.

Les 2 pièces du corps de pompe sont solidement maintenues à distance entre elles par 4 forts boulons *a a*, distants entre eux du quart de la circonférence, et à travers lesquels passent les vis F, destinées à faire avancer les coins E, lesquels à leur tour pressent les segments contre le corps du piston.

Le piston C est un cylindre creux de longueur moitié moindre que le corps tourné et ajusté avec soin.

Cette pompe non-seulement dispense, comme on voit, de la garniture du piston, mais prévient en outre toute diminution du travail utile provenant de la détérioration ou du jeu trop considérable des pièces principales de la pompe qui peuvent être resserrées les unes contre les autres suivant le besoin.

Pompe-turbine.

On nous annonce qu'un mécanicien des mines de Blansko, en Hongrie, nommé Trevéranus, s'occupe actuellement d'expériences avec une pompe nouvelle, dont il est l'inventeur et à laquelle il a donné le nom de pompe-turbine ou à force centrifuge, parce que son action est fondée sur le même principe que celui des turbines. Cette pompe, dit-on, n'a ni piston ni soupape; elle élève les eaux les plus chargées de matières terreuses ou de sable aussi bien que celles qui sont pures; elle est d'une grande simplicité, et, relativement à son volume, élève une grande quantité d'eau. La partie turbinée ou la roue à palettes courbes de cette pompe est mise en mouvement par une poulie et une corde, et elle n'a pas, au dire de l'inventeur, plus de 50 centimètres de diamètre. Dans une expérience faite devant plusieurs personnes compétentes, cette pompe, mise en action par un homme, a élevé par minute 832 litres d'eau à 2 mètres de hauteur d'un jet parfaitement continu. L'inventeur ne veut pas encore faire connaître l'effet utile moyen de sa pompe, attendu que ses disposi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions ne sont pas encore complètes ; mais il pense qu'elle remplacera avantageusement diverses machines hydrauliques toutes les fois qu'il s'agira d'élever une grande masse d'eau à une hauteur peu considérable, quoique pour cette hauteur la théorie de cette machine n'ait encore indiqué aucune limite.

Gravure et impression par le magnétisme.

On nous communique la note suivante sur un procédé de gravure et d'impression par le magnétisme dont l'invention est due, dit-on, à M. W. Jones, et qui nous paraît mériter d'être mis à l'épreuve.

« On se procure une planche d'acier qu'on noircit comme à l'ordinaire, puis on y trace, au moyen d'une pointe énergiquement aimantée, mais dont le bout est plutôt un peu arrondi que trop aigu, le dessin que l'on veut graver. Il faut avoir l'attention de tenir la pointe un peu inclinée, d'appuyer fermement sur la planche et de se placer de telle sorte que cette pointe soit à fort peu près dans le plan du méridien magnétique.

» La planche ainsi gravée et magnétisée étant nettoyée soigneusement et séchée, on répand à sa surface du fer en poudre fine. Cette poudre, en inclinant la planche, glisse le long de son plan, excepté dans tous les traits où a passé la pointe et où elle adhère fortement. Ayant ainsi obtenu des contours sensibles, on imprime au moyen d'une presse lithographique.

» Le papier d'impression doit recevoir une préparation pour que le fer métallique puisse s'y combiner. On produit une belle impression bleue en imprégnant le papier avec une solution de prussiate de potasse, et une impression noire en le mouillant avec une infusion faible de noix de galle.

» Les épreuves ont besoin d'être exposées à l'air pendant quelque temps avant d'acquérir tout leur éclat, et le fer doit être dans le plus grand état de division possible pour que les combinaisons chimiques puissent s'opérer promptement et sûrement. Voici la manière d'obtenir la poudre de fer.

» On se procure de la limaille de fer bien fine, pure, fraîche et brillante; on la lave avec de l'alcool très-rectifié, et, lorsqu'elle est suffisamment nette, on décante l'alcool et on jette la limaille dans un autre flacon également rempli d'alcool rectifié ; on agite alors pendant quelque temps, on laisse en repos 3, 4, 5 secondes ou plus, et on décante la liqueur surnageante qui, au bout de quelque temps, laisse déposer des particules de fer d'une grande ténuité. On recueille ce dépôt, on le fait sécher très-rapidement et on le conserve dans de petits flacons en verre bouchés à l'émeri.

» Ce genre de gravure est intermédiaire, dit-on, entre la lithographie et le mezzotinto. On croit qu'on parviendra ainsi à tirer un très-grand nombre d'épreuves, attendu que ce nombre ne dépendra pas du tirage, mais du temps que la planche conservera son magnétisme. Pour faire disparaître celui-ci et rendre la planche propre à recevoir une autre gravure, il suffira de la chauffer à une certaine température. »

BIBLIOGRAPHIE.

Manuel-tarif métrique pour la conversion et la réduction des bois.

Par M. Lombard. Paris, 1840, 1 volume in-18. Prix : 2 fr. 50 c.

Les calculs auxquels sont obligés de se livrer les architectes, les toiseurs, les vérificateurs, les entrepreneurs, les charpentiers, ceux qui veulent faire bâtir, etc., toutes les fois qu'il s'agit du mesurage des bois, sont presque toujours assez compliqués ou multipliés pour nécessiter l'emploi d'un tarif qui accélère ces calculs et assure leur exactitude. Ces tarifs sont devenus plus indispensables encore depuis que la loi impose l'obligation de se servir des nouvelles mesures dans le commerce des bois, où existaient depuis un temps immémorial des habitudes et des usages introduits pour faciliter les transactions commerciales, les devis et entreprises en matière de mesurage de bois.

Dans cet état de choses, il y avait urgence de publier un Manuel métrique pour la conversion et la réduction des bois, c'est-à-dire pour tout ce qui concerne le bois en grume, de charpente, bâtard, ou méplat équarri ou scié, etc., au 5e et 6e, réduit au quart sans déduction, au mètre courant, etc., et il fallait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plus que ce tarif fût calculé avec assez de soin et d'après des principes assez rigoureux pour qu'on puisse compter sur son exactitude. C'est ce que M. Lombard nous paraît avoir fait avec succès dans son Manuel, qui renferme tout ce qui peut être utile pour le calcul du cubage des bois, et pour les applications de ce calcul.

On doit avoir d'autant plus de confiance dans le tarif de M. Lombard qu'il annonce que son ouvrage est le fruit d'une expérience acquise par quarante années de travaux dans cette partie, et que bon nombre de ses résultats, vérifiés par des moyens simples et prompts, nous ont présenté une exactitude qu'on ne trouve pas généralement dans une foule d'ouvrages de même nature, qui induisent, par conséquent, en erreur des personnes la plupart du temps incapables d'en découvrir la source et de rectifier les résultats.

Des microscopes et de leur usage, ou Manuel complet du micrographe.

Par Charles Chevalier, ingénieur opticien. Paris, 1839, grand in-8°, avec 5 planches. Chez l'auteur, Palais-Royal, galerie de Valois, n° 163. Prix : 9 fr.

La construction des microscopes a fait, depuis un certain nombre d'années, des progrès si remarquables que la majeure partie des anciens ouvrages où se trouvent décrites la structure de cet instrument et la manière d'en faire usage sont devenues sans but et sans utilité. Aujourd'hui que le goût des observations microscopiques s'est propagé par suite de ces progrès et des découvertes curieuses et inattendues en physique, en chimie, en histoire naturelle, que cet instrument précieux a révélées aux savants de notre époque, il était urgent de publier un ouvrage où l'on pût trouver la description des perfectionnements qu'il a subis, ceux que les observateurs et les constructeurs les plus habiles ont consacrés par leur approbation et leur adoption, et enfin des détails sur les ressources qu'il présente et sur les moyens de les mettre à profit.

Cette tâche était difficile à remplir convenablement, mais nul n'y était mieux préparé que M. Ch. Chevalier. D'abord, des connaissances étendues dans les sciences physiques et l'amitié et les conseils d'un grand nombre de savants français et étrangers, parmi lesquels nous nous bornerons à citer feu M. Lebaillif, homme modeste et simple, mais doué de la plus admirable perspicacité, lui ont permis depuis longtemps d'entreprendre cet œuvre avec succès; ensuite, constructeur très-distingué d'excellents microscopes qu'il a fournis aux observateurs les plus célèbres répandus sur le globe, et enfin inventeur lui-même d'un grand nombre de perfectionnements qui ont modifié ces instruments de la manière la plus heureuse, il a dû nécessairement ne pas reculer devant les difficultés que présentait la publication d'un traité sur les microscopes.

Dans de telles circonstances on n'aura donc pas de peine à ajouter foi à nos paroles quand nous dirons que M. Ch. Chevalier a doté les sciences d'observations d'un très-bon ouvrage où se trouvent décrits avec une précision remarquable les divers microscopes aujourd'hui le plus généralement en usage, leur théorie, la manière d'en faire un emploi fructueux, etc. Au reste, on pourra s'en former une légère idée par l'analyse sommaire que nous allons faire de son livre.

L'auteur commence par des recherches historiques sur l'origine et les progrès du microscope dans lesquelles sont consignés des faits très-curieux et généralement ignorés. Ces recherches ont dû lui coûter beaucoup de travail et de temps.

Dans le chapitre Ier, il traite du microscope simple, de la théorie des lentilles fluides, en verre ou pierres précieuses, des sphères rodées, du doublet de Wollaston qu'il a perfectionné avec avantage en permettant de conserver entre la lentille et le porte-objet un espace suffisant pour faire agir commodément les instruments de dissection, et en disposant plus convenablement pour les travaux les pièces de l'instrument; puis il indique comment on se sert du microscope simple et termine par la description d'un nouveau microscope simple de son invention, qui permet d'employer de forts grossissements pour les dissections les plus délicates, et qui a déjà rendu aussi des services aux ophthalmologistes.

Le deuxième chapitre est consacré au microscope solaire auquel M. Ch. Chevalier a, comme on sait, apporté d'utiles modifications qui en font aujourd'hui un instrument à la fois très-curieux et très-utile. A cette description succède celle du microscope à gaz que l'auteur, de concert avec M. Galy-Cazalat, a in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

troduit en France, en le dépouillant par des moyens ingénieux du danger d'explosion qu'il présentait.

Le microscope composé forme le sujet du troisième chapitre, dans lequel on explique sa théorie, ainsi que celle de l'achromatisme, l'histoire des premiers essais pour produire des objectifs achromatiques, et enfin la description du microscope universel de l'auteur, où l'on trouve les perfectionnements qu'il a fait subir à l'instrument, ses avantages, son usage et ses applications aux sciences physiques et chimiques. Ce chapitre, un des plus étendus de l'ouvrage, est en même temps un des plus intéressants, parce que c'est un résumé très-clair des diverses tentatives faites par les savants du premier ordre pour améliorer la théorie du microscope, et des efforts des ingénieurs pour se conformer aux indications de la théorie, une analyse intéressante, des instructions données par des observateurs et des ingénieurs habiles, et enfin la réunion des faits d'expérience, qui, dans des études bien dirigées et une pratique raisonnée, ont été recueillis par l'auteur.

Dans le chapitre IV, M. Ch. Chevalier fait connaître les tentatives qui ont été faites par quelques savants de nos jours pour améliorer le microscope catadioptrique, mais sans s'y arrêter, attendu que les perfectionnements qui ont tout à coup porté le microscope dioptrique à l'état où nous le voyons aujourd'hui ont fait à peu près abandonner pour longtemps le premier.

Il ne peut y avoir d'observation délicate et exacte sans un bon système d'éclairage, et c'est à ce sujet important que M. Ch. Chevalier consacre son chapitre V. Ce sujet embrasse deux divisions distinctes : l'éclairage des objets transparents et celui des objets opaques. Dans la première, l'auteur, après avoir indiqué les conditions d'un bon éclairage et démontré la nécessité d'examiner les objets en faisant varier la quantité de lumière, indique trois procédés différents pour éclairer les objets transparents, soit avec la lumière naturelle, soit avec celle artificielle : 1° la lumière réfléchie ; 2° la lumière directe ; 3° la lumière réfractée. Il décrit à ce sujet les appareils les plus commodes dus à MM. Schultz, Brewster, Wollaston, Goring, etc. L'éclairage des objets opaques par les trois procédés indiqués forme le sujet de la deuxième division, dans laquelle l'auteur, après avoir décrit les appareils propres à cet objet, termine par des conseils fort sages et d'une utilité journalière pour les observateurs sur les positions qu'il convient de donner au microscope, suivant les différents modes d'éclairage.

Le microscope polarisant, que l'auteur a rendu beaucoup plus propre à l'observation des corps d'une certaine dimension, se trouve décrit avec détail dans le chapitre VI.

L'application de la chambre claire, pour reproduire par le dessin les objets soumis au microscope, est l'objet du chapitre VII. L'auteur y décrit en particulier la chambre claire de M. Amici, qui paraît la plus propre à cette reproduction, et la modification qu'il a été obligé d'y apporter pour l'appliquer au microscope vertical.

Presque toutes les anciennes méthodes micrométriques, c'est-à-dire pour mesurer l'amplification des microscopes et la grandeur réelle des objets, ayant été abandonnées, l'auteur se borne à les passer rapidement en revue dans son chapitre VIII et arrive promptement à l'application, faite par M. Amici, de la chambre claire à la micrométrie. Il décrit en passant ces curieux micromètres sur verre où le millimètre est quelquefois divisé en 500 parties avec une rare perfection, puis donne ensuite les moyens de déterminer le pouvoir amplifiant tant du microscope horizontal que du microscope vertical, et de mesurer avec ces deux espèces de microscopes la grandeur réelle des objets, moyens qui lui sont propres pour la plupart et dont la description est accompagnée d'exemples choisis avec soin.

Un chapitre qui plaira surtout aux observateurs, c'est le IX^{e}, où on traite des accessoires du microscope, tels que la table, l'objectif variable et le prisme redresseur de l'auteur, les compresseurs de Purkinje, Valentin, Schiek, le conducteur électrique, la platine à chariot, les boîtes translucides et autres objets propres à faciliter les observations et à en assurer le succès.

Pour faire choix d'un bon microscope, il est nécessaire de connaître toutes les conditions que doit remplir cet instrument et les qualités qu'il doit posséder. C'est le sujet du chapitre X. Ces qualités sont de deux sortes, les unes relatives à l'appareil mécanique, et les autres à son système optique. L'auteur entre, relativement aux premières, dans les détails les plus précis que lui a révélés une longue pratique de l'art, et sur la manière de les vérifier, et indique, d'après Lebaillif et Goring, les *test-objects*, c'est-à-dire les objets opaques ou transparents qui doivent être nettement aperçus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un bon microscope. Des planches dessinées avec le plus grand soin à la chambre claire par un artiste habile font connaître comment on doit voir ces *test-objects* avec un bon instrument.

Un chapitre où l'auteur a fait preuve de beaucoup de talent et dans lequel il a rendu un service éminent aux sciences est celui (le XI^e^) où il s'occupe des précautions à prendre au moment d'observer, et de la préparation des objets et des instruments qu'il convient d'employer dans les différentes espèces de travaux; il nous serait impossible de reproduire même l'énoncé sommaire de toutes les instructions techniques qu'il donne à cet égard; il nous suffira de dire qu'elles nous ont paru le fruit d'une longue et savante expérience, et ne laissent rien à désirer.

Le chapitre XII est une instruction très-détaillée sur les expériences microscopiques à l'usage des personnes qui ne sont pas encore familiarisées avec l'instrument. On leur indique les objets empruntés aux trois règnes qu'il convient d'étudier pour s'habituer aux observations, les lieux où on les rencontre, leur préparation et l'apparence qu'ils présentent sous l'œil armé. C'est un véritable Manuel à l'usage des commençants, qui leur épargnera bien des peines et des dégoûts.

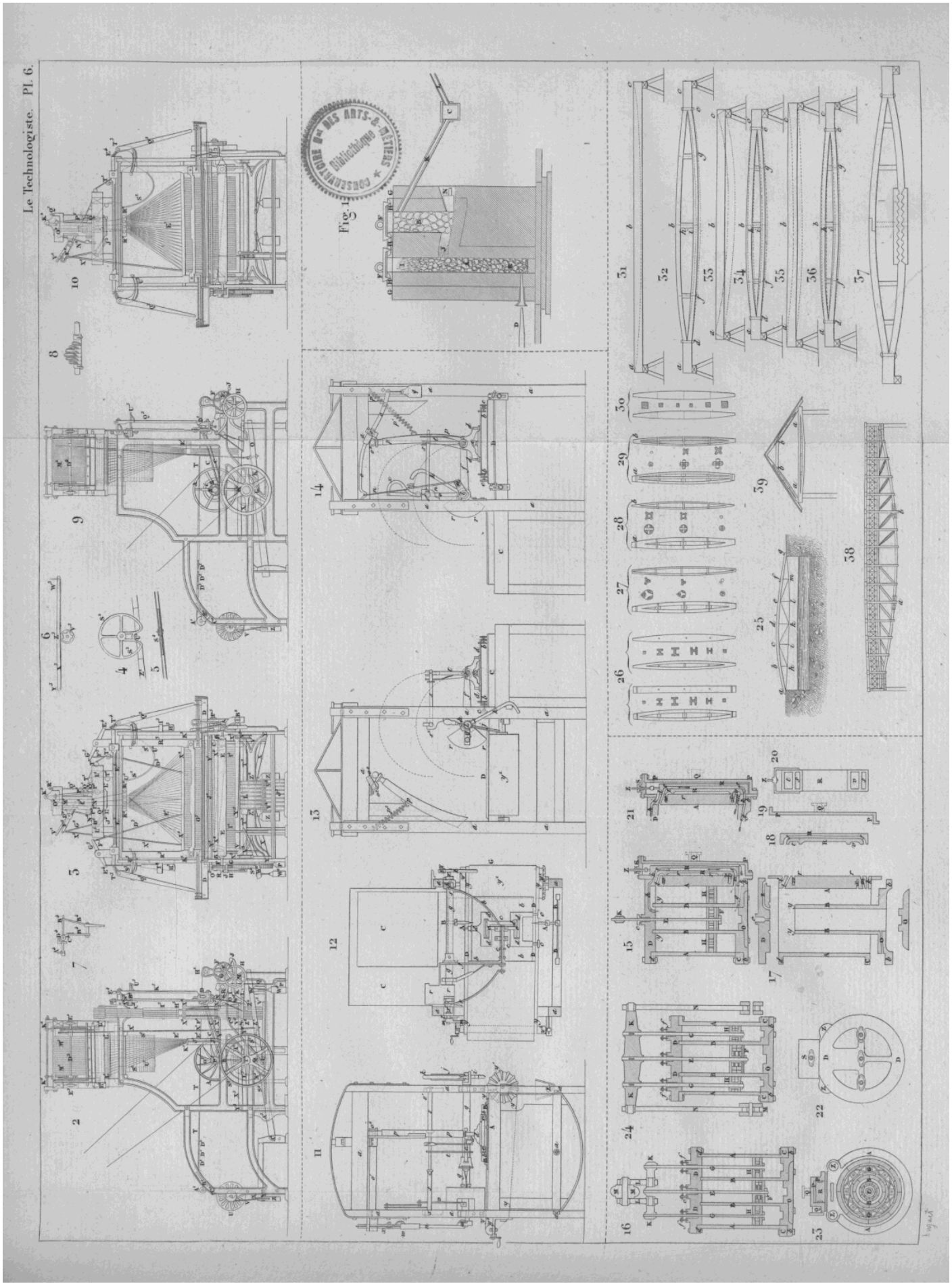
La brève analyse que nous venons de donner de l'ouvrage de M. Ch. Chevalier suffira néanmoins pour démontrer que le cadre en est très-bien rempli, qu'on y trouve tout ce qu'il est nécessaire de connaître dans l'état actuel de la science sur la micrographie, et même une foule de notions et de perfectionnements dont on chercherait encore vainement la description dans d'autres ouvrages ou recueils imprimés. C'est la première fois qu'on trouve rassemblées dans un même livre les importantes modifications que MM. Lebaillif, Fraunhofer, Amici, Brewster, Goring, et principalement l'auteur, ont apportées successivement à la construction du microscope pour le porter à l'état de perfection où il est aujourd'hui, et enfin qu'on rencontre des instructions aussi étendues pour faire un usage fructueux de ce bel instrument.

Avant de terminer cet article, nous éprouvons le besoin de consigner ici une observation que nous a suggérée la lecture attentive de l'ouvrage de M. Ch. Chevalier, et qui rentre particulièrement dans la nature toute spéciale de notre journal.

En lisant ce Manuel complet du micrographe et en nous rappelant les plus belles découvertes récentes faites à l'aide du microscope, ainsi que les travaux curieux entrepris à l'aide de cet instrument, nous avons vu avec regret que ces découvertes et ces travaux étaient dus seulement à des physiciens, à des chimistes, et surtout à des naturalistes; presque jamais on ne fait mention de ceux des manufacturiers, des fabricants, des technologistes, auxquels le précieux instrument paraît avoir été jusqu'ici complétement étranger. Cependant, il suffit d'un instant de réflexion pour se convaincre des immenses services que le microscope rendrait aux arts industriels si ceux qui les exercent voulaient seulement apprendre à s'en servir et à en faire des applications.

En effet, que de lumières ne pourrait-on pas en tirer lorsqu'il s'agirait de juger de la finesse d'une matière textile, de l'alliance de diverses matières dans les fils et les tissus, de la nature de diverses substances employées dans les arts chimiques par leur mode de cristallisation, par leur aspect propre sous des grossissements particuliers, de leur pureté, de leur sophistication, du degré de ténuité auquel on a porté des poudres, des substances de toutes espèces, etc. Voilà un champ bien vaste ouvert aujourd'hui à l'industrie, et dans lequel elle devrait, à notre avis, se jeter, parce qu'il lui promet les découvertes les plus brillantes, surtout si ceux qui se proposent de faire cette application veulent bien consulter l'excellent ouvrage de M. Ch. Chevalier, et suivre pas à pas les indications et les conseils qu'il donne pour faire des observations microscopiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Sur l'amalgamation américaine.

Par M. J. PRIDEAUX.

J'ai eu l'occasion, il y a quelques années, d'étudier les procédés de l'opération dite amalgamation américaine, et cet examen m'a suggéré quelques idées sur l'économie qu'on pourrait faire sur le mercure consommé dans cette opération. Si je n'ai pas publié plus tôt les expériences que j'ai faites, c'est que j'avais pensé qu'on avait probablement eu égard aux conseils que M. Dumas a donnés sur ce sujet dans le tome 4e de sa Chimie appliquée aux arts; mais comme il n'en est rien, à ce qu'il paraît du moins par les lettres que j'ai reçues des sociétés qui s'occupent de l'exploitation des mines d'argent, je hasarderai sur cette matière quelques observations que je crois utiles.

Le mercure se trouve consommé dans la marche du procédé américain en isolant l'argent de ses combinaisons; ce qui excède reste sous forme d'amalgame avec l'argent réduit. Cette consommation du mercure, quoique évaluée diversement, excède probablement 1,000 tonneaux par an en Amérique seulement. Une perte aussi considérable me paraît absolument inutile, puisque nous possédons d'autres métaux jouissant d'affinités électro-positives plus énergiques que le mercure et en même temps d'un prix bien moins élevé, susceptibles de s'amalgamer avec facilité et enfin se séparant aussi aisément de l'argent quand on les emploie en excès.

Ces qualités sont importantes, attendu que l'argent réduit en poudre fine et disséminé dans la *torta* ou tourte pourrait être enlevé par le lavage, tandis que, réduit par amalgamation et double décomposition, le mercure en fait adhérer les particules et que l'excès du métal réducteur doit en être séparé de manière à laisser l'argent à l'état de pureté.

Parmi ces métaux, le plomb est celui qui se rapproche le plus de l'argent, non-seulement dans ses gîtes naturels, mais encore par ses propriétés. Il s'amalgame très-facilement avec le mercure. Cet amalgame décompose aisément le chlorure d'argent par la voie humide et par double décomposition, en un chlorure de plomb et en un amalgame d'argent, et enfin on se débarrasse sans difficulté du résidu plombeux par la coupellation.

Il n'y a aucun autre métal, autant que je sache, qui soit plus propre à remplir le but proposé, et la même idée paraît s'être déjà présentée à M. Dumas, quoiqu'il ne paraisse pas avoir fait des expériences à ce sujet.

« On trouverait au contraire, dit cet habile chimiste, quelque avantage à étudier avec soin la méthode qui repose sur l'emploi d'un amalgame de plomb. Il est bien vraisemblable que si le mercure employé renfermait en plomb un poids égal à celui de l'argent qu'il faut extraire, le plomb agirait chimiquement sur le composé d'argent pour le mettre en liberté, et s'emparerait du chlore ou du soufre avec lequel il est combiné. Le mercure et l'argent, devenus libres l'un et l'autre, fourniraient l'amalgame d'argent que l'on cherche à produire. »

Cependant il est nécessaire, comme on sait, que l'amalgame puisse être distribué dans toute la masse de la tourte en globules déliés ou en particules comme l'est le mercure lui-même, en l'expri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mant à travers un tissu d'où il faut le tamiser sur les boues argentifères sous forme de rosée et avant de faire travailler celles-ci par les mules. Mais le plomb ne se dissout pas en assez grande quantité dans le mercure pour atteindre ce but et former un amalgame encore liquide, proportion qui devrait être dans le rapport de 1 à 6. Le bismuth, qui, ajouté en petite quantité, produirait cet effet, est beaucoup trop cher. L'étain, avec le plomb et le mercure en proportions convenables, formeront un amalgame assez chargé des deux métaux communs et suffisamment liquide à 95° pour passer à travers les tissus; mais cette combinaison réagit trop activement sur le magistral et ne procure pas une économie aussi grande de mercure qu'avec un amalgame de plomb seulement.

Le procédé le plus convenable, suivant mes expériences, a consisté dans l'emploi d'un amalgame solide de plomb, réduit en poudre fine et saupoudré avec un tamis avant l'aspersion du mercure.

Ces expériences ont été faites sur une très-petite échelle, sur du chlorure d'argent mélangé à des matières terreuses et autres ingrédients pour imiter une tourte. Afin de prévenir complétement la perte du mercure, on a fait usage d'un excès de plomb, et, dans une circonstance, on a recouvré la totalité de l'argent sans perte aucune de mercure. En général, plus on recouvrait d'argent et moindre était la perte du mercure.

Quoiqu'il ne soit pas bien certain que dans le *patio* on opère principalement sur du chlorure d'argent, cette conjecture étant uniquement fondée sur la théorie de la réaction qui doit s'opérer dans une masse de sulfate de cuivre, de chlorure de sodium et de sulfures d'argent et d'autres métaux, néanmoins, le mode auquel on a eu recours a l'avantage de faire connaître la quantité exacte d'argent présent, sans craindre les erreurs probables d'un essai, tandis que des expériences de laboratoire faites en petit sur le minerai lui-même ne sauraient être acceptées comme des preuves définitives du succès dans le *patio*, en supposant une pratique habile, il est vrai, mais guidée par une routine que la science n'éclaire pas.

Dans ces expériences en petit, on a employé trois parties de plomb pour l'extraction de deux parties d'argent. Le plomb a été d'abord fondu, puis on l'a mélangé à trois quarts de son poids de mercure, et l'amalgame a été réduit en poudre avant qu'il fût tout à fait froid, et au moment de sa moindre cohésion. Aussitôt après on l'a tamisé sur la tourte. La moitié du mercure fut alors aspergée à travers un tissu fin et parfaitement incorporée avec la boue; la proportion ainsi répandue avant l'incorporation, dépend de l'étendue relative de la surface. Les globules doivent s'attacher aux particules de l'amalgame pour donner de la cohésion à l'argent réduit, mais il faut éviter qu'ils se rapprochent et se réunissent entre eux si on veut obtenir leur distribution bien complète dans toute la masse de la tourte.

La marche de l'opération ne peut s'estimer d'après le degré de solidité de la *limadura* comme lorsqu'on emploie le mercure pur, attendu qu'il y a augmentation préalable dans cette solidité par suite de l'introduction du plomb. On prend donc une portion de cette limadura qu'on pèse et qu'on coupelle, soit dans la moufle d'un fourneau, soit au chalumeau, et le résidu d'argent indique précisément la marche de la réduction.

L'amalgame est beaucoup plus lent à agir que le mercure pur, de manière que la seconde moitié du mercure peut bien n'être ajoutée que quelques jours après la première. Dans tous les cas, je ne vois aucun désavantage qui puisse résulter de l'addition de la totalité du mercure dès la première fois, en ayant soin toutefois d'en bien incorporer la première portion avant d'ajouter la seconde, afin que les globules ne puissent se réunir entre eux. Lorsque la boue a été très-pauvre en argent, ce procédé a paru au contraire plus avantageux.

Quant à la quantité totale de mercure, il en faut en général six parties pour une d'argent; mais cette dose est sujette à certaines variations. Avec l'amalgame de plomb, une proportion égale de mercure donne les meilleurs resultats et n'occasionne plus, au moins en petit, la moindre perte.

Une addition de zinc rendant l'amalgame plus facile à pulvériser, même avec une plus forte proportion de mercure, faciliterait peut-être sa distribution plus complète dans la tourte; mais l'étain ayant paru agir trop rapidement sur le magistral, inconvénient qui devait se présenter encore à un plus haut degré avec le zinc, je ne l'ai pas soumis à l'épreuve de l'expérience.

Un magistral moins sensible, le sulfate de fer, essayé avec l'amalgame, n'a pas donné de meilleur résultat; au contraire. Il y a certainement encore de nombreuses recherches à faire sur l'action et les qualités du magistral, et je pense que c'est un sujet qui récompen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait avec libéralité les efforts des chimistes métallurgistes habiles.

Le seul inconvénient qui se soit présenté dans l'emploi de l'amalgame avec excès de plomb, a été la distillation du mercure. Cette opération ayant été faite *per descensum*, on a vu ressuer un amalgame fusible de plomb et d'argent, qui a coulé avec le mercure et présenté un déficit apparent dans le produit. Cet inconvénient n'a pas lieu par la distillation *per ascensum;* quand il se présente, il est certain que ce qu'on ne peut enlever ou faire passer, reste dans le mercure et vient en compensation du déficit qu'on éprouverait par la même cause dans le *patio* suivant. Cette portion n'est jamais perdue en réalité, mais la peine pour la séparer et la calculer élèverait la question de savoir quel est l'excès de plomb qu'il convient d'employer, ou s'il ne serait pas plus avantageux de sacrifier un peu de mercure pour obtenir séparément le produit de chaque tourte.

Expériences sur l'art de l'émailleur sur métaux.

Par MM. JORDAN père et fils, de Clausthal.

INTRODUCTION.

Les expériences dont il va être question ont exigé considérablement de peine et de travail, et n'ont pas constamment présenté des résultats satisfaisants. Néanmoins, nous avons pensé que l'exposé même de tentatives infructueuses ne serait pas sans intérêt et sans utilité pour les lecteurs.

Rien ne semble plus facile que de faire de l'émail, et cependant on rencontre, quand on entreprend des expériences, une foule de difficultés inattendues.

Tous les verres aisément fusibles peuvent, quand on y ajoute un oxide qui ne se fond qu'avec difficulté, être transformés en émail, ou au moins en matières fondues vitreuses qui ressemblent à de l'émail; mais composer un émail propre à un but ou un emploi donné, est une chose qui présente des difficultés, et exige de la patience et du travail.

Il est clair, d'abord, qu'il faut choisir l'oxide peu fusible ou oxide émailleur, d'après la nature du verre fusible et celle de l'assiette. L'oxide d'étain a, sous ce rapport, obtenu la préférence parmi tous les corps emailleurs, attendu qu'il ne se dissout qu'avec beaucoup de difficulté dans la masse du verre. Néanmoins, avec les verres riches en soude et à une haute température, ou par une fusion longtemps prolongée, cet oxide ne résiste pas non plus aux propriétés fondantes que possède le verre, et même dès que la soude est en suffisante quantité, on le voit promptement disparaître, et donner un verre complétement transparent; c'est par ces motifs qu'il convient de ne mélanger l'oxide d'étain qu'après la formation complète de la matière vitreuse qui sert de base.

Les difficultés qui accompagnent constamment un travail en petit sont beaucoup plus grandes que si on travaillait en grand, quand ce ne serait que les inégalités de température qui se présentent à chaque instant quand on agit sur des masses d'un petit volume; dès lors, on paraît autorisé à croire que, quand on parvient à réussir dans le travail en petit, les résultats doivent être beaucoup plus satisfaisants dans des travaux entrepris sur une plus grande échelle.

Les expériences de fusion dont nous allons donner communication, ont toutes été faites dans un fourneau à vent, dont la température pouvait être élevée jusqu'au rouge blanc le plus intense. La première série de ces expériences sur les émaux terreux, ou terro-alcalins, ont toutes eu lieu au rouge blanc; chaque opération de fusion a duré, y compris le temps pour l'élévation de la température et celui du refroidissement, environ trois heures. Sur cette période de temps, il ne faut compter que deux heures de chaleur blanche. D'après cela, on voit que la température nécessaire pour la formation des verres terreux fondus, s'oppose à ce que des composés de cette nature puissent être employés à recouvrir des métaux. C'est en effet ce que l'expérience a démontré, toutefois ces essais trouveront sans doute quelques applications utiles dans l'art de traiter en grand les métaux.

Les verres alcalo-terreux, de même que ceux alcalo-terreux plombifères qu'on travaille en émail, n'exigent pas pour leur formation la moitié du temps que réclament les verres terreux, et jamais au delà de la chaleur blanche naissante. En grand, on fond l'assiette, ainsi que la base des émaux, dans un fourneau cerclé et brasqué, et par masses de 10 à 15 kilog. à la fois. On ajoute la substance émaillante un peu avant de couler la masse; on mélange aussi complétement que possible par l'agitation, et on projette dans l'eau au sortir du fourneau. Avec les assiettes peu fusibles, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut démolir le devant du fourneau afin de pouvoir en extraire la fritte.

Les expériences en petit pour émailler sur des pièces en fonte de fer, ont toutes été faites dans la moufle d'un grand fourneau d'essai.

On a constaté ainsi qu'il suit la quantité de matières non volatiles que contenaient les matériaux employés.

Alumine hydratée. — La quantité d'eau contenue dans cette substance s'élevait, d'après des expériences directes, à 34 pour °/₀.

Argile d'Elbingerode. — Cette argile, analysée dans son plus grand état de pureté, et telle qu'on la retire des puits ou des carrières, consiste en 56 pour °/₀ de silice et 42,4 d'alumine hydratée; elle renferme en outre une petite quantité de potasse et de soude, et est çà et là mélangée à des grains fins d'oxide de fer hydraté, qui résultent sans doute de la décomposition du sulfure de fer. On peut par le lavage la débarrasser de ces grains. On n'y rencontre que des traces de chaux; dans différents points, cette argile est aussi colorée en noir par du carbone; elle alterne avec des lits de sable quartzeux pur et de quartz en grains. Il est très-présumable que cette substance minérale provient des granits du voisinage, et qu'elle repose dans la carrière sur une formation schisteuse. Des morceaux légèrement séchés de cette argile décrépitent et se rompent en petits fragments, si on les porte tout à coup à une haute température. Cette propriété, qui est commune à plusieurs argiles, s'est opposée à ce que les artistes peu habiles aient essayé d'en faire usage.

Chaux hydratée. — On y a reconnu 75 d'oxide et de calcium et 25 d'eau.

Carbonate basique de soude. — On l'a toujours calciné jusqu'à la fusion avant d'en faire usage; dans cet état, on le considère comme anhydre; on l'a trouvé composé de 58,757 de soude et 41,243 pour °/₀ d'acide carbonique.

Borax. — On l'a toujours employé après l'avoir fondu, et de cet état considéré comme anhydre.

Chlorure de plomb. — On a admis que 100 parties de ce corps renfermaient 86.44 d'oxide de plomb.

Oxide d'étain. — On l'a toujours calciné vivement avant d'en faire usage.

1. *De l'émail en général et considérations sur quelques conditions relatives à sa formation.*

Tout le monde sait que l'émail consiste en une base vitreuse, rendue opaque par un oxide qu'on peut appeler émailleur, et de plus que l'opacité est produite par le simple mélange de l'oxide émailleur avec la base vitrifiée. Cette opacité, ou faculté de s'opposer à la transmission des rayons lumineux que possède alors le verre, est une propriété caractéristique de l'émail, qui, dans cet état, devient propre à recouvrir différents corps dont il importe de ne pas apercevoir ni la nature ni la couleur. On émaille soit des poteries, soit des objets en métal, en les enduisant à leur surface d'émail en poudre, qu'on y fixe en une couche mince et continue, au moyen de la chaleur. Les émaux s'unissent chimiquement avec la matière des poteries, tandis qu'avec les métaux, il n'y a qu'une union mécanique. C'est de cette circonstance, ainsi que de la différence des températures auxquelles on fixe ces émaux, que dépend la différence de leur composition.

Les verres purs, translucides, ayant beaucoup d'éclat et de poli, aisément fusibles, ou bien qui sont composés de matériaux qui fondent facilement, et qui, après la fusion, restent translucides et brillants, se nomment des vernis ou couvertes. Si on donne de l'opacité à ces vernis ou couvertes par un corps réduit en poudre très-fine, et plus difficilement fusible, jusqu'à ce que le fond sur lequel ils sont étendus ne s'aperçoive plus à travers; alors on a formé un émail.

Les émaux, considérés en général, sont plus ou moins blancs, mais de plus on peut leur donner une infinité de couleurs.

L'émail blanc des poteries est connu depuis bien longtemps; pour produire cet émail, on profite de la propriété que possède l'oxide de plomb, combiné avec une certaine quantité de silice et de potasse, de former un verre translucide, dense et incolore, qu'on transforme ensuite en émail, au moyen de l'oxide d'étain qui est peu fusible. Cet émail est pulvérisé très-fin, et porté sur les pièces en terre à l'état de bouillie, en le délayant dans l'eau, et fixé par le secours de la chaleur.

On a cherché à perfectionner ce procédé; d'abord, pour les poteries d'un beau blanc, en diminuant la dose d'oxide de plomb, et, enfin, en la supprimant entièrement, parce qu'on s'est aperçu que ce corps, lorsqu'on l'employait en quantité trop considérable, nuisait beaucoup, par sa décomposition, à la beauté et à l'éclat des produits.

Pour le remplacer, on a eu recours aux alcalis, et on s'est aperçu que ces fondants,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quoique combinés en trop grande quantité, n'avaient pas d'effet sensiblement nuisible, attendu que cet excès trouvait dans l'objet à émailler une matière avec laquelle il pouvait s'unir sans danger. D'un autre côté, on a vu qu'il n'y avait non plus rien à redouter d'une dose trop faible de fondant alcalin, puisqu'on pouvait y suppléer aisément par une élévation de température, ou un séjour plus prolongé dans les fourneaux des objets à émailler. Toutefois, des expériences maintes fois répétées, ont démontré que les produits émaillés de la sorte ne possédaient pas le bel aspect gras de la couverte à l'oxide de plomb, et que cet émail était en définitive plus dispendieux que cette dernière. On en revint donc à l'oxide de plomb, qu'on a cherché à combiner avec d'autres substances, dans des rapports tels que les objets présentassent toutes les propriétés et les avantages des vernis plombifères, sans en avoir les défauts.

L'art d'émailler les métaux présentait des difficultés beaucoup plus graves. Avec les métaux qui n'ont qu'une faible affinité pour l'oxigène, l'émail, dont on veut les recouvrir, ne doit pas exiger pour sa fusion une température égale à celle où le métal entrerait lui-même en fusion. Avec les métaux qui ont, au contraire, une puissante affinité pour l'oxigène, il faut que l'émail coule à leur surface et la recouvre avant que celle-ci puisse s'oxider; autrement, l'émail se détacherait aisément du métal. Un corps oxidé, ne contractant pas facilement d'union avec un autre qui ne l'est pas, les deux matières ne sauraient adhérer l'une à l'autre par le mélange. Il était donc indispensable de provoquer l'adhérence de la portion oxidée avec celle qui ne l'est pas en donnant à cette dernière une surface inégale et raboteuse.

Les émaux, pour les métaux, doivent en outre présenter cela de particulier que lorsqu'on les broye avec de l'eau, ils ne se laissent pas enlever par celle-ci une portion de leurs parties constituantes. De plus, que leur poudre fine ne puisse pas, par le broyage, se transformer en un hydrate, qui se décompose ensuite au feu et donne des bulles ou bouillons qui s'opposent à l'adhérence de l'email sur le métal, surtout sur le fer qui, dans ce cas, se recouvre d'oxide.

Sur les émaux, vernis ou couvertes qui manquent d'homogénéité et de densité, et sur lesquels on applique, après la fusion, quelques couleurs qu'on y laisse sécher, il devient impossible d'enlever celles-ci complétement avec l'eau et sans laisser de tache à la surface.

II. *De l'état de la surface des métaux communs qu'on veut émailler, et des conditions nécessaires pour faire adhérer l'émail.*

L'expérience a demontré que l'émail ne peut adhérer que sur une surface métallique bien exempte d'oxide, de carbone, ou de corps renfermant du carbone. L'état brut ou raboteux de la surface du métal favorise beaucoup l'adhérence mécanique de l'émail au métal. Ces faits ont été contestés et on a soutenu qu'une surface oxidée était une condition nécessaire; on a cru qu'une surface métallique couverte d'oxide se trouvait alors dans les mêmes conditions que celles des matières céramiques ou poteries, ce qui est évidemment contraire à la nature des matières en question. Cependant, il est possible qu'une oxidation extrêmement faible sur la surface métallique qu'on se propose de recouvrir d'email, favorise l'affinité des matières qui doivent être mises en contact.

Afin d'obtenir le résultat exigé, on plonge ordinairement le fer dans de l'acide sulfurique étendu; il vaudrait mieux faire usage de l'acide chlorhydrique, attendu qu'il forme avec le fer des combinaisons plus solubles et plus difficiles à décomposer que l'acide sulfurique. Par cette immersion le fer est débarrassé à la surface de l'oxide qui s'y était formé, ainsi que de quelques autres matières qui proviennent de la fonte, et en même temps cette surface acquiert un toucher rude et inégal. Dans cette opération, le carbone combiné à la fonte se trouve mis à nu et déposé sur le fer, d'où il faut l'enlever, ce qui n'est possible qu'en frottant vivement la surface décapée dans les points où elle doit recevoir la couverte d'émail. Après ce travail, les objets en fer sont lavés dans l'eau pure, séchés promptement et complétement, afin de les mettre à l'abri d'une nouvelle oxidation.

De même qu'une surface métallique qui présenterait des taches d'oxide en quantité sensible, serait sujette à faire exfolier l'émail; de même le carbone qui adhérerait à cette surface déterminerait la formation des bulles et des bouillons dans l'émail, attendu qu'à une haute température, l'oxigène de l'air qui se trouve alors présent donnerait lieu à la tranformation du graphite en gaz oxide de carbone ou en acide carbonique.

Une condition indispensable au succès, c'est que les matériaux dont l'émail se compose aient été préalablement transformés en une fritte homogène par la fusion, afin que, lorsqu'on en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charge la surface du métal, il ne se produise pas, lors de la fusion et de l'union des matières, les inconvénients provenant d'une surface oxidée ou souillée par du graphite ou du carbone, et que nous venons de signaler.

Enfin, plus l'émail est fusible et moins l'objet à émailler se trouve exposé de temps au danger de l'oxidation. Dans le cas contraire, on court le risque de manquer les pièces et d'avoir beaucoup de rebuts. Cette fusibilité désirable ne peut être donnée à l'émail que par la combinaison dans des proportions convenables de terres avec des fondants alcalins ou bien des oxides de plomb ou de bismuth.

III. *Émaux terro-alcalins.*

Il faut, dans la fabrication d'un émail, faire choix, autant que possible, de matières qu'on puisse obtenir en abondance et à bas prix. Par conséquent, il faut d'abord avoir recours aux compositions où entrent les verres blancs, le quartz, les os calcinés au blanc, l'argile, la craie, le gypse, le spath pesant, le sel marin et le carbonate de potasse associés à l'oxide d'étain. Ces corps sont mélangés dans des proportions qui varient, introduits dans un bon fourneau à vent et amenés, par une chaleur blanche soutenue pendant deux heures, à un état d'union intime. C'est ainsi qu'on a fabriqué un certain nombre d'émaux bien fondus et de bonne qualité, à en juger du moins par leur aspect extérieur, et qui possédaient une densité convenable et n'étaient que peu ou point bulleux. Tous présentaient cependant le défaut d'être trop peu fusibles pour émailler les métaux aisément oxidables, tels que la fonte. On n'a trouvé qu'un petit nombre d'entre eux qu'on pût amener dans la moufle d'un fourneau d'essai fortement chauffé à se fritter en cinq minutes. Appliqués sur les poteries ils ont fourni des résultats satisfaisants, non-seulement parce qu'ils couvraient bien, mais ils ont aussi donné un vernis dur, d'un grand éclat et insoluble.

On est donc disposé à croire que les émaux terro-alcalins ne sont pas applicables sur le fer; la facile oxidation de ce métal et la haute température dont on a besoin se sont opposées aux tentatives qu'on a faites à cet égard. On ne peut même parvenir à les appliquer sur l'or et l'argent, puisque les émaux terro-alcalins, même les mieux composés et combinés, exigent encore une température qui s'élève au delà du 28e degré du pyromètre de Wedgewood avant de se fritter convenablement, température qui dépasse le point de fusion de ces métaux.

IV. *Résultats généraux relativement aux matières employées.*

Verre blanc commun. — Ce corps peut remplacer parfaitement bien et avec économie la silice associée à un peu de chaux, une petite quantité d'alumine et des doses déterminées d'alcalis.

Quartz, ou sable quartzeux pur. — On peut s'en procurer aisément de bonne qualité et en abondance, et dans un très-grand état de pureté, seulement il convient de les débarrasser, par un moyen bien connu, des moindres traces d'oxide colorant qu'ils pourraient renfermer.

Os calcinés au rouge-blanc. — Il ne faut les faire entrer dans la composition des émaux qu'avec quelque précaution. Ils produisent, il est vrai, un émail éclatant, insoluble, mais qui ne se parfond qu'avec lenteur et difficulté. Les os, dans la fabrication des émaux, sont décomposés par les alcalis employés; dans ce cas on peut s'en servir et les considérer, par suite de la régénération de la chaux et de la formation d'un phosphate alcalin, comme de véritables fondants.

Alumine et chaux hydratées. — Ces deux substances se combinent fort bien avec la silice. Les silicates alumino-calcaires appartiennent à la classe des verres terreux fusibles. Si à ces matières se trouvent réunies en même temps de la silice et de l'oxide de plomb, alors ce dernier se combine chimiquement avant tout avec la silice, puis avec l'alumine, et enfin, plus imparfaitement avec la chaux. La potasse et la chaux ne se combinent pas.

Gypse et spath pesant ou sulfate de baryte. — Ces substances doivent être rejetées dans toute espèce de composition d'émaux. Si on y ajoute de la potasse ou de la soude, elles sont, surtout lorsqu'il y a présence de la silice, décomposées par ces fondants; il se forme des sulfates alcalins qui viennent flotter et se séparer à la surface de l'émail, et enlèvent par conséquent à celui-ci toute la quantité de ces fondants nécessaire pour la saturation de leur acide sulfurique, et le rendent par conséquent beaucoup moins fusible. D'un autre côté, comme la potasse et l'oxide de barium ne sont pas susceptibles de s'unir, il se forme alors une masse composée de potasse libre et de sulfate de potasse avec des oxides de calcium et de barium. Enfin, si par l'absence de flux alcalins elles ne sont pas décompo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sées, elles forment avec les matières indiquées une combinaison difficilement fusible, d'un vert sale ou d'un rouge vineux ayant çà et là un aspect cristallin qui, réduite en poudre et arrosée avec un acide, dégage une odeur de gaz sulfhydrique.

Sel commun. — Ce sel est d'un emploi avantageux à cause de son prix peu élevé, toutes les fois qu'on met en contact des corps qui le décomposent au feu, tels, par exemple, que la chaux hydratée et l'oxide de plomb. Dans le cas contraire, le sel non décomposé est repoussé du composé, et il se forme aussitôt un mélange de saveur salée qui attire l'humidité de l'air et tombe en déliquescence. Les composés de chlore, au reste, ne peuvent se séparer ainsi que là où il y a présence de l'humidité ou de l'eau, et où celle-ci peut être décomposée.

Carbonate de potasse. — Ce fondant ne doit être employé dans les émaux sans flux plombeux, qu'en quantité nécessaire pour constituer avec les terres un verre fusible. Il doit être, relativement à la silice, à peu près dans la proportion de 2 à 3. Dans le cas contraire, on produit un corps décomposable plus ou moins rapidement par l'atmosphère.

Magnésie.—Le carbonate de magnésie n'a paru, dans aucun des essais sur les émaux terro-alcalins, un ingrédient utile; et dans toutes les autres compositions d'émail il n'a présenté aucun avantage, même après que la magnésie eût été rendue caustique.

Oxide d'étain.— C'est le corps émailleur par excellence, mais il est d'un prix élevé. On en détermine la quantité d'après la fusion facile et la translucidité des verres qu'on se propose de transformer en emaux. En se fondant sur les expériences qui vont suivre, on croit pouvoir établir que dans la composition des émaux, 8 à 15 p. 0/0 d'oxide d'étain doivent toujours être suffisants.

Néanmoins il n'y a pas d'émaux, surtout ceux sans flux plombeux, et, par conséquent, ceux où l'on doit emprunter ses fondants aux alcalis, et en particulier à la soude et à la potasse, où une si faible quantité d'oxide d'étain suffise lorsqu'on fait fondre immédiatement l'oxide, ainsi que cela se pratique communément avec les autres ingrédients; dans ce cas, il faut employer depuis 20 jusqu'à 30 p. °/o d'oxide d'étain, surtout lorsqu'on travaille la masse à une haute température, et qu'on la tient longtemps dans le feu. La théorie nous apprend que l'oxide d'étain, soumis pendant longtemps à une température élevée, donne un verre translucide; ce qu'il est facile, du reste, de constater au feu du chalumeau. Toutes les fois qu'on ne mélange dans ce cas que 8 à 10 p. °/o d'oxide d'étain avec les autres ingrédients de l'émail, on obtient constamment un verre transparent.

Dans le travail des émaux, il n'y a donc que la portion de l'oxide d'étain qui, dans la fusion du verre, ne se trouve pas dissoute par les alcalis, qui jouisse de la propriété de rendre le verre opaque; ce qui indique qu'il faut former d'abord le verre d'émail par une fusion parfaite des matières qu'on y fait entrer, puis ajouter l'oxide d'étain lorsque la pâte se trouve à une température un peu moins élevée; alors on agite la masse, on laisse encore quelques minutes au feu, et on coule.

Les propriétés émaillantes de l'oxide d'étain ne sont réellement énergiques que lorsqu'il est parfaitement bien préparé.

V. *Émaux terro-alcalins de couleur blanche.*

Proportion en centièmes des ingrédients bruts employés.		Composition en centièmes après l'élimination au feu des matières volatiles.	
N° 1.			
Verre blanc.	63,157	Verre blanc.	64,993
Os calcinés au blanc.	21,052	Os calcinés au blanc.	21,664
Salpêtre.	5,263	Potasse.	2,520
Oxide d'étain.	10,517	Oxide d'étain.	11,028
	99,989		100,205

Cet émail était blanc de lait, bulleux et translucide sur les bords et en esquilles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N° 2.

Verre blanc.	47,682	Verre blanc.	50,814
Os calcinés au blanc.	7,947	Os calcinés au blanc.	8,469
Argile dEl- bingerode. { Alumine hydratée.	1,684	Argile.	1,185
{ Silice.	2,224	Silice.	10,849
Silice.	7,947	Chaux.	2,397
Craie.	3,973	Potasse.	8,660
Carbonate de chaux.	11,920	Eschel.	0,705
Eschel (sable bleu).	0,662	Oxide d'étain.	16,938
Oxide d'étain.	15,894		
	99,933		100,017

Émail blanc bleuâtre, conchoïde, vitreux, avec de petites bulles solitaires. Cette masse d'émail a été portée sur l'assiette n° 27. Dans les trois premières minutes, elle s'est montrée peu fusible; mais en soutenant le feu, l'émail a fondu avec l'assiette en une masse blanc grisâtre, ondulée, qui, après le refroidissement, s'est exfoliée de dessus le fer et était translucide.

N° 3.

Silice.	32,653	Silice.	37,061
Carbonate de potasse.	24,489	Potasse.	18,834
Os calcinés.	10,204	Os calcinés.	11,511
Craie.	8,163	Chaux.	5,192
Oxide d'étain.	24,489	Oxide d'étain.	27,625
	99,998		100,223

Masse conchoïde, brillante, translucide, bulleuse. L'émail s'est bien fritté sur l'assiette; mais il était devenu grisâtre, et s'écaillait sur le métal.

N° 4.

Silice.	42,900	Silice.	46,956
Carbonate de soude calciné. . . .	18,591	Soude.	11,955
Carbonate de potasse.	12,768	Potasse.	9,308
Sel marin calciné.	1,225	Sel marin.	1,340
Chaux hydratée.	12,257	Chaux.	10,062
Oxide d'étain.	18,416	Oxide d'étain.	20,157
	106,157		99,778

Semblable au n° 3.

N° 5.

Verre blanc.	52,173	Verre blanc.	56,417
Os calcinés.	17,391	Os calcinés.	18,807
Salpêtre.	4,347	Potasse.	2,187
Carbonate de soude calciné. . . .	17,391	Soude.	13,176
Oxide d'étain.	8,695	Oxide d'étain.	9,403
	99,997		99,990

Vitreux, dense, conchoïde, à peine translucide sur les bords minces. On le détachait facilement avec l'ongle de l'assiette n° 28. Avec l'assiette n° 29, il a bien contracté de l'adhérence, mais la masse était devenue grisâtre, et se détachait aisément du fer.

N° 6.

Silice.	36,300	Silice.	43,604
Carbonate de soude calciné. . . .	25,929	Soude.	18,295
Carbonate de potasse.	10,803	Potasse.	8,844
Sel marin calciné.	1,037	Sel marin.	1,245
Chaux hydratée.	10,371	Chaux.	9,339
Oxide d'étain.	15,557	Oxide d'étain.	18,682
	99,997		100,009

Blanc de lait, extrêmement bulleux. S'est comporté comme le n° 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N° 7.

Verre blanc.		40,677
Os calcinés.		6,779
Argile d'Elbingerode	Alumine.	1,436
	Silice.	1,897
Silice		6,779
Craie.		3,389
Carbonate de potasse.		10,169
Eschel.		0,564
Carbonate de soude calciné.		20,338
Oxide d'étain.		13,559
		105,587

Verre blanc.	44,206
Os calcinés.	7,368
Alumine.	1,030
Silice.	9,430
Chaux.	2,077
Potasse.	7,536
Eschel.	0,613
Soude.	12,988
Oxide d'étain.	14,738
	99,986

Blanc dense homogène, vitreux, conchoïde, faiblement translucide sur les bords.

Cette composition s'est frittée au bout de cinq minutes sur l'assiette n° 29. Après le refroidissement, elle s'est laissé détacher du fer en entraînant avec elle l'assiette. Avec l'assiette n° 28, la masse est devenue grisâtre, et après cinq minutes de feu s'est faiblement frittée. L'émail se détachait du fond avec l'ongle.

Les émaux fabriqués avec les ingrédients indiqués possédant une trop grande infusibilité, on a été obligé d'avoir recours à d'autres matériaux qui sont, il est vrai, plus chers, mais qui donnent de meilleurs résultats.

VI. *Émaux alcalo-terreux.*

Les terres dont il a été fait usage ont été seulement la silice, l'alumine ou la chaux; la dernière en partie à l'état de phosphate ou d'os pulvérisés finement et calcinés au blanc.

L'expérience a démontré que ces ingrédients combinés dans un grand nombre de proportions entre eux, peuvent se vitrifier. Si on y ajoute du carbonate de soude ou du borax, ou ces deux corps à la fois, en proportions telles qu'on obtienne un verre aisément fusible, alors il faut avoir soin de composer celui-ci de telle manière qu'une ébullition prolongée dans l'eau, et les acides faibles dont on fait usage dans l'économie domestique, ne puissent l'attaquer. Ces sortes de verres fusibles ne peuvent guère contracter une odeur d'hydrogène sulfuré, et il n'est pas possible de les colorer ou d'en détruire l'éclat par certains aliments, tels que les choux, la choucroute, etc.

Il n'existe encore qu'un petit nombre d'expériences sur les proportions qui peuvent entrer dans ces compositions. Mes essais semblent démontrer que les terres indiquées sont susceptibles de recevoir pour leur vitrification un poids égal au leur, et même davantage, du flux alcalin, consistant à peu près par moitié en soude et borax, sans constituer une base d'émail soluble dans l'eau ou dans les acides faibles. Au reste, on pourra juger des proportions quantitatives desdites terres entre elles et les alcalis, d'après les exemples qui vont suivre. Il sera facile, d'après cela, de modifier ces compositions suivant l'objet qu'on aura principalement en vue.

On n'a ajouté également l'oxide d'étain à ces émaux qu'après leur vitrification complète. On y a combiné aussi avec avantage de 12 à 16 p. 0/0 de salpêtre, afin d'oxider au plus haut degré les matières colorées, qui, comme l'oxidule de fer et le charbon, se trouvent communément mélangées aux matériaux qui servent à composer l'émail et de leur enlever ainsi leurs propriétés colorantes. La potasse que le salpêtre, après sa décomposition, laisse dans le mélange, doit être toujours considérée comme fondant. On obtient aussi le même résultat par une addition de peroxide de manganèse et d'arsenic; mais le peroxide de manganèse colore les émaux à un degré assez considérable, même lorsqu'il y entre en faible proportion, ainsi que le n° 9 en présente un exemple; quant à l'arsenic, il faut le rejeter toutes les fois que les émaux sont destinés à être en contact avec des matières alimentaires. On a préparé de cette manière différents émaux qui avaient une belle couleur blanche, et qui ne présentaient qu'une faible translucidité sur les bords. Ces émaux fondaient aisément à la flamme d'une lampe à huile, et possédaient après le refroidissement un éclat remarquable et du brillant; ils résistaient enfin à tous les agents qui peuvent attaquer les émaux dans les divers emplois économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemples divers d'émaux alcalo-terreux.

Proportions en centièmes des ingrédients bruts employés.			Composition en centièmes après l'élimination au feu des matières volatiles.	
N° 8.				
Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée	3,681	Alumine.	3,152
	Silice.	4,869	Silice.	25,124
Silice.		14,492	Chaux.	5,642
Chaux hydratée.		5,797	Soude.	22,649
Carbonate de soude calciné.		29,710	Borax.	22,567
Borax fondu.		17,391	Potasse.	3,938
Salpêtre.		6,521	Oxide d'étain.	16,925
Oxide d'étain.		13,043		99,997
		95,504		

Émail homogène, dense, conchoïde, d'une belle couleur blanche, aisément fusible à la flamme de la lampe à huile.

Cette composition ne saurait être employée pour émailler le fer, car elle se boursoufle constamment sur ce métal à une haute température. Les gaz qui s'échappent des bulles lorsqu'elles viennent à crever, brûlent avec une flamme bleue. Quand le boursouflement a cessé, la masse s'étend en nappe brillante sur le métal, mais elle n'y adhère pas, attendu que le fer, par le boursouflement de sa couverte vitrifiée, s'est notablement oxidé.

Il faut supposer que la couverte vitreuse, par son broyage à l'eau pour la porter en couche mince sur le fer, retient un peu d'eau ou un peu d'acide carbonique que le fer décompose par la chaleur.

N° 9.				
Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée	3,533	Alumine.	2,919
	Silice.	4,689	Silice.	23,461
Silice.		14,097	Chaux.	5,224
Chaux hydratée.		5,580	Soude.	21,217
Carbonate de soude calciné.		28,928	Borax.	21,079
Borax fondu.		16,887	Potasse.	5,119
Salpêtre.		8,810	Oxide de manganèse.	0,091
Peroxide de manganèse.		0,073	Os calcinés.	6,965
Os calcinés.		5,580	Oxide d'étain.	13,935
Oxide d'étain.		11,160		100,010
		99,337		

Émail d'un très-bel aspect et aisément fusible à la flamme d'une lampe.

Cette composition ne présente pas les phénomènes d'oxidation du fer observés avec le n° 8; elle forme une couverte uniforme, brillante et d'une application facile dans la pratique. Comme dans cet émail on voit, à peu de chose près, entrer les mêmes ingrédients que dans le précédent, on sera peut-être disposé à croire que la proportion un peu moindre des alcalis et l'addition des os calcinés ont donné lieu à ce changement. La décomposition de ces os a donné naissance à un phosphate de soude. Au moment de la fusion de la matière il s'est dégagé des gaz en assez grande abondance, puis celle-ci a bientôt coulé en une masse fluide et tranquille. Par le broyage à l'eau de cette couverte, elle s'est séparée sous nos yeux en deux substances plus ou moins différentes l'une de l'autre; et après la dessiccation de la matière broyée, celles-ci formaient dans le mortier deux couches distinctes qui se recouvraient l'une l'autre. La couche inférieure avait toutes les propriétés du verre pilé; la supérieure était grise, ferme, à saveur caustique et réaction alcaline très-forte. Un examen plus approfondi a démontré que dans celle-ci se trouvait une quantité notable de phosphate de soude. On doit en conclure que ce sel ne contracte pas de combinaison avec la silice. Ce phénomène démontre clairement le rôle que jouent les os calcinés dans cette composition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N° 10.

Alumine hydratée.	10,049	Alumine.	9,553
Chaux hydratée.	7,375	Chaux.	7,553
Silice.	14,705	Silice.	20,074
Carbonate de soude sec.	33,333	Soude.	26,735
Borax fondu.	16,911	Borax.	23,085
Salpêtre.	11,764	Potasse.	7,475
Oxide d'étain.	4,411	Oxide d'étain.	6,021
	98,548		100,496

Émail blanc de lait, homogène, conchoïde, et facilement fusible à la flamme de la lampe à l'huile. Il donne après la cuisson sur des tessons de verre, un verre translucide.

(*La suite au prochain numéro.*)

Appareil pour le blanchiment et le rinçage des tissus ou des fils de lin, de chanvre ou de coton.

Par M. L. W. Wright, ingénieur civil.

Depuis quelque temps on fait usage à Stockport près Manchester et dans d'autres districts manufacturiers, pour le blanchiment des tissus ou des fils de lin, de chanvre ou de coton, d'un appareil perfectionné de l'invention de M. L.-W. Wright, et qui paraît procurer à la fois une économie considérable et des résultats très-satisfaisants.

Les perfectionnements apportés dans ce nouvel appareil de blanchiment consistent :

1° Dans la construction particulière d'une cuve imperméable à l'air et à la vapeur et dans laquelle on dispose et comprime les matières, soit tissus ou fils, qu'il s'agit de soumettre à l'opération du blanchiment.

2° Dans un mode de passer les solutions alcalines à travers ces tissus ou ces fils, par l'entremise de la vapeur à haute pression, qui a pour effet d'ouvrir les fibres des matières soumises à l'opération.

3° En un mode de rinçage pour enlever l'alcali ou autres agents chimiques employés dans l'opération du blanchiment au moyen de la vapeur à haute pression.

4° Dans la manière de faire traverser le chlorure de chaux et l'eau aiguisée d'acide sulfurique à travers les matières dans la cuve à blanchiment par une pression hydraulique ou pneumatique.

5° Enfin, dans un mode de laver ou rincer pour enlever les agents chimiques qui peuvent encore adhérer aux matières après que l'opération du blanchiment est terminée.

Tous les détails de cet appareil sont représentés dans les figures 1, 2, 3 et 4 de la pl. VII, ainsi qu'il va être expliqué.

Fig. 1, Appareil complet vu en élévation par-devant avec les tubes employés pour l'introduction et l'évacuation des liquides dans les différents vaisseaux. Seulement on n'a point représenté ces tubes dans toute leur longueur, afin de diminuer l'espace qu'occuperait la figure, mais la longueur des tubes supprimés peut être d'environ 6 mètres.

Fig. 2, Élévation latérale du même appareil dans laquelle on voit plus distinctement la position et la forme de ces tubes.

Fig. 3, Plan du même appareil.

Fig. 4, Coupe en élévation de l'appareil complet opérée par le milieu du vase où les tissus comprimés sont soumis au blanchiment et au rinçage, ainsi que du réservoir qui contient la solution alcaline, et enfin par les différents tubes de communication des vaisseaux entre eux.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

La cuve à blanchiment a,a est de forme rectangulaire et en fonte ; elle se rétrécit vers le fond par le rapprochement de ses parois, ainsi qu'on peut l'observer dans les figures. Ce vase est doublé avec des planches ou dalles de schiste ardoisier, de pierre ou autre matière propre à résister à l'action des agents chimiques qui doivent le traverser. On croit que les dalles en ardoise sont ce qu'il y a de mieux. Cette cuve est recouverte d'un couvercle composé des mêmes matériaux qu'on y ajuste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parfaitement, et qu'on rend imperméable à l'air et à la vapeur, en le serrant au moyen de boulons à bascule et d'écrous.

Un faux-fond *b* en ardoise ou autre matière, et portant des nervures à sa face inférieure, s'ajuste à la partie inférieure de cette cuve et est perforé d'un grand nombre de petits trous pour permettre aux liquides de s'écouler par le tube *c* qui est placé au-dessous.

Les matières qu'il s'agit de blanchir, en lin, chanvre ou coton écrus, sont rangées dans la cuve *a,a* dans l'espace marqué *d*, ou partie rétrécie où elles reposent sur le faux-fond; dans cet état on les serre et les comprime avec un grillage *e,e* fait de larges tringles ou bandes d'ardoise, ou autre matière convenable, et sur lequel on place au besoin des blocs de pierre.

C'est dans un réservoir supérieur *f* qu'est contenue la lessive alcaline. Cette lessive est d'une force variable, suivant la nature des matières soumises à l'opération du blanchiment. Ordinairement elle se prépare avec 5 kilog. de sel de soude pour 1,000 litres d'eau. Mais, dans tous les cas, sa préparation est abandonnée au jugement de l'opérateur.

La lessive alcaline est introduite dans la cuve *a,a* par le tube *g,g*, et lorsque cette cuve est presque remplie, c'est-à-dire lorsque la lessive vient affleurer l'ouverture de ce tube *g*, on ferme celui-ci au moyen du robinet *h*.

C'est alors qu'on fait arriver dans cette cuve de la vapeur à haute pression, c'est-à-dire sous une pression qui varie de 2 à 7 kilog. par centimètre carré de surface, suivant la nature des matières sur lesquelles on opère. Cette vapeur entre dans la cuve par le tube *i* qui communique avec une chaudière à vapeur située dans le voisinage ou dans tel autre endroit qu'on juge plus commode pour le service.

Cette vapeur ainsi introduite, on la laisse agir pendant un temps assez long sur la dissolution alcaline contenue dans la cuve *a* et jusqu'à ce qu'elle fasse bouillir cette lessive; puis on continue à maintenir en ébullition sous la pression de la vapeur qui fait pénétrer la liqueur dans la substance des matières accumulées au fond de cette cuve, en ouvre et en divise les fibres, et ramollit les matières gommo-résineuses et colorantes qui les enduisent et les enveloppent.

Lorsque la liqueur a complétement pénétré la masse des matières à blanchir, on ouvre le robinet *j* du tube *c* qui permet à toute la lessive contenue dans la cuve *a* de traverser, sous l'influence de la pression de la vapeur, toutes ces matières, et de s'élever dans ce tube *c* pour retourner dans le réservoir *f*.

Cette opération a besoin d'être répétée plusieurs fois, suivant la nature des matières sur lesquelles on opère, c'est-à-dire que la liqueur alcaline du réservoir *f* doit passer à plusieurs reprises du tube *g* dans la cuve *a*, qu'on doit ensuite introduire la vapeur pour porter cette liqueur d'abord à l'ébullition, puis lui faire traverser ces matières pour en dissoudre la gomme et les parties colorantes, et enfin la faire remonter au réservoir *f*.

Après la dernière de ces opérations, il faut évacuer la lessive contenue dans la cuve *a;* ce qui s'exécute en fermant le robinet *j* et en ouvrant celui du tuyau descendant d'évacuation *k*. La liqueur, par la pression de la vapeur, traverse les matières et s'écoule par ce tuyau *k* dans une bâche en pierre qui se trouve placée au-dessous.

Afin d'enlever aux matières l'alcali qui s'y trouve encore adhérent sous forme de lessive, on remplit le réservoir *f* d'eau pure, et on fait passer cette eau à travers les matières exactement de la manière et par les mêmes opérations qu'on y a fait passer la lessive alcaline, en ayant soin seulement de faire évacuer de temps à autre l'eau de lavage et de la remplacer par de l'eau pure, jusqu'à ce que les matières soient parfaitement débarrassées de l'alcali qu'elles avaient retenu.

Les matières contenues dans la cuve *a* sont alors refroidies jusqu'à une température de 40 degrés centigrades en les faisant traverser par de l'eau froide seulement sans l'assistance de la vapeur et par la pression hydraulique résultant d'une différence de niveau de 9 à 10 mètres entre le réservoir *f* et la cuve *a*. Ou bien on peut refouler de l'air dans cette cuve avec une pompe après avoir fermé les différents robinets des tuyaux qui y aboutissent, excepté celui d'évacuation.

Lorsque la température des matières se trouve abaissée au point indiqué, il s'agit de les faire traverser par une solution de chlorure de chaux faite dans les proportions convenables. Cette solution est contenue dans une auge en pierre *l,l*, et passe par le tube *m* en ouvrant le robinet *n* dans le tube d'introduction *g* qui le fait couler dans la cuve *a*. La liqueur traverse les matières au moyen d'une pression hydraulique ou pneumatique, et sort par le tuyau d'évacuation *r*, après qu'on a ouvert le robinet *o*, pour couler dans la branche *p* qui la conduit à la bâche inférieure *q*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chlorure de chaux en dissolution est repris dans cette bâche par une pompe *r*, et élevé par le tuyau *s* jusque dans l'auge *l*; et alors on répète l'opération sur les matières autant de fois que l'opérateur le juge utile, ce qui dépend de la force de l'alcali et de la nature des matières soumises au blanchiment.

Généralement quatre à cinq heures sont suffisantes pour les étoffes et les tissus, deux à trois heures pour les fils écrus, de lin ou de chanvre, en supposant la liqueur blanchissante de force ordinaire.

Lorsqu'on a fait passer cette liqueur à travers les matières le nombre de fois déterminé, on l'évacue enfin dans la bâche *q* où on l'abandonne sans la remonter.

Pour laver les tissus ou fils et leur enlever jusqu'aux dernières traces de chlorure de chaux, on fait couler de l'eau du réservoir *f* qu'on force, comme il a été dit précédemment, à les traverser au moyen de la pression de la vapeur, en ayant soin toutefois de refermer préalablement tous les robinets, excepté celui qui introduit l'eau du réservoir *f* dans la cuve.

L'opération qu'on nomme bain d'acide s'exécute en conduisant un mélange faible d'acide sulfurique et d'eau du tonneau *t,t*, et par le tube *u*, à travers les matières contenues dans la cuve *a*, de la même manière qu'on a opéré pour le chlorure de chaux. Après que cette liqueur acide a circulé à travers ces matières, on l'évacue par le tuyau *v* dans la bâche *w*, et on répète l'opération comme pour le chlorure, si cela est nécessaire.

Enfin, pour enlever toute trace d'acide on rince, à l'eau pure sous une forte pression de la manière déjà décrite, et lorsque ce rinçage à l'eau est terminé, on fait traverser les matières par de la vapeur à haute pression qui enlève presque toute l'humidité et les laisse à peu près à l'état sec.

On pourrait, si on voulait faire les opérations au chlorure et à l'acide dans une autre cuve de même dimension et forme; dans ce cas, après les passages à l'alcali, on enlèverait les matières de la cuve pour les soumettre à ces opérations, et on les y déposerait de nouveau pour les rinçages et les nouveaux passages à l'alcali. Alors cette cuve n'aurait pas besoin d'être doublée avec des dalles de schiste, et on trouverait peut-être qu'il y aurait ainsi plus de facilité dans les manipulations.

L'appareil de M. Wright qui est en activité depuis quelque temps à Stockport près Manchester paraît avoir donné des résultats très-satisfaisants. L'introduction de la vapeur à une haute pression doit, en effet, procurer une économie dans l'alcali, et, d'après des renseignements qu'on nous communique, il paraîtrait que cette économie s'élèverait jusqu'à 60 p. 0/0 sur cette substance. Celle sur le chlorure de chaux ne serait que de 50 p. 0/0. Quant à la quantité d'acide, elle resterait la même.

Pour les tissus, il faut deux passages à l'alcali et un seul bain de chlore intermédiaire sans acide, puis un second bain de chlore suivi d'un bain acide. Les matières blanchies, tissus ou fils, sont, dit-on, d'un blanc qui ne laisse rien à désirer, et de plus les fils n'éprouvent aucune altération dans leur force et leur nerf.

Préparation de la dissolution d'étain.

Par M. Th. Leykauf.

La manière de préparer la dissolution d'étain ou composition dont on fait un si grand usage en teinture varie presque dans chaque atelier. Bancroft a donné une recette qu'on suit encore dans les laboratoires et dans quelques fabriques; Vitalis a, dans ses *Éléments de teinture*, réuni jusqu'à 6 recettes différentes qui paraissent être pour la plupart usitées dans les ateliers de Rouen, et plusieurs autres chimistes ou praticiens en ont encore indiqué qui varient sensiblement des précédentes.

La majeure partie de ces dissolutions d'étain présentent un assez grave défaut, c'est qu'elles se décomposent à l'air, ou quand on les chauffe légèrement, et en outre on ne réussit pas toujours à les préparer au moins de force constante avec les ingrédients et les moyens proposés.

Il est juste de dire néanmoins que les diverses recettes indiquées ne reçoivent pas constamment la même application, et que l'expérience paraît avoir appris que les unes étaient plus favorables à la teinture en écarlate ou avec la cochenille, d'autres pour faire les rouges d'Andrinople ou de Brésil, de Sainte-Marthe et de Nicaragua; d'autres pour les jaunes, etc. Il serait donc à désirer qu'un chimiste entreprît un travail pour examiner quelles sont en réalité les modifications que doit éprouver la dissolution d'étain dans la teinture avec des matières colorantes diverses, et arrêter la nature et le dosage des ingrédients qui doivent entrer dans cette composition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce serait certainement un service fort important rendu à l'art de la teinture.

En attendant, M. Leykauf, chimiste, s'est livré à quelques essais sur la dissolution qui convient le mieux pour la couleur écarlate, et il propose le procédé suivant qui, selon lui, procurerait les avantages suivants :

1° Obtenir constamment une composition identique, également pure, également forte et par conséquent donnant toujours un même ton.

2° Préparer avec des ingrédients donnés cette composition en plus grande quantité et dans un temps très-court.

3° Faire économie sur l'acide nitrique.

4° Obtenir une composition qui se garde longtemps sans altération.

Pour parvenir à ces résultats on prend 4 kilog. de sel d'étain ou proto-chlorure d'étain cristallisé, tel qu'on le trouve dans le commerce ; on le dépose dans une capsule de porcelaine, ou mieux dans un vase de grès, et on verse dessus 1,25 kilog. d'acide nitrique concentré et pur du commerce.

Comme ce mélange dégage en grande abondance des vapeurs rutilantes d'acide nitreux, l'opération doit se faire en plein air ou sous une cheminée qui ait un bon tirage. Lorsque les vapeurs cessent de se dégager, la dissolution est terminée. A la masse qu'on obtient alors et qui a la viscosité d'un sirop, on ajoute 1 kilog. d'acide chlorhydrique, puis on verse dans des tourilles en grès ou des bouteilles qu'on bouche avec soin et où la composition se conserve parfaitement bien sans s'altérer.

Si les vapeurs nitreuses ne se dégageaient qu'avec difficulté, il suffirait de projeter quelques parcelles d'étain en feuilles dans les vases, ou de l'application d'une légère chaleur pour la voir se développer avec force. Au reste, pendant l'opération, il est bon d'agiter la masse de temps à autre avec une baguette de verre.

Pour faire usage de cette dissolution d'étain, il faut l'étendre de la quantité convenable d'eau et l'employer dans la proportion de 1,75 kilog. de composition pour 25 kilog. de laine ou d'étoffe.

Procédé galvano-plastique de M. Jacobi.

C'est une conséquence établie depuis longtemps par les faits que le cuivre réduit s'attache, à l'état cohérent, non-seulement à une surface de même métal, mais aussi à des surfaces d'or, d'argent, de platine, etc. Le fer et le zinc, de même que l'étain pur, n'ont pas la même propriété, parce que ces métaux décomposent le sulfate de cuivre spontanément et avec trop de promptitude. Les alliages de plomb et d'étain, le plomb lui-même, se trouvant très-rapprochés du cuivre par rapport à leur force électro-motrice, ne sont attaqués que très-faiblement par les solutions de cuivre, de sorte qu'on peut en faire des moules pour des copies galvaniques. S'il s'agit de reproduire des traits purs et déliés, le plomb sans alliage est préférable, surtout s'il n'est pas décapé.

M. Jacobi, qui s'est occupé particulièrement de cette importante question, a, dans une série de lettres adressées à M. le comte A. Demidoff, fait connaître les résultats auxquels il est parvenu. Voici un extrait de cette correspondance :

« Au commencement de l'année 1839, dit M. Jacobi, j'avais fait graver des caractères sur une plaque de plomb ; l'ayant soumise au procédé galvanique, j'en ai tiré une plaque de cuivre d'une parfaite cohérence, sur laquelle se trouva l'empreinte exacte, en relief, de l'original. Par le succès qu'a obtenu ce perfectionnement, ou plutôt cette conséquence scientifique, le champ d'application de ma découverte a été considérablement élargi ; l'art de l'imprimerie, la stéréotypie, la fabrication des billets de banque et une quantité d'industries utiles, sans parler de beaucoup d'arts, ont pu déjà en tirer un heureux parti.

» Lorsque je commençai à opérer, l'objet à copier formait l'élément négatif d'un couple voltaïque ; les deux liquides étaient séparés par une plaque de terre glaise faiblement cuite. Pour obtenir un succès complet, c'est-à-dire une plaque de cuivre galvanique parfaitement cohérente et malléable, il faut que la solution de cuivre soit préparée à chaud, pure et parfaitement saturée. L'action électrolytique doit être modifiée en raison des moyens dont on peut disposer pour entretenir cette parfaite saturation. Il m'a fallu de nombreux essais pour en venir à savoir que, pour obtenir l'état cohérent du cuivre, c'est moins l'action lente ou la force du courant accusée par le galvanomètre magnétique qu'il faut considérer que le degré de saturation de chaque point du liquide qui entre en contact avec un point de la plaque négative. J'appelle force de densité du courant l'action totale du courant divisée par sa section transversale ; cette expression est, comme on sait, importante pour apprécier plusieurs phé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nomènes du courant, mais ce sont particulièrement les actions électrolytiques primaire et secondaire qui en sont affectées, non-seulement par rapport à la qualité des substances émises, mais aussi en quelque sorte par rapport à leur quantité. La malléabilité du cuivre est d'autant plus grande que l'énergie de l'action est moindre. Sa couleur est alors d'un bel incarnat pâle et d'un brillant presque argentin. Si la couleur apparaît sale, plus foncée et enfin brune, c'est un indice que la solution n'était pas assez saturée et que le cuivre produit est cassant.

» Pour détacher de l'original la plaque de cuivre galvanique, il faut qu'elle ait acquis une épaisseur convenable, mais si le cuivre de l'original est cassant, lamelleux et spongieux, s'il n'est pas suffisamment décapé ou poli, il arrive quelquefois qu'il y a une adhérence si forte entre les deux surfaces que leur séparation devient impossible. En général, les métaux différents ne sont point sujets à cet inconvénient; cependant, j'ai eu un cas d'une adhérence intime, dont je n'ai pas encore pu reconnaître la cause, entre une médaille d'argent et le cuivre réduit appliqué à sa surface.

» Je ne m'étendrai pas sur les nombreux et graves inconvénients dont cette manière de procéder est accompagnée; car bientôt j'ai été à même de la changer totalement en découvrant qu'on peut produire des plaques de cuivre cohérent par la décomposition des solutions de cuivre entre des *électrodes* du même métal, en n'employant qu'un seul couple voltaïque; l'*anode* se dissout, et la réduction a lieu à la surface de la *cathode* (1). De cette façon on peut séparer entièrement du couple voltaïque, qui engendre l'action, l'appareil dans lequel s'opère l'empreinte galvanique.

(1) D'après les idées que M. Faraday s'est formées, par suite de ses recherches sur l'électricité, sur le mode d'action de la pile de Volta, la force qui détermine la décomposition chimique ne réside pas dans les pôles de la pile, mais dans les corps décomposés eux-mêmes, et les surfaces par lesquelles entrent et sortent les courants électriques sont le lieu principal de cette action. La surface du corps décomposé par laquelle entre le courant a reçu de lui le nom d'*anode*, et celle par laquelle il sort celui de *cathode*. L'anode est le pôle négatif du corps décomposé, la cathode son pôle positif. Dans l'appareil ordinaire de Volta, l'anode et la cathode du corps qu'on veut décomposer sont en contact immédiat avec les pôles ou extrémités de la pile; mais ce contact n'est pas indispensable, et il peut en être séparé par un autre corps, de l'eau, par exemple. Les corps qui touchent ainsi celui qui se décompose sont appelés en général *électrodes* par M. Faraday, soit qu'ils se trouvent ou non placés aux pôles de la pile. R.

» Sans ce perfectionnement l'application de la galvano-plastique serait restée renfermée dans des limites trop étroites, mais, par son moyen, ce procédé même est devenu beaucoup plus simple, le succès plus assuré et l'espace de temps dans lequel les résultats peuvent être obtenus beaucoup plus abrégés; mais, ce qui est d'une plus haute importance, c'est qu'il n'y a plus de limite quant à la dimension et à la configuration des objets à reproduire. J'en donnerai une idée en rapportant qu'il a fallu seulement cinq ou six jours pour achever un bas-relief galvanique de $0^m,420$ de long sur $0^m,283$ de large, et pesant 0,911 kil., de sorte que 185 grammes de cuivre environ se sont trouvés réduits par chaque espace de 24 heures. Pour obtenir ce résultat, je n'ai employé qu'un seul couple à cloison, de $1^m,299$ carrés, chargé de sulfate de cuivre et d'une faible solution de sulfate de soude. Cet appareil est d'une constance admirable, pourvu qu'on ne néglige pas de suppléer à la diminution du sulfate de cuivre qui a lieu par la cristallisation; ce renouvellement doit avoir lieu deux fois par jour. L'aiguille du galvanomètre à fil court, qui fait partie du conducteur (voir la fig. ci-contre), n'accuse que des variations minimes que j'attribue aux changements accidentels de la température qui ont lieu dans les liquides.

» Convaincu que le galvanomètre n'agit que sur la surface des objets présentés, et que l'épaisseur de ces objets n'a aucune importance, je n'avais jamais douté que des substances quelconques, convenablement recouvertes d'une couche métallique et munies d'un conducteur, ne pussent servir comme *cathode* dans l'appareil réducteur. Ayant pris une tablette de cire, j'y gravai des caractères avec une pointe, puis, l'ayant saupoudrée de cuivre en poudre impalpable, je l'ai soumise au procédé galvanique : au bout de quelque temps j'ai obtenu une plaque de cuivre cohérent sur laquelle les caractères gravés en creux sur la cire ressortaient en relief. Malgré le succès de cette expérience, je ne me crus pas dispensé d'en faire d'autres relativement à ces croûtes métalliques factices dont la formation offrait encore beaucoup d'imperfections. Heureusement d'autres observations, entreprises dans le même temps pour connaître le pouvoir électro-moteur du graphite, me vinrent en aide et me firent préférer ce corps remarquable à toutes les autres substances que j'avais jusqu'alors employées. L'état de ténuité auquel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut amener le graphite le rend propre à former un enduit infiniment mince, quoique toujours cohérent. De cette manière j'ai pu obtenir des empreintes galvaniques en cuivre, en prenant des moules de cire, de bois, de plâtre et de stéarine. Cette dernière substance, dont M. le comte Bobriuski m'a signalé les avantages, est en effet la meilleure qu'on puisse trouver pour les jets au moule, la taille et la gravure. »

Tel est l'historique de la découverte de M. Jacobi; l'idée une fois conquise, son développement a marché rapidement, grâce aux circonstances favorables que les travaux dont le savant professeur était chargé avaient réunies autour de lui. A mesure qu'une difficulté s'élevait dans la pratique, il s'appliquait à la vaincre, ce qui souvent lui a ouvert de nouveaux chemins et a contribué au perfectionnement de son œuvre. Aujourd'hui M. Jacobi présente au monde savant, artistique et industriel la galvano-plastique comme un nouvel art technique. Déjà en Russie, dans des établissements publics et quelques ateliers, on exécute certains objets de luxe et d'utilité domestique en mettant à profit les indications de M. Jacobi.

Ce savant professeur a aussi fait connaître un résultat curieux auquel il est parvenu. Ayant pris une plaque métallique sur laquelle se trouvait une image photogénique produite par le daguerréotype, M. Jacobi s'en est servi comme d'un moule dans l'appareil où s'opère la réduction galvanique du cuivre. L'action engendrée par un couple voltaïque ayant été entretenue durant vingt-quatre heures, il en est résulté une feuille de cuivre galvanique d'un poli parfait sur laquelle se trouva l'empreinte assez distincte de l'image photogénique; seulement les ombres et les lumières s'y trouvaient renversées.

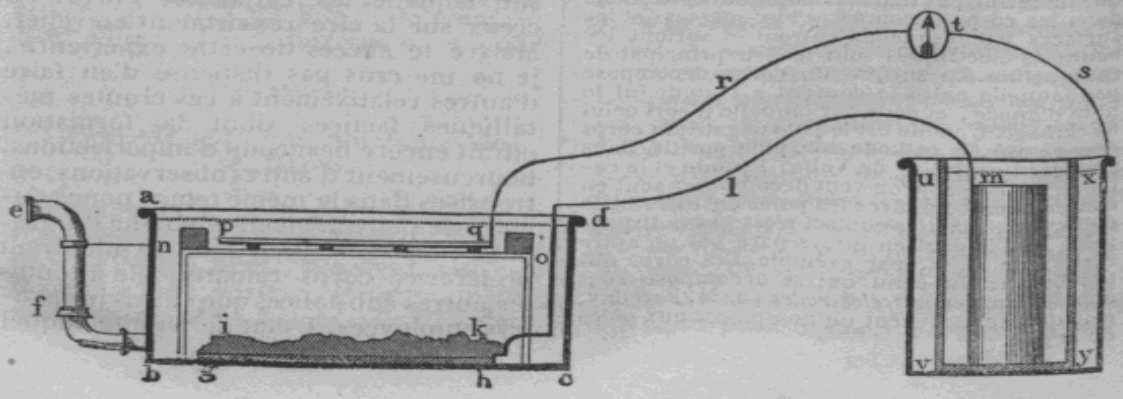
A sa lettre, qui contient les détails précédents, M. Jacobi a joint :

1° Une copie galvanique d'un bas-relief représentant le martyre de sainte Catherine, dont l'original en cuivre repoussé est l'œuvre d'un maître italien. Les parties repoussées du bas-relief modèle ont été d'abord remplies avec du mastic; ensuite, on en a tiré un moule de stéarine, lequel, après avoir été enduit de graphite et muni d'un conducteur galvanique, a pu servir comme cathode dans l'appareil de décomposition dont la fig. 1re représente la section verticale. Les légères imperfections qui se remarquent dans cette empreinte proviennent des défauts du moule qui n'a pas été fait avec assez de soin. Au reste, la valeur artistique est ici moins à considérer que l'exécution par le procédé galvanique, et M. Jacobi, en envoyant cet exemplaire, qui est le cinquième tiré sur le même bas-relief, a disposé du seul qui lui restât, et par conséquent du moins parfait de tous;

2° Deux matrices ou contre-épreuves d'une médaille récente frappée pour l'inauguration de l'Observatoire impérial de Pulkova. Le cuivre en est un peu cassant, parce que l'action a été un peu plus énergique qu'il n'eût été à désirer. Ces copies ont été exécutées en un jour et demi;

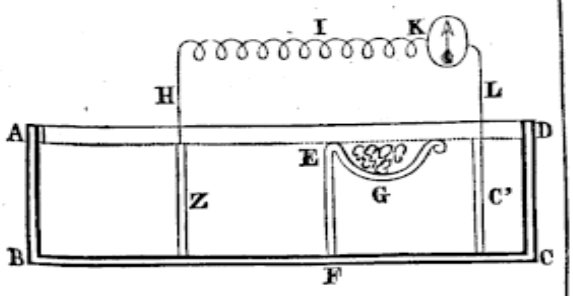
3° Trois autres plaques galvaniques produites par l'appareil fig. 2. Les originaux ont formé l'élément négatif du couple voltaïque. Le cuivre de ces plaques est d'une parfaite homogénéité. On peut le soumettre à froid au laminage, comme on ferait du meilleur cuivre de Sibérie, et sans déchirement des bords. La plaque qui porte le nom du baron de Subach est une contre-épreuve d'une plaque galvanique en relief tirée elle-même d'un original gravé au burin. Les traits ont été tant soit peu retouchés, parce que M. Jacobi avait négligé dans l'original d'enlever l'encre d'imprimerie qui remplissait une partie des traits du burin.

Appareils au moyen desquels M. Jacobi a obtenu des empreintes galvano-plastiques.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a,b,c,d caisse avec un tube de décharge *e,f*; *g,h* planche de bois ou de verre sur laquelle repose le moule de stéarine *i,k*, muni du conducteur *k,l,m* qui communique au cylindre de zinc du couple voltaïque. *n,o* cadre de bois monté en flanelle qui sert de filtre pour arrêter les impuretés qui se détachent du cuivre *p,q* qui sert de cathode; *r,s,t* conducteur qui aboutit au cuivre après avoir traversé le galvanomètre *t* à fil court; *u,v,w,x* cylindre de terre glaise faiblement cuite. La caisse *a,b,c,d* sert de réceptacle pour le sulfate de cuivre. Il est convenable que cette caisse soit construite en bois et que ses parois soient revêtues en verre à vitre.



A,B,C,D réceptacle en bois bien calfaté; E,F cloison de terre cuite; Z plaque de zinc; C′ plaque de cuivre ou d'une autre substance recouverte d'une substance métallique ou de graphite et servant d'original. G crible qui contient des cristaux de sulfate ou de nitrate de cuivre. H,I,K,L fil conjonctif qui traverse le galvanomètre K. On peut également se servir de caisses à plusieurs compartiments.

Éclairage oxi-oléique.

On a proposé bien des fois d'alimenter avec de l'oxigène au lieu d'air atmosphérique, les becs où s'opère la décomposition des matières minérales, végétales ou animales, qui servent à l'éclairage. La théorie indiquait, en effet, qu'on devait obtenir de cette manière une combustion plus vive et plus complète des substances gazeuses et carbonées qui résultent de cette décomposition, et les expériences de laboratoire, répétées maintes et maintes fois, semblaient promettre d'heureux résultats; enfin, aucun obstacle sérieux ne paraissait s'opposer à ce qu'on tentât quelque application économique, basée sur le rôle que joue l'oxigène dans la combustion. Néanmoins, on n'avait encore fait aucune expérience de ce genre sur une grande échelle, lorsque, l'an dernier, un habile ingénieur anglais, M. Gurney, à l'occasion de l'éclairage des salles des séances du parlement britannique, qui venaient d'être reconstruites, proposa un mode nouveau fondé sur les propriétés physiques et chimiques de l'oxigène, et a fait à ce sujet des expériences publiques qui paraissent avoir eu un succès complet.

L'éclairage ainsi produit a été surnommé *oxi-oléique*, et on le connaît aussi en Angleterre sous le nom de *lumière de Bude*, du nom de la résidence de M. Gurney dans le Cornwall, où ont eu lieu les premiers essais.

Une commission, composée de M. Faraday, des docteurs Arnott et Lardner, et de sir David Brewster, ayant été chargée, par la chambre des communes, d'examiner ce nouveau mode d'éclairage, c'est dans le rapport qu'elle vient de présenter que nous puiserons les renseignements que nous allons présenter.

L'éclairage oxi-oléique est produit au moyen d'un bec ordinaire d'Argand à mèche de coton et alimenté avec de l'huile, dans l'intérieur de la flamme duquel on fait passer un courant d'oxigène, au lieu d'un courant d'air atmosphérique, ainsi que cela se pratique dans toutes les lampes à courant d'air aujourd'hui en usage.

L'oxigène, ainsi conduit, vient envelopper le carbone à mesure qu'il se dégage par la décomposition de l'huile, soit à l'état de nature, soit sous forme d'hydrogène carboné, et non-seulement le brûle, mais le porte au plus haut degré d'incandescence, ce qui produit une lumière d'une extrême intensité.

Les expériences faites pour s'assurer de la quantité, de l'intensité, du prix comparatif, de la facilité de l'application et de la durée ou de la permanence de la lumière oxi-oléique, ont présenté les résultats qui suivent:

1° Relativement à la quantité ou intensité de la lumière, si on prend pour terme de comparaison un bec d'Argand de 22 millimètres de diamètre et brûlant par le moyen d'un courant d'air atmosphérique, comme à l'ordinaire, on trouve qu'une lumière oxi-oléique, avec un bec de six millimètres de diamètre, a une intensité égale à deux becs semblables d'Argand.

On a trouvé aussi que la lampe d'Argand, servant de terme de comparaison, donnait une lumière égale à celle de cinq bougies de cire.

Les expériences ont toutes été faites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les moyens photométriques connus de tous les physiciens.

On n'a pas pu encore déterminer l'accroissement de la lumière qui résulte de l'augmentation du diamètre des becs, et, à cet égard, les expériences ont présenté un assez grand nombre de résultats singuliers. Ainsi, on a remarqué que la flamme n'est pas complétement transparente, mais qu'elle occasionne une diminution dans les effets de la radiation d'une flamme opposée, de façon que la quantité de lumière produite par une flamme d'une certaine dimension est considérablement modifiée par la forme cylindrique qu'on donne à cette flamme.

Quoi qu'il en soit, on peut dire dans la pratique que la quantité de lumière croît proportionnellement au diamètre de la flamme.

2° Sous le rapport économique, il est évident que l'éclairage oxi-oléique, comparé à celui d'une lampe d'Argand, doit être d'un prix plus élevé. Le rapport entre ces deux modes d'éclairage est de 104 à 82,5. Comparé avec l'éclairage à la cire supposée au prix de 2 fr. 45 c. le demi-kilogramme, il est environ moitié moins cher. La quantité d'huile brûlée en plus est à peu près un quart de celle consumée par la lampe d'Argand, qui est au plus de 0 litre 569 en douze heures.

L'oxigène est produit par la distillation à sec du peroxide de manganèse dans des cornues de fer. Au prix courant actuel du manganèse en Angleterre qui est de 200 à 225 fr. le tonneau, et en tenant compte de la détérioration des appareils de la consommation du combustible pour la production de l'oxigène et des frais qu'occasionne le personnel, le gaz oxigène ne revient à Londres qu'à 5 fr. 40 c. le mètre cube.

Cette dépense pourrait encore être réduite, attendu que le manganèse grillé est susceptible de recevoir des applications dans les arts, et peut-être dans un mode de blanchiment des fils et tissus autre que celui en usage aujourd'hui.

L'on a calculé qu'on pourrait probablement se procurer du manganèse à 150 fr. le tonneau, mais que le prix, en dernière analyse, dépend toujours de la pureté du minerai; que sous ce rapport il y a des minerais beaucoup plus riches et plus purs les uns que les autres, et qu'on en rencontre qui renferment jusqu'à 73 p. 0/0 de magnanèse.

On pourrait aussi se procurer l'oxigène nécessaire avec le nitrate de potasse, mais pas aussi simplement et économiquement qu'avec le manganèse.

Le frais de l'appareil nécessaire pour éclairer avec la lumière oxi-oléique la chambre des communes ont été, pour les cornues et le gazomètre, d'environ 2,400 fr.; pour les constructions en briques, le posage des cornues, etc., 240 fr.

L'appareil peut produire environ 3,5 mètres cubes (130 pieds anglais) de gaz oxigène par heure.

Un bec de 6 millimètres de diamètre consume un peu moins de 14 litres ou décimètres cubes de gaz, et comme il y a soixante becs dans la chambre, 1 mètre cube de gaz est plus que suffisant pour les alimenter tous avec de l'oxigène pendant une heure.

Il n'y a aucune difficulté pour préparer et diriger le gaz, pour allumer et conduire les becs.

Le danger d'explosion est nul, puisqu'il n'y a aucun mélange explosif.

Le temps que dure la lumière oxi-oléique, sans avoir besoin de nettoyer la mèche, dépend de la nature de l'huile qu'on brûle. Avec de bonne huile de sperma-ceti, cette mèche peut brûler ainsi six heures consécutives sans qu'il soit nécessaire d'y toucher. Au bout de ce temps, il suffit d'enlever toute la matière charbonnée qui s'est accumulee sur le bec.

Les expériences ont été poursuivies pendant sept mois consécutifs, et pendant toute cette période on a observé que la lumière brûlait avec beaucoup de stabilité et de fixité pendant huit heures, en ayant soin de nettoyer le bec toutes les quatre ou cinq heures; que cette lumière était très-facile à gouverner, qu'elle ne présentait aucun danger, si ce n'est peut-être la haute température qu'elle produit et qu'il est très-facie de prévenir en portant au dehors les lgaz brûlants qui s'échappent des becs.

On peut à volonté n'avoir qu'un seul réservoir à huile pour tous les becs ou un pour chacun d'eux; chacun de ces systèmes donne également de bons résultats.

Indépendamment des expériences précédentes, M. Faraday a désiré, avant de se prononcer définitivement, comparer encore le bec oxi-oléique avec celui d'Argand, ainsi qu'avec une lampe française (1), sous le rapport de l'intensité de la lumière et des frais, et s'assurer de

(1) Il est fâcheux qu'on ne fasse pas connaître le système dans lequel était construite cette lampe; mais nous croyons que c'est une lampe mécanique de Carcel. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la consommation de l'huile dans les deux derniers modes d'éclairage.

« On s'est servi, dit ce savant, dans les expériences à la chambre des communes, d'un bec d'Argand commeterme général de comparaison ; mais, sans une attention toute spéciale, il est impossible de maintenir longtemps un pareil bec avecune intensité toujours égale dans son feu. J'ai donc résolu de faire quelques expériences finales dans le but d'apporter une exactitude plus rigoureuse encore dans les conclusions.

» J'avais emprunté précédemment les données dont j'avais fait usage relativement à la quantité de lumière que donne la lampe française, ainsi que les frais qu'elle occasionne, à un rapport de M. Drummond ; mais, désirant ne m'en rapporter qu'à moi-même sur ce sujet important, je me suis déterminé à soumettre cette lampe à de nouvelles expériences.

» La lampe d'Argand, servant de terme de comparaison, fut mise en bon état, et on détermina non-seulement l'intensité de sa flamme, mais de plus on fit usage d'une échelle graduée pour déterminer sa longueur, afin de pouvoir à chaque instant l'ajuster et la modifier jusqu'à ce qu'elle atteignît, à fort peu près, une intensité constante. On s'assura alors de la quantité d'huile brûlée en douze heures, en tenant constamment la flamme à la hauteur normale ; on a trouvé qu'elle avait consommé 0 litre 454 d'huile qui, à raison de 1 fr. 80 c. le litre, coûteraient 82 cent. 50.

» Dans les deux expériences faites à divers intervalles, on a comparé une bonne lampe oxi-oléique avec la lampe d'Argand conduite comme il a été dit ci-dessus, et le résultat moyen a été qu'une lumière oxi-oléique, égale à une bonne lampe d'Argand consommant la quantite d'huile ci-dessus indiquée, revenait à 104 centimes 20 (1).

» Une lampe française fut alors mise dans un bon état, et on la maintint ainsi pendant toute la durée de l'expérience Pendant qu'elle brûlait, on a trouvé qu'elle donnait une lumière égale à 9,68 de celle d'Argand alimentée avec la proportion indiquée d'huile, ou 0 litre 454 en douze heures. La consommation en huile, pour produire cet effet avec la lampe française, a été trouvée de 8 litres 183 pour douze heures. Ainsi, la lumière de 9,68 becs d'Argand coûterait, pendant douze heures avec cet appareil, 14 fr. 72 c., ou la lumière d'un seul bec d'Argand pendant le même temps, 1 fr. 52 cent. (1).

» En résumant les résultats, on trouve donc que la lumière, égale à un bec d'Argand, coûte avec

	fr.	c.
Une lampe d'Argand.	0	82
Une bonne lampe de Gurney. .	1	04
Une lampe mécanique française.	1	52

» Pendant que la lampe de M. Gurney brûlait avec les proportions d'huile et d'oxigène indiquées, je l'ai comparée à la lampe française sous le rapport de leur pouvoir éclairant, et j'ai trouvé pour le pouvoir de la première 2,52, celui de la seconde étant 1 ou l'unité. Dans cet instant, la première de ces lampes brûlait 0 lit. 032 d'huile par heure, et la seconde 0 lit. 681, pendant le même espace de temps. La lampe Gurney présentait une lumière très-stable et invariable, tandis que la lampe française était sujette à des variations, et exigeait de fréquents ajustements pour empêcher la diminution de la lumière ou le dégagement de la fumée de la lampe. En résumé, je crois devoir recommander ce procédé d'éclairage, tant à cause de son prix qui n'excède pas celui de la lumière avec un bec d'Argand, que par la facilité avec laquelle on obtient une lumière d'une intensité fixe pendant plusieurs heures consécutives. »

(1) Ce rapport de 104 à 82 pour le prix des deux lumières est aujourd'hui beaucoup moindre, suivant M. Gurney, et n'est plus que de 13 à 12 depuis que cet ingénieur a perfectionné ses becs ; il assure même que, dans des expériences récentes, le prix de son éclairage n'a pas été plus élevé que celui à la lampe d'Argand, et qu'il ne désespère pas de le rendre encore plus économique. R.

Appareil pour la fermentation des bières.

Lorsque la fermentation de la bière a fait suffisamment de progrès dans la cuve guilloire, on sait qu'on procède ordinairement à l'entonnement de cette liqueur. Cette opération pour les bières légères n'exige pas beaucoup de soin, attendu qu'elles se clarifient avec facilité; mais les bières fortes, l'ale, le porter, qu'on a plus de peine à obtenir limpides, ont besoin d'être tirées au clair avec précaution. On sépare donc les pre-

(1) Nous ignorons, ainsi qu'il a été dit, de quel système de lampe M. Faraday a fait usage dans ses expériences ; mais la quantité d'huile consommée par sa lampe en douze heures nous paraît excessive. Nous ne connaissons pas non plus en France de lampe mécanique où l'intensité de la lumière soit égale à celle de 9,68 becs d'Argand, brûlant avec vivacité. Il faut qu'il y ait erreur dans ces résultats, ou que la substance combustible employée ne soit pas propre à l'être avantageusement dans les lampes mécaniques. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mières portions des dernières, qui ordinairement sont troubles, pour les faire déposer et repasser dans une fermentation suivante :

Les bières de garde sont la plupart du temps soutirées dans de grands tonneaux de 4 à 5 hectolitres dont on couvre la bonde d'un linge pour que les gaz que donne la fermentation, qui continue, puissent se dégager, et on remplit de temps à autre le vide occasionné dans les tonneaux par ce dégagement avec de la bonne bière forte.

Cette opération se pratique d'une manière peu différente pour les bières légères qu'on nomme bière double et bière légère. On soutire tout le liquide de la cuve guilloire dans des quarts d'une capacité égale à 75 litres dont la bonde, large de 7 à 8 centimètres, livre un passage facile à l'écume qu'il rejette. Tous ces petits barils sont rangés à côté les uns des autres sur les traverses d'un bâti en bois, à une hauteur telle qu'on puisse aisément passer dessous un baquet de 35 à 40 centimètres de hauteur. Les bondes de deux quarts sont inclinées d'un même côté, afin que leur écume, poussée par la fermentation du dedans en dehors, puisse, en s'écoulant le long de leurs douves, tomber dans le même baquet. Au moyen de cette disposition, 50 baquets suffisent pour 100 quarts.

On a aussi adopté pour cette dernière opération une disposition préférable et qui consiste à placer tous les quarts les uns à côté des autres sur des chantiers entre lesquels est établi, suivant toute la longueur, un chaîneau en pierre ou autre matière présentant une légère pente pour que les écumes qui sortent de toutes les bondes s'écoulent et se rendent dans un réservoir commun, où la levure s'en sépare et où on puise la bière pour remplir les tonneaux.

Ces divers modes de fermentation de la bière en tonneaux, quoique presque généralement répandus, présentent cependant quelques inconvénients qu'il est utile de signaler.

D'abord, dans une brasserie ordinaire où règne quelque activité, le remplissage des tonneaux est une opération qui se répète fréquemment et exige un travail manuel assez considérable. En effet, il importe que les tonneaux soient presque constamment pleins afin qu'ils puissent jeter par la bonde tout l'excès de levure dont les bières sont encore chargées, et, en outre, il est nécessaire d'empêcher que, le niveau du liquide venant à s'abaisser dans le tonneau, la bière ne découvre et n'éprouve le contact de l'atmosphère qui la dispose à passer à la fermentation acide ou putride, et lui fait perdre une partie de son arome et de ses qualités.

En second lieu, on est dans l'usage de remplir les quarts avec des brocs ou autres vases et en versant le liquide d'une certaine hauteur. Cette méthode est doublement nuisible, en ce qu'elle replonge dans la bière déjà claire une portion de l'écume qui s'en était séparée et était montée à la surface, et en ce que la projection de ce liquide de remplissage brise et ouvre le chapeau qui s'était formé à la surface de la bière et la garantissait du contact de l'air.

On a cherché à porter un remède à ces inconvénients en surmontant chaque tonneau d'un vase fermé, muni d'un tube plongeant dans ce tonneau. On versait de la bonne bière claire dans ce vase, et, par la différence des pesanteurs spécifiques, l'écume s'élevait dans le tube et était remplacée par de la bière claire qui descendait prendre sa place.

On évitait bien ainsi en partie le contact de l'air renouvelé et le mélange de l'écume avec la bière; mais comme il s'établit ainsi dans le tube un courant d'écume ascendant et un contre-courant descendant de bière claire, ces deux courants qui luttent ensemble rendent la clarification nuisible et lente, et s'opposent à ce qu'on obtienne jamais ainsi des bières aussi limpides que par le procédé ordinaire.

Nous avons vu dans une brasserie qui a été établie depuis peu de temps un appareil qui nous a paru répondre beaucoup mieux que le précédent au but qu'on se propose dans l'entonnement des bières. Cet appareil consiste en un premier tube qui permet à l'écume de se déverser au dehors du tonneau, et en un second tube qui sert à remplir celui-ci avec de la bière déjà claire. Par cette disposition le courant ascendant d'écume n'est pas contrarié par celui de la bière destinée à remplir le tonneau; en outre, la bière claire s'y trouve introduite par la partie inférieure de celui-ci, ce qui laisse le chapeau intact, s'oppose au contact de l'air, favorise l'ascension de la levure, et enfin permet de produire des bières au clair fin.

On se sert aussi dans cet appareil d'un cuveau oblong qui permet avec un petit nombre d'ouvriers ou avec peu de travail de remplir et diriger un nombre considérable de tonneaux de bière en fermentation.

Si l'on veut se former une idée de cet appareil et connaître les pièces diverses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui le composent, on peut consulter les fig. 5 à 14 de la planche VII où il est figuré dans tous ses détails.

La fig. 5 représente l'appareil qu'on applique sur les quarts ou tonneaux et qui communique avec un cuveau où est contenue la bière de remplissage et qui reçoit les écumes.

La fig. 6 est le même appareil vu en partie en coupe pour en faire apercevoir la disposition intérieure. *a* est un tube conique qui entre dans le trou de la bonde du tonneau; à la partie supérieure de ce tube conique s'élève un autre tube *b* appelé *tube aux écumes* et qui se recourbe à son extrémité supérieure, ainsi qu'on le voit dans la fig. 7, pour que l'écume, à mesure qu'elle se dégage de la liqueur en fermentation dans le tonneau, monte par le tube conique *a*, puis se déverse par le tube aux écumes dans le cuveau placé au-dessus.

En jetant un coup d'œil sur les fig. 8 et 9, on prendra une idée de la manière dont on monte cet appareil sur les tonneaux en fermentation, et comment on le met en communication avec le cuveau *c,c* qui sert pour un grand nombre de tonneaux à la fois et dont la longueur est proportionnée au nombre de ceux-ci. Dans ces figures, *d* est un autre tube descendant à travers le tube conique *a* jusque près du fond de chaque tonneau, et dont l'extrémité supérieure recourbée est filetée pour recevoir l'écrou d'ajustement *e* (fig. 5 et 6) qui sert à l'unir hermétiquement avec le tube *f*, lequel conjointement avec ce tube *d* constitue le *tube de remplissage* dont l'usage est non-seulement de conduire la bière dans les tonneaux lors de l'entonnement, mais, de plus, de les tenir constamment remplis de liqueur limpide puisée vers la partie inférieure du baquet sans qu'il y ait à craindre de battre les écumes et les replonger dans la liqueur déjà claire.

g est un robinet creux vissé sur le cuveau *c,c;* ce robinet est disposé de telle façon qu'il arrête l'écoulement du liquide du cuveau lorsque le tube *f* cesse d'être en communication avec le tube *d* et lorsque le tube *f* est élevé ou abaissé dans une position perpendiculaire. On a représenté dans la fig. 10 une section verticale de ce robinet.

c,c est le cuveau suspendu au-dessus des quarts ou tonneaux rangés sur leurs chantiers. A chacun de ces quarts est adapté un appareil, et c'est dans leur trou de bonde qu'on fait entrer avec force et qu'on lute à la terre grasse, si cela est nécessaire, la partie conique *a* de l'appareil. Cela fait, on abaisse ou on élève le tube *f*, et on l'unit par l'écrou *e* avec le tube *d*.

Quand tout est ainsi disposé, on fait couler la bière, dont la fermentation doit être suffisamment avancée, dans le cuveau *c,c*, d'où elle passe par les tubes *f* et *d* dans les tonneaux qu'elle remplit. Quand ceux-ci sont pleins, on laisse encore couler une certaine quantité de liquide dans le cuveau *c,c*, qui avec celle qui s'élèvera ensuite des tonneaux par la fermentation jusque dans le cuveau suffira pour maintenir les quarts constamment pleins à mesure que leur contenu diminuera par la fermentation. L'écume, comme on voit, s'élève par le tube *b* et retombe dans le cuveau; la fermentation et la clarification de la bière marchent donc sans qu'on ait, pour ainsi dire, à s'en occuper, et lorsqu'elles sont terminées, ce dont on s'aperçoit en examinant l'ouverture par laquelle le tube *b* débouche dans le cuveau et dont il ne coule plus d'écume, on dévisse et relève le tube *f* pour arrêter l'écoulement du liquide du cuveau, puis on enlève l'appareil et on pose la bonde sur les tonneaux.

On sait qu'il y a quelques pays, et surtout en Angleterre, où, pour les bières légères, on n'entonne que lorsque la bière est déjà limpide et claire, c'est-à-dire qu'on permet à la fermentation de s'effectuer complétement dans la cuve guilloire. Sans avoir à nous prononcer sur le mérite de ce procédé, nous dirons seulement qu'on peut disposer aisément la cuve à fermentation de manière à y obtenir les mêmes effets qu'avec l'appareil précédent, ainsi qu'on pourra s'en convaincre à l'inspection des fig. 11 et 12 ainsi que celles 13 et 14 qui représentent, les deux premières, la coupe et le plan d'une cuve guilloire de forme carrée, et les secondes la coupe et le plan d'une cuve de la même espèce, mais ronde et légèrement conique.

Dans ces figures, *h,h* indique un couvercle fixe portant deux volets mobiles *i,i*, qui établissent une séparation dans la cuve *j* et la partagent en deux cavités, l'une inférieure plus grande, et l'autre supérieure plus petite. Ces volets sont disposés en forme de toit ou de cône, et de manière à fermer hermétiquement, afin de ne pas permettre l'infiltration d'un liquide qu'on verserait dans la cavité supérieure de la cuve excepté, par les tubes destinés à cet effet. Sur ces volets s'élèvent, de distance en distance, des tubes aux écumes *b,b,b*, et de la partie fixe du couvercle descendent d'autres tubes de remplissage *d,d,d* qui se prolongent jusqu'à une certaine distance du fond de la cuve.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour se servir de cet appareil, on dirige le brassin sortant des bacs ou des rafraîchissoirs dans cette cuve guilloire, et on y ajoute de la levure. Lorsque la fermentation est arrivée au point convenable pour le clair, on ferme les volets du couvercle, on visse les tubes aux écumes et de remplissage, et on verse 4 à 5 centimètres de bière claire sur le couvercle, afin de remplacer celle que la fermentation qui s'achève va chasser de la cuve.

Il est évident, par cette disposition, que le liquide qui se trouve dans la cuve sera amené au clair de la même manière que dans les quarts et tonneaux dont il a été question ci-dessus; que les écumes s'échapperont en montant par les tubes *b*,*b*,*b*, tandis qu'elles seront remplacées par de la bière claire qui descendra par les tubes *d*,*d*,*d*. La bière, devenue limpide, pourra donc aussitôt être entonnée, bouchée et expédiée pour l'usage et la consommation.

Nous avons peu d'observations à ajouter à la description que nous venons de donner de cet appareil; cependant quelques-unes nous paraissent mériter d'être consignées ici.

D'abord, il ne faudrait pas, comme dans l'appareil que nous avons vu, établir l'ouverture des tubes *f* et *g* dans le cuveau *c*,*c* au niveau du fond de celui-ci, car personne n'ignore que les écumes qui s'échappent des tonneaux en fermentation se partagent assez promptement en trois parties: l'une, qui est de la bière claire, et les deux autres de la levure dont une portion s'élève à la surface de la bière, et une autre partie qui gagne le fond. C'est cette dernière qu'on évitera de faire rentrer dans les tonneaux en plaçant les ouvertures des tubes de remplissage vers la partie moyenne de la hauteur de liquide qu'on veut entretenir dans le cuveau.

Malheureusement une fermentation tumultueuse et celle qui est produite par une mise en levure à un trop haut degré de température est la seule qui donne des écumes bien fluides et sortant avec énergie; la plupart du temps, le jet dans une bonne préparation, surtout pour les bières fortes, marche lentement, et les écumes sont tellement gluantes et compactes qu'elles ne descendent qu'avec peine; par conséquent on doit craindre qu'elles n'éprouvent quelque difficulté à s'élever dans les tubes *b* et à se déverser dans le baquet, ou que, par leur poids, elles ne produisent une pression assez énergique qui pourrait s'opposer à la parfaite clarté de la bière. Au reste, c'est ce que l'expérience démontrera.

L'appareil pour la fermentation dans la cuve guilloire nous semble exposé aux mêmes reproches, quoiqu'il soit beaucoup plus facile ici d'apporter un remède à ce défaut, à cause de la faible élévation qu'on peut donner aux tubes à écumes *b*,*b*.

La disposition indiquée pour cette cuve mérite aussi une observation, en ce qu'elle fait jouir en partie des avantages qui ont été attribués dans la brasserie aux cuves à fermentation fermées, c'est-à-dire d'éviter l'altération spontanée acide ou putride résultant du contact renouvelé de l'air sur le liquide en fermentation, et de rendre cette fermentation plus régulière en maintenant une température plus égale et plus uniforme.

Au reste, nous ne saurions mieux terminer cet article qu'en rapportant les termes d'un rapport qui a été fait en 1839 par M. J. Wilson, professeur de chimie, sur un appareil de ce genre établi à Liverpool, dans la brasserie de M. P. Walker, qui en est, à ce que nous croyons, l'inventeur, et chez lequel il était en fonction depuis plus de six mois.

« Au moment, dit M. Wilson, où j'ai visité la brasserie en question, il y avait sur les chantiers trois brassins distincts formant 90 barils soumis à la fermentation. Chacun de ces brassins se trouvait arrivé à une période différente de cette fermentation, de façon que j'ai pu observer l'opération tout entière depuis son premier terme jusqu'à sa terminaison.

» Dans la première période de l'opération, la bière de remplissage était fournie aux barils à peu près dans le même état de fermentation et de trouble où elle se trouvait dans les barils; mais, dans la seconde période, la levure s'était déjà légèrement solidifiée dans le cuveau, et le liquide de remplissage était déjà clair et presque exempt de tout mélange de levure. La levure la plus légère couvrait toute la partie supérieure du liquide renfermé dans le cuveau, tandis que la plus pesante avait déjà gagné le fond. L'alimentation des barils ou leur remplissage s'opérait donc alors avec le liquide au-dessus de la surface de la levure pesante et au-dessous du chapeau que formait la levure légère.

» Dans le troisième brassin, j'ai également examiné et goûté la liqueur de remplissage, et observé tout particulièrement l'état de la levure dans le cuveau. Cette liqueur était entièrement calmée, elle avait jeté toute sa levure légère et déposé toute sa levure pesante ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sédimenteuse, et, par conséquent, elle était parfaitement limpide, et comme elle n'avait, à aucune époque, été soumise au contact ou à l'action de l'atmosphère, elle avait conservé tout son acide carbonique. Cette liqueur, versée dans des tubes, nous a paru complétement exempte de levure et pure, et il en a été de même du liquide qui a été puisé dans les barils.

» Je pense que ce mode de remplissage des tonneaux, sans qu'il y ait contact de l'atmosphère, est extrêmement précieux. Dans la méthode ordinaire, la liqueur qui se déverse par la bonde des barils et coule dans les cuveaux, perd une portion considérable de son alcool, et ce qu'il en reste, absorbant l'oxigène de l'air, se convertit en acide acétique ou en vinaigre, tandis que dans le mode nouveau, la liqueur, à aucune époque, n'étant frappée par l'air, il ne peut y avoir acétification de l'alcool; de plus, la bière ou l'ale y conservent tout leur acide carbonique qui les rend mousseuses ou pétillantes.

» On peut dire aussi que la levure n'y est pas battue et tourmentée comme dans le mode actuel, qu'elle conserve toutes ses propriétés fermentescibles, qu'elle est d'une qualité supérieure à l'autre levure, tant pour la brasserie que pour la préparation du pain; et en effet, en l'examinant attentivement, j'ai trouvé qu'elle avait une couleur uniforme et claire, et qu'elle était parfaitement pure.

» Au reste, je dois déclarer que j'ai admiré la propreté du procédé, les résultats nets qu'il procure, aussi bien que sa simplicité; et comme on n'a plus besoin ainsi de travail mécanique ou manuel, ou de surveillance personnelle, on peut interdire l'entrée des ateliers à une foule d'ouvriers d'un rang inférieur dont la négligence ou l'incurie causent toujours des pertes et des dégâts. »

Pétrisseur mécanique de M. Fontaine, boulanger.

Si le pétrissage du pain à la mécanique a tant de peine à s'introduire parmi nous, il ne faut pas uniquement en attribuer la cause à la routine aveugle d'un grand nombre de boulangers, aux coalitions des ouvriers, à certaines habitudes ou répugnances des populations. Sans doute ces causes ont beaucoup retardé l'introduction des pétrins mécaniques; mais il est également juste de dire que l'imperfection du travail mécanique de ces instruments a été également un motif puissant qui en a fait, non sans quelque fondement, rejeter l'usage.

Le pétrissage du pain, tout simple qu'il puisse paraître, est cependant une opération se partageant en plusieurs autres très-nécessaires à la bonne préparation de la pâte, et qui ont besoin d'être exécutées avec soin pour obtenir les qualités de pain auxquelles les populations sont aujourd'hui accoutumées.

Or, parmi le grand nombre de pétrins mécaniques qui ont été inventés, les uns opèrent mal le délayage, d'autres ne font qu'un pétrissage imparfait, ne renouvellent pas les surfaces de la pâte ou ne l'étirent et ne la travaillent pas suffisamment; dans d'autres, on ne peut faire les levains de première, ou y travailler ceux de seconde, etc., sans compter d'autres défauts inhérents à plusieurs de ces machines, tels que d'être d'un nettoyage difficile, de produire l'adhérence et l'accumulation des pâtes dans certaines parties où il n'est pas aisé de la recueillir, d'exiger une force mécanique trop considérable, etc.

Quoi qu'il en soit, les nombreuses tentatives qui ont été faites en France, en Allemagne et en Amérique pour la construction des pétrins mécaniques, dont aujourd'hui un fort petit nombre méritent l'approbation des gens de l'art, nous ont indiqué plus nettement les conditions qu'il s'agissait de remplir et les écueils qu'il fallait éviter. On doit donc s'attendre que dans ce genre de machines, celles qu'on proposera comme nouvelles se distingueront des autres par une solution plus complète du problème mécanique qu'on se proposait de résoudre.

C'est sous ce point de vue que nous croyons devoir donner ici la description avec figures du pétrisseur mécanique de M. Fontaine, boulanger à Paris, qui nous paraît remarquable par sa simplicité, la régularité de sa marche et la bonne qualité du travail qu'il produit. Nous empruntons cette description et les figures au n° de janvier 1840 du Bulletin de la Société d'encouragement.

Planche VII, fig. 15. Élévation du pétrisseur.
fig. 16. Vue par le bout du même.
fig. 17. Coupe transversale.
fig. 18. Section longitudinale.
fig. 19. Section horizontale au niveau du couvercle.
fig. 20. Levier à frein pour arrêter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le mouvement du volant.

fig. 21. Détail de la charnière du couvercle.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, bâti portant des paliers dans lesquels tournent les tourillons du pétrin. B,B′,B″ pétrisseur en forme de tonneau allongé, divisé en trois compartiments par les cloisons C,C : celui du milieu sert à la préparation des levains, et les deux autres sont destinés à la formation de la pâte. C′C′, les deux fonds du pétrisseur. D, couvercle tournant sur trois charnières.

E,E,E barres de bois épaisses, larges d'un bout, étroites de l'autre et à arêtes vives. Les barres inférieures se placent dans une position inclinée dans le sens de la profondeur du pétrin et diagonalement en s'appuyant sur de petits taquets de bois ; les barres supérieures croisent les premières, mais sont horizontales ; elles s'appuient aussi sur des taquets de bois et sont maintenues par le couvercle. La fig. 19 montre la disposition de ces barres qui s'enlèvent et se placent facilement.

F,F tourillons du pétrin. G roue dentée montée sur l'un des tourillons. H pignon engrenant dans cette roue. I poulie recevant la courroie d'un tambour que font mouvoir des chiens. J volant. K frein embrassant une partie de la périphérie du volant. L levier au moyen duquel on serre le frein. M charnière du couvercle.

a Verrous servant à fermer le couvercle. *b* Roue à rochet d'un compteur. *c* Pièce ceintrée attachée au pétrin et qui à chaque révolution heurte contre le cliquet *d* qui s'engage dans une dent du rochet et le pousse en avant. *e* Clavette qui passe dans l'armature du couvercle et qu'on serre pour assurer son exacte fermeture.

Ce pétrin, qui fonctionne dans la boulangerie perfectionnée de MM. Mouchot frères, au petit Montrouge près Paris, a $2^m,30$ de longueur sur $0^m,673$ de diamètre. Il est divisé en trois compartiments égaux qui contiennent environ chacun 200 kilog. de pâte, en tout 600 kilog. formés de 640 parties de farine, 160 parties d'eau à une température de 15 à 20 degrés, 567 grammes de levure, un demi-kilog. de sel et 200 kilog. de pâte déjà faite et extraite de la fournée précédente pour servir de levain.

Ces 600 kilog. de matière se transforment en pâte en passant par les barres mobiles, croisées et superposées E à $0^m,16$ de distance, qui la tirent et la travaillent en tous sens. Pendant l'opération, le couvercle du pétrin doit rester hermétiquement fermé. Chaque tour de pétrin est marqué par le compteur sur lequel passe le levier communiquant avec le frein, pour arrêter le pétrin lorsqu'il en est besoin; en sorte qu'on sait toujours combien de tours a reçus la pâte, ce qui assure au travail une régularité parfaite.

Une sonnette disposée dans l'intérieur du bâti A avertit l'ouvrier chargé de la surveillance qu'il est temps, à la moitié du nombre de tours, d'ouvrir le pétrin pour renouveler l'air indispensable à l'action du pétrissage, et à la fin pour retirer les barres dites *travailleurs de pâte*, et donner la forme au pain. C'est le seul moment où l'homme touche à la pâte. Ce pétrin fait quatre tours à la minute ; le pétrissage par les barres dure 16 à 18 minutes.

Dans l'établissement cité, des chiens de la race des mâtins ont remplacé l'ouvrier qui tournait la manivelle et fatiguait beaucoup. Deux de ces animaux sont placés dans une grande roue en bois de $5^m,24$ de diamètre, dont l'axe est suspendu par deux tringles en fer ; cette roue est enveloppée d'une courroie qui par l'intermédiaire d'une poulie et d'un engrenage transmet le mouvement au pétrin. Le volant de $1^m,46$ de diamètre sert à régulariser le mouvement.

L'ouvrier ayant fait entrer les chiens dans la roue, où ils agissent à la manière des écureuils, n'a plus à s'occuper de la pâte qu'au bout de 8 minutes pour examiner les progrès du pétrissage et râcler le peu de farine qui a pu s'attacher aux angles du pétrin ; l'avertissement lui est donné par la sonnette que le compteur fait agir ; aussitôt que les chiens entendent ce bruit ils s'arrêtent et ne partent qu'au coup de sifflet après que l'ouvrier a refermé le pétrin. Au bout de huit autres minutes, le pétrin s'arrête de nouveau, les chiens vont se reposer et l'ouvrier retire la pâte qui se trouve parfaitement homogène, ayant été étirée constamment par les barres, pendant la rotation du pétrisseur. Après avoir formé cette pâte en pain, elle est portée au four, où elle est cuite au bout d'une heure. Ainsi toute l'opération dure environ une heure et demie.

La roue étant placée dans une pièce séparée, les chiens ne peuvent jamais pénétrer dans le fournil.

Un seul pétrin suffit pour alimenter deux grands fours dans chacun desquels on achève 24 fournées en 24 heures ou 48 en tout, donnant chacune 130 kilog. de pain cuit ou en totalité 3,120 kilog. dans un seul four.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Disposition pour régulariser le mouvement des machines.

Par M. Combes, ingénieur des mines.

M. Combes indique un moyen fort simple de disposer les freins de manière que le travail résistant auquel ils donnent lieu soit équivalent au travail résistant de chacun des mécanismes mis en mouvement par une même machine, de telle sorte que la charge de la machine n'éprouve aucun changement quand on vient à embrayer ou à débrayer une partie de ces mécanismes.

Dans le cas où chacun d'eux est conduit par une courroie sans fin, la disposition indiquée par M. Combes consiste à substituer à la poulie folle destinée à recevoir la courroie lors du débrayage, une poulie montée sur un arbre particulier d'une petite longueur placé sur le prolongement de celui qui porte la poulie fixe, mais distinct de celui-ci. Ce petit arbre porte une roue en fonte ou en bois cerclée en fer, sur le contour de laquelle s'appuie un frein à coussinet métallique. La pression de ce frein est réglée au moyen d'un poids ou mieux d'un simple boulon à écrou avec interposition d'un ressort entre l'écrou et la longue branche du frein, de manière à occasionner sur la roue un frottement équivalent à la résistance due au jeu du mécanisme; ce à quoi on parviendra aisément par le tâtonnement.

Il résulte de là que lors du débrayage ou de l'embrayage, la charge de la machine devra rester la même et par conséquent sa vitesse rester invariable, sauf toutefois les effets de l'inertie des pièces mobiles et de l'augmentation du frottement entre les surfaces après un contact de quelque durée. Par cette double cause il y aura une petite diminution de la vitesse du moteur, chaque fois qu'on embrayera ou débrayera; mais ce ralentissement a beaucoup moins d'inconvénients que l'accélération de vitesse qui a lieu lors des débrayages dans les ateliers dépourvus de modérateurs, ou même dans la plupart des ateliers pourvus de modérateurs mal établis, ce qui est très-fréquent.

Il est évident, ajoute M. Combes, que la disposition indiquée des freins consistant à remplacer les résistances utiles dont l'action est momentanément suspendue par des résistances *inutiles* équivalant à la dépense de force motrice, demeure constante quel que soit le nombre des mécanismes débrayés. Mais il y a beaucoup de circonstances dans lesquelles l'économie de force due à l'usage des modérateurs connus est d'une faible importance, tandis que l'uniformité du mouvement des mécanismes demeurant embrayés est très-essentielle.

On peut disposer l'arbre court qui porte la roue du frein et la poulie de débrayage de façon qu'il puisse, à volonté, glisser longitudinalement sur ses paliers, d'une quantité un peu plus grande que la largeur de la courroie, afin qu'on puisse dégager celle-ci quand elle a besoin d'être réparée ou de recevoir une tension plus forte.

Il est facile d'imaginer des dispositifs particuliers au cas où le mouvement serait transmis par des roues d'engrenage susceptibles d'être débrayées au lieu de l'être par des courroies.

Sur la dynamométrie.

Par le capitaine Morin, professeur de mécanique appliquée au Conservatoire des arts et métiers.

L'utilité d'instruments propres à mesurer la force des machines en mouvement a été sentie depuis bien longtemps par les mécaniciens, et des savants illustres n'ont pas dédaigné de s'occuper de la solution de cette question. M. de Prony, par l'application du frein comme moyen dynamométrique, a rendu un immense service à l'industrie en lui donnant un appareil simple et facile à établir dans presque toutes les localités pour mesurer l'effet utile des moteurs hydrauliques, des machines à vapeur, etc. M. Coriolis a présenté en 1829 un dynamomètre à rotation et dans lequel il proposait l'emploi d'un compteur. M. Poncelet, de son côté, a proposé en 1835 un appareil d'un genre analogue qui pourrait servir à la fois de régulateur et de dynamomètre.

D'autres ingénieurs ont aussi imaginé des dispositions plus ou moins heureuses, mais jusqu'à ce jour le frein dynamométrique de M. de Prony est le seul instrument de ce genre qui ait été employé avec suite et succès pour la me-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sure du travail transmis par les moteurs inanimés, et presque rien n'a été fait pour la détermination de celui qui est consommé par les machines ou outils de fabrication. La question m'a paru assez importante pour mériter des tentatives nouvelles suivies avec persévérance.

Pour les moteurs animés, dont l'action ordinairement continue s'exerce, soit en ligne droite, soit circulairement, par l'intermédiaire de traits, de leviers qu'il est facile de mettre en rapport avec des dynamomètres, je crois être parvenu à une solution complète et applicable à la plupart des cas importants de la pratique par la construction de mes dynamomètres, auxquels l'Académie des sciences a décerné le prix de mécanique en 1833, et qui depuis ont reçu de notables perfectionnements. Je ne décrirai pas ces instruments qui sont connus; mais je ferai remarquer un résultat que j'ai obtenu récemment, qui est une vérification intéressante des formules de la théorie de la résistance des matériaux dans les limites où les hypothèses sur lesquelles elle est fondée sont admissibles.

Désirant établir un dynamomètre capable de mesurer l'effet simultané des chevaux que l'on attelle souvent, au nombre de huit à dix, aux gros bateaux qui remontent les rivières, j'avais fait faire des lames dynamométriques semblables à celles que j'employais précédemment et susceptibles de porter des tensions de 1,000 à 1,100 kilog. J'y avais réussi, mais leur longueur les rendait embarrassantes, et j'essayai d'accoupler deux paires de lames de dimensions moindres, pensant que leur résistance totale devait, comme celle des lames isolées, suivre la loi d'une proportion régulière de la flexion aux effets et être égale à la somme de leurs résistances partielles.

Je fis donc exécuter trois paires de lames de même longueur, pouvant, par conséquent, s'adapter dans la même monture, mais différentes par leur épaisseur.

Elles furent d'abord tarées à part et donnèrent toutes, comme à l'ordinaire, des flexions proportionnées aux poids dans les limites des charges qu'elles devaient supporter. Puis on les accoupla deux à deux; toujours le poids qui faisait prendre à l'ensemble des lames une flexion donnée a été trouvé égal à la somme des poids qui faisaient prendre la même flexion à chacune d'elles.

Ainsi, par exemple, une lame de 200 kilog., qui prenait une flexion de $0^m,060$ sous un effort de 210 kilog., et une lame de 450 kilog., qui prenait la même flexion sous une charge de 447 kilog., étant accouplées, devaient prendre la même flexion sous une charge de $210 + 447 = 657$ kil. L'expérience a montré qu'elles prenaient cette flexion sous un poids de 655 kilog.

On voit donc que quand deux lames élastiques sont soumises ensemble à un même effort, elles se partagent la résistance dans le rapport de leur flexion. Cette conséquence naturelle de la théorie de la résistance des matériaux à la flexion n'avait pas été vérifiée encore avec cette précision.

Sans parler davantage de ces instruments, je ferai remarquer combien il serait à désirer que leur usage se répandît, et que des expérimentateurs voulussent bien les appliquer à une foule de questions importantes pour l'industrie, le commerce et l'agriculture, et qui restent sans solution faute d'expériences bien faites.

Je citerai, entre autres, l'étude des machines d'agriculture sous le rapport de la quantité de travail qu'elles consomment, et, pour donner une idée de l'utilité de ces recherches, je rapporterai les résultats d'un travail que j'ai commencé sur les diverses charrues, et qui sont relatifs à des expériences comparatives faites avec la charrue grossière du pays Messin et la charrue perfectionnée de M. de Dombasle, avec soc et versoir en fonte montés sur avant-train.

Dans une terre désignée par les cultivateurs comme légère, ce qui n'est qu'une indication relative, la largeur du sillon étant de $0^m,38$ sur $0^m,16$ de profondeur, le tirage moyen de la charrue du pays Messin, traînée par quatre chevaux, a été de 241 kilog., tandis que celui de la charrue de M. de Dombasle n'était que de 189 kilog., ou seulement les 3/4 du premier.

Dans une autre terre, signalée comme très-forte, le tirage a été pour des sillons de même dimension que ci-dessus.
Avec la charrue du pays Messin. 363 kil.
Avec celle de M. de Dombasle. . 329
Le dernier chiffre n'est que le 9/10 du premier.

Ces seuls résultats montrent combien il serait à désirer que des expériences complètes, variées et surtout dégagées de tout esprit de système, fussent entreprises sur toutes les machines de l'agriculture.

Sans m'étendre davantage sur ce sujet, je passe à l'objet des instruments qui sont destinés à la mesure des effets ou des quantités de travail, transmis à un axe de rotation par un moteur, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des circonstances quelconques et pendant un temps fort long.

Le frein dynamométrique offre quelques inconvénients et ne peut même souvent être employé. Son usage exige en effet que la fabrication de l'usine soit interrompue, afin que tout le travail du moteur que l'on expérimente soit mesuré par cet instrument, et dès lors, quand il s'agit de plusieurs des machines en activité dans un atelier, cet instrument ne peut être d'aucun usage. De même, lorsqu'un moteur faisant marcher dans diverses parties d'un bâtiment des machines différentes, on veut déterminer la quantité de travail livré ou transmis à chaque atelier, il n'est pas possible de se servir pour cela du frein dynamométrique.

Ces circonstances se présentent souvent dans la pratique, et les ingénieurs sont journellement embarrassés pour apprécier la force nécessaire pour faire marcher les diverses machines de fabrications. D'un autre côté, dans les grandes villes, il y a beaucoup d'usines où la force du moteur est louée en détail à des industriels qui emploient des machines fort différentes. Des contestations s'élèvent sans cesse entre les locataires et les propriétaires sur l'appréciation de la force consommée, sans que les tribunaux ni les experts qu'ils nomment puissent les résoudre d'une manière juste et certaine.

Il faut donc à l'industrie un instrument d'un usage commode qui, à l'aide d'opérations très-simples, permette, selon les besoins, de mesurer pendant la fabrication, et durant un temps plus ou moins long, la quantité de travail consommée par une machine donnée ou transmise par un moteur. Il faut aussi qu'au besoin l'expérience puisse être prolongée pendant un temps fort long, sans que la présence des observateurs soit nécessaire, et néanmoins sans que les résultats puissent être altérés par la mauvaise foi.

Pour résoudre cette question, je me suis proposé de construire deux dynamomètres de rotation basés sur le principe de celui que j'ai employé avec succès, en 1834, pour mes expériences sur le frottement des axes de rotation.

Le premier est destiné à donner pendant un nombre de révolutions qui peut s'élever de 150 à 450, et même plus, la quantité de travail et l'effort moyen transmis par un moteur à une machine de fabrication avec toutes ses variations; cet appareil devant fonctionner pendant que la machine travaille, sans gêner aucunement sa marche, pouvant au besoin être appliqué à une ou plusieurs machines et transporté de l'une à l'autre sans exiger aucun changement.

A l'aide de cet instrument, un constructeur peut étudier et déterminer la quantité de travail nécessaire pour faire marcher diverses machines de fabrication, soit ensemble, soit séparément.

Le second appareil, destiné à marcher pendant un temps fort long, doit donner après une journée, une semaine, une quinzaine, la quantité totale de travail transmise par le moteur ou consommée par une machine, de façon que les résultats indiqués par un compteur, renfermé dans une boîte à deux clefs, ne puissent être altérés.

Un semblable instrument placé dans un atelier indiquera à la fin de chaque semaine la force qui aura été réellement consommée par le locataire et servira de base incontestable au règlement des loyers; appliqué à une machine à vapeur pendant une quinzaine ou un mois, il montrera d'une manière irrécusable quelle est la force de la machine et la quantité de travail qu'elle transmet par kilogramme de charbon brûlé, et peut-être alors, par ces expériences prolongées et à l'abri de toute fraude, verrait-on modifier un peu les résultats merveilleux annoncés par quelques constructeurs. Il est, en effet, nécessaire pour cette dernière détermination que l'expérience se prolonge très-longtemps, car la manière de conduire le feu, de préparer le foyer et la chaudière, ainsi que la durée des observations, ont une influence énorme sur les résultats.

La tare de ces instruments, ou la démonstration de l'exactitude de leurs indications et de leur rapport avec le travail exécuté ou transmis par la machine, est d'ailleurs tellement simple et facile à comprendre qu'elle n'exige aucune autre connaissance en mécanique que celles qui sont possédées par les chefs ouvriers ordinaires.

Ces instruments, dont il serait peut-être difficile de comprendre le mécanisme si on ne les a pas sous les yeux, se composent d'un arbre auquel le mouvement est transmis par la puissance au moyen d'une poulie fixe. Cet arbre porte une autre poulie qui doit communiquer le mouvement à la machine sur laquelle agit la résistance. Mais l'arbre traversant l'œil de cette poulie à frottement doux, il ne l'entraînerait pas dans son mouvement, si une lame de ressort implantée dans cet arbre, dans le sens de l'un de ses rayons, ne venait agir contre un arrêt qui fait corps avec la poulie et qui est en saillie sur l'un de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses bras. L'action est ainsi transmise par l'intermédiaire de la lame de ressort, dont la flexion mesure l'effort qu'elle supporte et par suite l'intensité de la résistance à vaincre. Les lames employées jouissent, comme celles que j'ai déjà mises en usage, de la propriété de prendre des flexions proportionnelles aux efforts qu'elles supportent. Dans l'un des dynamomètres un style, dans l'autre un compteur totalise la quantité d'action transmise de la même manière que dans le dynamomètre à compteur.

Les essais déjà exécutés avec ces appareils m'ont paru complétement satisfaisants, et j'espère qu'ils pourront être d'une grande utilité à l'industrie.

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, ingénieur civil.

INTRODUCTION.

La construction des locomotives, industrie nouvelle en France, est destinée à y prendre une extension au moins égale à celle des machines fixes, si les grandes lignes de chemins de fer s'exécutent.

Déjà quelques-uns de nos ateliers se sont risqués à en construire, mais jusqu'à présent on n'a pas encore renoncé à les tirer en majeure partie de l'Angleterre.

A quoi faut-il attribuer cette préférence ? est-ce à un malheureux engouement pour tout ce qui nous vient de l'autre côté du détroit, ou bien à notre propre infériorité ? Malgré le plaisir que nous aurions à avouer le contraire, nous ne pouvons, dans cette circonstance, nous empêcher d'admettre le deuxième motif, bien persuadés que les constructeurs de machines eux-mêmes sont de notre avis. A nous donc de redoubler de zèle, de nous entendre et de profiter de tout ce qu'ont fait les autres, avant de nous aventurer dans une voie aussi difficile et aussi chanceuse que la construction de ces moteurs.

Si jusqu'à présent les Anglais se sont montrés supérieurs à nous dans cette branche d'industrie, c'est qu'ils ont su allier les exigences de la théorie à la solidité de la construction ; tandis que, chez nous, on n'a pas tout à fait suivi la même route, comme a pu s'en convaincre quiconque a étudié les différents modes de construction des locomotives employés aujourd'hui. En effet, parmi nos constructeurs, les uns ont sacrifié les avantages d'une construction solide aux principes, peut-être trop rigoureux, de la théorie, et les autres se sont attachés seulement à faire des machines solides sans s'inquiéter si leurs dimensions étaient en rapport avec les résultats qu'on a droit d'en attendre.

C'est en nous livrant à ces réflexions que nous avons conçu le projet de mettre en regard, dans un même travail, la théorie et la pratique, et d'en déduire tout un système de construction pour les locomotives. Nous sommes loin de prétendre, en agissant ainsi, imposer nos idées aux constructeurs ; trop heureux s'ils trouvent à puiser quelques renseignements utiles dans ce que nous dirons ! nous trouverons même naturel que d'autres personnes entreprennent le même travail que nous, convaincus qu'il en résultera un système de construction qui, s'il n'est pas le bon, sera du moins un des meilleurs.

Nous avons divisé cet ouvrage en trois parties :

La première, sous le titre de Description historique des locomotives, aura pour objet la recherche des appareils nécessaires à la production du travail qui leur est propre ; ce qui nous donnera occasion de passer en revue les différentes pièces qui se sont succédé dans ces machines depuis leur origine jusqu'à ce jour.

La deuxième sera la théorie proprement dite des locomotives actuelles, c'est-à-dire le calcul des dimensions des différentes parties qui les composent, en ayant égard aux résultats pratiques indiqués dans les ouvrages de MM. Nicolas Wood, Guyonneau de Pambour, Eugène Flachat et Jules Petiet.

La troisième, qui nous est toute spéciale, traitera de la construction proprement dite, c'est-à-dire de l'organisation, l'outillage, la détermination des forces et formes des pièces, ainsi que les méthodes les plus convenables pour les exécuter. Elle contiendra en outre un devis aussi approximatif que possible des poids et prix de revient des différentes pièces.

Nous terminerons par quelques notes sur les locomotives de routes ordinaires, ayant eu occasion d'expérimenter sur plusieurs d'entre elles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE.

Description historique des différentes parties qui composent une locomotive.

CHAPITRE Ier.

DÉFINITIONS.

L'origine des locomotives a été la solution du problème suivant :

Appliquer la force motrice de la vapeur au transport, soit sur routes ordinaires, soit sur chemins de fer.

Il existe quatre procédés pour arriver à cette solution; lequel est le meilleur? c'est ce que l'expérience devait démontrer : aussi furent-ils mis tous quatre en pratique, comme nous allons le voir. Ce sont :

1° Adapter un *treuil* à une *machine fixe*, et faire enrouler dessus une corde dont l'extrémité est attachée au convoi que l'on veut remorquer.

Ce procédé simple fut le premier employé, et il est exclusivement réservé, aujourd'hui, aux fortes *pentes*.

2° Placer le treuil et la machine sur le convoi même, et fixer l'extrémité de la corde en un point déterminé du chemin à parcourir.

Ce procédé, qui est l'inverse du précédent, fut mis en pratique par MM. William et Edouard Chapmann en 1812. Ces messieurs substituaient à la corde et au treuil une chaîne régnant sur toute la longueur du chemin et engrenant avec une *roue dentée* mue par la machine.

3° Armer la machine, montée sur des roues, d'articulations en fer fonctionnant d'une manière analogue aux jambes et pieds des animaux.

Ce procédé fut mis en pratique par M. Brunton en 1813.

4° Imprimer un mouvement de rotation à deux roues égales, fixées sur un même essieu, afin que leurs vitesses soient égales, au moyen d'une machine à vapeur montée elle-même sur des roues; donnant aux roues motrices une adhérence avec le sol suffisante pour qu'elles ne glissent pas.

Ce procédé, qui est le principe des locomotives actuelles, fut mis en pratique la première fois par M. Blinkensop en 1811, c'est-à-dire avant l'invention de MM. William et Edouard Chapmann. Pourquoi ne fut-il pas adopté immédiatement? on le comprendra facilement si nous disons que, pour produire l'adhérence des roues avec le sol, M. Blinkensop armait ses roues motrices de *dents* engrenant avec une *crémaillère* qui régnait sur toute la longueur du chemin. L'invention de MM. Chapmann était donc un vrai perfectionnement à ce procédé.

On en était à l'invention de M. Brunton, lorsque M. Blackette, ingénieur anglais, prouva par des expériences directes que l'adhérence des roues ordinaires sur les rails était suffisante pour remorquer pratiquement les mêmes charges que les roues à engrenage.

Cette découverte fit une véritable révolution dans les locomotives, et ce n'est guère qu'à partir de cette époque qu'on s'occupa sérieusement d'en construire.

La première locomotive exécutée d'après le système de M. Blackette fut essayée sur le chemin de fer de Wylan, où elle eut un succès complet, du moins quant à l'adhérence. Depuis lors on ne songea plus qu'à perfectionner ce système, et c'est lui que l'on considère aujourd'hui comme la solution du problème énoncé ci-dessus. C'est en partant du principe sur lequel il est fondé que nous allons tâcher de composer une locomotive moderne en passant en revue toutes les modifications qu'a subies chacune de ses parties depuis cette époque jusqu'à nos jours.

CHAPITRE II.

TRAVAIL ET TRANSMISSION DE MOUVEMENT.

§ 1. *Disposition des roues et essieux.*

D'après ce que nous venons de dire, la locomotive est un appareil composé essentiellement de deux roues égales, fixées sur un même essieu, lequel est chargé d'un poids déterminé, et doué d'un mouvement de rotation que lui imprime une machine à vapeur faisant corps avec lui. Cette machine se trouve donc, de toute nécessité, supportée sur des roues.

Nous avons énoncé comme condition indispensable que les roues motrices seraient égales et fixées sur un même essieu, parce que s'il en était autrement, si par exemple elles étaient égales et fixées sur des essieux différents ou *folles* sur le même essieu, il leur faudrait à chacune un moteur particulier, d'où il résulterait impossibilité de leur imprimer des vitesses égales. De même, si, étant fixées sur le même essieu, l'une était plus grande que l'autre, les vitesses seraient encore inégales; la conséquence de vitesses inégales pour les roues entraîne la déviation à droite ou à gauche, et, partant, la sortie de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. *Position des cylindres à vapeur.*

La machine à vapeur, la seule exclusivement employée tant comme machine fixe que comme locomotive, est la machine à piston et cylindre. Nous n'énumérerons donc pas les diverses méthodes d'application de la vapeur que l'on peut faire aux locomotives, et nous étudierons uniquement ce dernier système.

D'après le mode d'action de la vapeur dans les cylindres, le premier problème qui se présente à résoudre est le suivant :

Transmettre le mouvement rectiligne alternatif du piston à vapeur au mouvement circulaire continu des roues motrices.

Ce problème est le plus général pour les machines ordinaires, et se résout des trois manières suivantes :

1° Par l'intermédiaire d'un balancier, d'une bielle et d'une manivelle ;

2° Par l'intermédiaire d'une bielle et d'une manivelle seulement ;

3° Par l'intermédiaire d'une manivelle sans balancier ni bielle.

Dans le premier cas, le cylindre à vapeur est vertical et fixe.

Dans le deuxième cas, le cylindre à vapeur est vertical, incliné ou horizontal et fixe.

Dans le troisième cas, le cylindre à vapeur est oscillant, suivant une inclinaison moyenne quelconque dans un plan perpendiculaire à l'arbre de rotation.

Pour déterminer lequel de ces trois moyens est préférable, il est bon d'examiner d'abord à quelles conditions principales doit satisfaire une locomotive. Or, ces conditions principales sont :

Minimum de largeur,
Minimum de longueur ;
Minimum de hauteur ;
Minimum de poids.

Minimum de largeur, parce que si on les fait plus larges que les voitures qu'elles remorquent, il faut pour elles seules agrandir les tranchées et les souterrains, sans pour cela en retirer plus de profit.

Minimum de longueur, parce qu'il faut pouvoir les manœuvrer sur des plaques tournantes, dans des embranchements et des courbes.

Minimum de hauteur, parce que si leur hauteur est plus grande que celle des voitures remorquées, il faut encore pour elles seules surhausser les souterrains sans profit et risquer de verser dans les courbes par l'effet de la force centrifuge.

Enfin, minimum de poids, parce que des machines trop pesantes détériorent la voie et coûtent beaucoup de traction ; et aussi parce que si leur poids n'était pas suffisant pour produire l'adhérence nécessaire des roues sur les rails, on ne serait pas embarrassé de l'augmenter, soit avec les approvisionnements, soit avec des poids mêmes.

Or, pour la machine à balancier soit en dessus comme dans les machines fixes, soit en dessous comme dans les machines de bateaux, nous dirons que toutes deux sont fort lourdes et ont été inventées pour un système autre que celui des locomotives, la condensation ; en deuxième lieu nous dirons que la première est trop élevée et nécessite un entablement pour supporter son balancier, et que la deuxième est trop large ; aussi doivent-elles être rejetées toutes deux ?

Il nous reste à choisir entre les deux autres systèmes qui n'offrent ni les inconvénients de la hauteur, ni ceux de la largeur ; mais l'un d'eux, celui à bielle et manivelle, présente les inconvénients de sa longueur, dans le cas où les cylindres sont horizontaux. Il suivrait de là, au premier abord, que c'est la *machine oscillante* qui doit l'emporter ; nous ne nous prononcerons pas positivement sur ce fait, mais il est probable que par la suite, quand on aura obtenu des résultats satisfaisants de cette machine, et qu'on aura pu la construire facilement et solide, elle sera employée avec succès dans les locomotives. Pour notre part, nous l'avons vue assez bien fonctionner dans un remorqueur de route ordinaire. Néanmoins, ce n'est pas elle que l'on préfère, et la machine à bielle et manivelle a été jusqu'à ce jour exclusivement employée. Il est bon de dire qu'à la vérité on a éludé l'inconvénient d'une grande longueur pour les cylindres horizontaux, en faisant la course, et, par conséquent, la bielle très-petite.

La première locomotive qui fut construite en 1802, par MM. Trewithick et Vivian, avait un seul cylindre vertical, dont le diamètre était de $0^{m},203$, et sa course de $1^{m},37$. Cette longueur de course n'aurait certainement pas été applicable à une machine horizontale ; aussi citons-nous cet exemple pour faire ressortir tous les perfectionnements qui ont été apportés depuis cette époque. La première, exécutée sur le chemin de fer de Wylan, d'après le système Blackette, avait aussi un seul cylindre vertical, deux bielles et un volant pour le passage de la manivelle au point mort. Le volant ne pouvait être employé longtemps parce qu'il tenait une grande place, quelque petit qu'il fût, qu'il ne ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gularisait pas assez le mouvement, et ne permettait pas d'arrêter ou de changer la marche à volonté ; aussi ne tarda-t-il pas à être remplacé par un second cylindre vertical armé de deux bielles, comme le premier, et dont les manivelles étaient maintenues à angle droit avec celles du premier par le moyen d'engrenages. La transmission du mouvement aux essieux moteurs se faisait encore par des engrenages. Telle fut la première machine à deux cylindres construite par M. Stephenson, en 1814.

Les engrenages ne furent pas longtemps employés, parce qu'ils présentaient l'inconvénient de se casser. Pour y remédier, MM. Dodd et Stephenson placèrent un cylindre vertical sur chaque essieu des roues portant la machine, et adaptèrent les manivelles aux roues mêmes en dehors; puis, pour les conserver à angle droit, ils relièrent les essieux par une chaîne sans fin engrenant avec une roue à dents placée sur chacun d'eux.

Cette disposition des cylindres fut suivie d'une autre non moins ingénieuse qui fut exécutée dans la *Sans-pareille* de M. Hackworth. Il y avait un cylindre vertical à chaque extrémité de l'essieu moteur, perché sur la chaudière en dehors des roues. Par ce moyen, on supprimait deux bielles et deux grandes traverses, chaque cylindre transmettant le mouvement en dessous.

Après la Sans-pareille vint la *Fusée*, par M. Stephenson. Cette machine différait de la précédente en ce que les cylindres étaient inclinés à 45° de chaque côté des roues, toujours en dehors. Pendant quelques années, cette disposition n'éprouva pas de changements sensibles, si ce n'est dans l'inclinaison des cylindres qui se rapprochait de plus en plus de l'horizontale. Enfin, quand l'expérience eut complétement démontré que l'usure des cylindres n'était pas différente dans quelque position qu'ils fussent, on ne chercha plus que les moyens de les placer d'une manière non embarrassante, c'est-à-dire sous la chaudière entre les roues. Pour arriver à ce résultat, il fallut construire des essieux coudés, construction bien facile en fonte, mais excessivement difficile en fer forgé, et il n'était pas possible d'en employer d'autres que ces derniers, par la raison qu'ils se cassaient. Les cylindres, alors, furent d'abord placés inclinés, parce que, comme on portait la machine sur quatre roues et que son poids total n'était que suffisant pour produire l'adhérence nécessaire sur les rails, on accouplait les roues par des bielles. Par la suite, et cela ne date que de quelques années, on renonça aux roues accouplées pour remplacer les deux dernières par des petites qui permirent alors de mettre les cylindres horizontaux, point auquel on est arrivé aujourd'hui. Si nous recherchons les motifs qui ont fait renoncer aux roues accouplées, nous les trouvons d'abord dans l'augmentation de dimensions, et par conséquent de poids des machines; ensuite nous remarquons que des roues accouplées doivent être non-seulement égales deux à deux sur le même essieu, mais encore égales entre elles toutes les quatre. Or, si cette condition n'a pas lieu rigoureusement (et elle aurait lieu au sortir de l'atelier que la différence d'usure du fer sur les rails la ferait disparaître), il s'ensuit qu'à chaque tour l'une des deux roues accouplées glisse et produit sur la bielle d'accouplement un tiraillement qui la met bientôt hors de service. Ce n'est pas là le seul inconvénient, et M. Guyonneau de Pambour l'a observé dans ses expériences avec la machine l'*Atlas*; ces glissements des roues et tiraillements des bielles, joints aux glissements qui se manifestent déjà pour deux roues seules, nuisent singulièrement à la marche des machines; aussi ne doit-on employer ce système que pour le transport des marchandises, parce que là on marche avec de petites vitesses. Aujourd'hui les machines portent toutes six roues, deux grandes et quatre petites; cette disposition, qui provient de l'augmentation de dimension du foyer des chaudières, a le grand avantage de rendre moins fréquents les cas de sortie de la voie.

Les cylindres à vapeur sont sans condensation ni détente. Sans condensation, parce que l'appareil du condenseur et l'eau nécessaire à l'injection augmenteraient le poids à transporter d'une manière effrayante; aussi les machines ne datent-elles véritablement que du jour où on a osé employer la haute pression; car dès 1759 le docteur Robinson en eut l'idée, et en 1784 Watt indiqua les moyens d'en construire une à condensation.

Sans détente, parce que jusqu'à ces derniers temps on n'avait aucun moyen d'exécuter une détente simple, variable à la main et à chaque instant, condition à peu près indispensable; puis parce qu'on emploie la vapeur qui a servi à produire le tirage de la cheminée. Aujourd'hui que le problème de la détente a été résolu, on fait des expériences, et si l'on réussit, on arrivera à une grande économie de combustible, comme nous le verrons tout à l'heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. *Distribution.*

La distribution joue un rôle très-important dans les locomotives en ce que c'est à la facilité avec laquelle elle se manœuvre que dépend la sûreté des voyageurs, et principalement des conducteurs et chauffeurs. Elle s'effectue de la manière la plus générale, c'est-à-dire au moyen des tiroirs et des excentriques. Ce en quoi elle diffère de la plupart des autres distributions, c'est que les excentriques et leviers sont disposés de manière à ce qu'on puisse marcher à volonté en avant ou en arrière, et que le régulateur de la distribution est mû à la main au lieu de l'être par le pendule conique, comme cela se pratique ordinairement.

Quant au système de régulateur employé, il a beaucoup varié, et on est encore fort embarrassé aujourd'hui d'indiquer celui qui est le meilleur. On a fait successivement usage de la valve de gorge, du robinet, du papillon, du tiroir et de la soupape. Chacun d'eux présente ses avantages et ses inconvénients comme nous allons le voir.

1° *Valve de gorge.*

Avantages. — Elle règle parfaitement l'introduction de la vapeur, sans exiger la moindre dépense pour être mue, la pression de la vapeur étant équilibrée des deux côtés de l'axe; se construit économiquement et dure fort longtemps.

Inconvénients. — Elle ne ferme jamais bien exactement la communication entre la chaudière et le cylindre, condition indispensable pour les locomotives si l'on veut éviter les accidents.

2° *Robinet.*

Avantages. — Bien rodé, le robinet se manœuvre facilement, le frottement résultant de la pression de la vapeur n'étant que très-faible; de plus il ferme parfaitement la communication entre la chaudière et le cylindre, et règle bien la dépense.

Inconvénients. — Il occupe beaucoup de place si on veut lui donner toute la section convenable, ne se fixe pas facilement, et nécessite un rodage fréquent pour ne pas *gripper*.

3° *Papillon.*

Avantages. — Il ferme et règle très-bien l'introduction de la vapeur, se construit facilement et n'a besoin que rarement d'être rodé; aussi s'use-t-il fort peu; la manœuvre en est assez douce.

Inconvénients. — Il étrangle la vapeur, et c'est un grand vice, aujourd'hui que l'on essaie d'agrandir les sections d'écoulement.

Aussi gêne-t-il beaucoup quand on veut le faire un peu grand.

4° *Tiroir.*

Avantages. — Le tiroir ferme et règle parfaitement l'introduction de la vapeur, et peut donner une aussi grande section d'écoulement que l'on veut. Il n'exige pas d'entretien et se construit facilement.

Inconvénients. — Il est dur à manœuvrer, et la boîte dans laquelle on le place est un peu grande.

5° *Soupape.*

Avantages. — La soupape ouvre le tuyau d'écoulement dans toute sa section et ferme parfaitement la communication; de plus elle se construit facilement et tient peu de place.

Inconvénients. — Elle est le plus dur de tous les régulateurs à manœuvrer, en ce qu'elle reçoit toute la pression de la vapeur directement; puis elle ne peut régler aussi exactement que les autres l'introduction.

En résumé nous dirons :

La valve de gorge doit être exclue toutes les fois qu'on devra l'employer seule.

Le robinet est avantageusement remplacé par le papillon.

Le papillon, quoique généralement adopté, finira par céder la place aux tiroirs ou soupapes quand on pourra manœuvrer ces derniers facilement.

Il reste donc à se décider entre le tiroir et la soupape. Le premier devra être préféré pour les machines sans détente, et le deuxième pour les machines à détente; nous allons expliquer pourquoi :

Pour les machines sans détente il faut pouvoir envoyer de la chaudière au cylindre une quantité de vapeur réglée par la vitesse que l'on veut obtenir. Or, on arrivera très-exactement à ce résultat au moyen du tiroir en le fermant plus ou moins, ce qui n'est pas aussi rigoureux avec les soupapes.

D'autre part, si les machines sont à détente variable, ce sera la détente elle-même qui règlera l'introduction dans le cylindre; le régulateur ne devra donc plus être dans ce cas qu'une porte de communication, et comme la soupape permet d'ouvrir en entier les tuyaux sans aucun coude ni étranglement, nous la préférons pour cet usage seulement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut faire ressortir ici le grand avantage de la détente dans les locomotives, en remarquant que l'effet du régulateur est de faire travailler la vapeur à une pression moindre que la pression naturelle, et par conséquent avec plus de dépense en combustible qu'à une pression élevée, tandis que la détente permet non-seulement de tirer parti de l'expansion, mais encore de ne dépenser la vapeur nécessaire pour produire le travail qu'à la pression ordinaire de la machine, ce qui offre deux chances d'économie de combustible sur la méthode actuelle.

§ 4. *Liaison des différentes parties.*

Nous avons dit que toute la machine actuelle reposait sur six roues, deux grandes motrices et quatre petites servant à supporter tout le poids dont sont déchargées les premières. Ces six roues sont reliées entre elles par un châssis rectangulaire en tôle et bois portant, à l'endroit des coussinets des essieux, des loges pour les recevoir. Ces coussinets ne sont pas directement appliqués sur le châssis; ils en sont séparés par des ressorts, de manière que tout l'appareil de la machine à vapeur étant porté sur le châssis se trouve à l'abri des chocs auxquels sont exposées fréquemment les roues. L'usage des ressorts ne date pas des premières machines.

Celle de Wylan n'en avait pas; la première de M. Stephenson non plus; mais celle de MM. Dodd et Stephenson commence à indiquer que l'on cherchait le moyen de séparer la machine des roues, probablement parce que cette liaison intime était nuisible. Ces messieurs employèrent à cet effet des cylindres à vapeur ordinaires faisant corps avec la chaudière et munis intérieurement de pistons mobiles dont les tiges portaient sur les essieux des roues. L'action de la vapeur sur ces pistons maintenait la chaudière à un certain degré de hauteur au-dessus et au-dessous duquel elle oscillait pendant sa marche.

Ce mode, tout ingénieux qu'il était, était loin néanmoins d'être satisfaisant. La pression variable qui se manifestait dans la chaudière y déterminait plusieurs points de position intermédiaire sur les pistons; disons en outre qu'à cette époque le cylindre était vertical, et qu'alors il fallait laisser un jeu considérable au piston pour qu'il ne frappât pas sur les fonds. Les ressorts vinrent bientôt succéder à cette invention, et depuis lors on les a constamment employés.

La machine ainsi établie sur son châssis, il fallait un moyen solide de tenir à une distance constante des cylindres les essieux moteurs; de plus il fallait un appareil pour guider la tige du piston en ligne droite. On fit à cet effet des pièces que l'on a baptisées du nom d'entretoises, et qui, bien qu'elles subsistent dans la plupart des machines, n'existent cependant pas dans toutes, mais sont remplacées ailleurs par des pièces dont le but est le même.

Les entretoises sont des pièces de fer forgé ou tôle de fer, régnant sur toute la longueur de la machine occupée par le mouvement, et attachées de part et d'autre à la chaudière. Ces pièces, généralement au nombre de quatre, portent à l'endroit du mouvement de la tête de la tige du piston des glissoirs entre lesquels se meut un guide fixé à cette tête. En outre elles sont échancrées à l'endroit de l'essieu coudé de manière qu'un coussinet double placé sur cet essieu a la faculté d'osciller seulement verticalement dans cette échancrure. De cette manière la distance de l'essieu coudé aux cylindres, est sensiblement constante, et ne s'allonge, par moments, que de la différence de longueur qui existe entre une perpendiculaire et une oblique très-rapprochée.

Telle est la disposition actuelle du mouvement dans les locomotives, et telles sont les causes qui l'ont fait adopter: nous allons maintenant passer à l'étude des chaudières à vapeur, qui ne sont pas sans avoir subi aussi de grandes modifications.

CHAPITRE III.

VAPORISATION.

§ 1er. *Division.*

Nous comprendrons dans ce chapitre tout ce qui constitue la fourniture de la vapeur nécessaire à l'alimentation du cylindre; sous ce point de vue, nous diviserons la vaporisation en trois parties, qui sont :

1° L'appareil générateur de la vapeur;
2° Les appareils de sûreté et d'alimentation;
3° Les approvisionnements.

L'appareil générateur de la vapeur et les appareils d'alimentation constituent un poids constant.

Les approvisionnements constituent un poids variable qui diminue avec la longueur du chemin parcouru.

Or, nous avons déterminé comme conditions indispensables du remorquage par les roues motrices, que ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernières devaient être chargées d'un poids proportionné à la charge qu'elles avaient à traîner. Nous ne donnerons pas ici ce poids, mais nous dirons que tout naturellement il doit être pris dans la machine à vapeur et ses accessoires.

La question se réduit à déterminer si on chargera les roues :

1° Du poids variable seul ;

2° Du poids variable et du poids constant ;

3° Du poids constant seul.

Dans le premier cas, la force de traction des roues pourra être considérable au moment du départ, et arriver à être presque nulle à l'extrémité du trajet. Ce cas serait au plus applicable à un chemin de fer qui, partant d'un centre de communication, déposerait les voyageurs et marchandises sur différents points de station, sans jamais en reprendre d'autres en route.

Dans le deuxième cas, si le poids constant seul suffit pour produire l'adhérence des roues sur les rails, la machine, d'abord trop chargée en partant, augmentera de vitesse au fur et à mesure que l'on avancera, parce que le poids variable diminuera. Cette disposition a été adoptée dans une machine anglaise appelée *la Nouveauté*. Cette machine avait deux cylindres verticaux posés sur une plate-forme au-dessous de laquelle était la chaudière, entre les essieux des roues. Le foyer était à l'extrémité opposée des cylindres et aussi sur la plate-forme, ce qui produisait une combustion à flamme renversée. Cette disposition a l'avantage d'éviter le fourgon d'approvisionnement, qui est un poids assez lourd à remorquer, et une manœuvre de plus sur les plaques tournantes. Nous ne désespérons pas de voir quelque jour cette disposition adoptée ; ce qui conviendrait le mieux, ce nous semble, ce serait deux cylindres horizontaux et de grandes roues motrices dont l'essieu serait au-dessus de la plate-forme même. Mais pour cela il faudrait trouver un bon système de foyer à flamme renversée pour la houille ou le coke.

Le troisième cas est celui que l'on met généralement en pratique aujourd'hui. La chaudière à vapeur et tous ses appareils d'alimentation et de sûreté sont placés sur le châssis, et les approvisionnements sont sur un fourgon placé derrière la machine et communiquant avec la plate-forme du chauffeur.

Les approvisionnements se composent d'eau et de combustible. L'eau sert à l'alimentation de la chaudière pour la production de la vapeur, le combustible sert à élever la température de l'eau au point d'ébullition déterminé par la pression à laquelle on marche.

Le combustible que l'on emploie de préférence dans les locomotives est le coke, ou charbon de houille. On le préfère pour les motifs suivants :

1° Il ne contient pas ou contient fort peu de soufre, ce qui le rend incapable d'attaquer les parois en cuivre de la boîte à feu ;

2° Il exige, à poids égal, une surface de grille de beaucoup inférieure à celle nécessaire pour la houille ;

3° A poids égal, il produit une quantité de chaleur supérieure à celle donnée par la houille ;

4° Il ne donne pas de fumée comme ce dernier combustible, et, partant, n'engorge pas les tubes et cheminées de produits bitumineux.

On a fait beaucoup d'essais pour employer la houille au chauffage des locomotives ; mais, sans doute, ceux qui les ont faits n'ont pas toujours eu devant les yeux ces quatre conditions auxquelles satisfait le coke : aussi aucun d'eux n'a-t-il réussi. On pourra lever la difficulté de production de fumée, par des appareils fumivores convenablement construits, mais on n'empêchera pas la houille de contenir du soufre, si elle en renferme, et d'exiger une grande surface de grille.

Les seuls essais fructueux qui aient été tentés sont ceux où l'on a fait des mélanges de coke et de houille maigre ; ce sont en effet les plus raisonnables.

Nous allons maintenant passer à l'étude proprement dite de ces différentes parties.

§ 2. *Générateur de la vapeur.*

La première chose à considérer dans un générateur de vapeur est la forme que la pression intérieure permet de lui donner. Or, nous avons dit que les locomotives étaient essentiellement à haute pression ; il suit de là que la forme du générateur devra être cylindrique à base circulaire ou sphérique.

La première de ces formes est celle qui a été généralement adoptée, comme exigeant peu de largeur, permettant plus facilement le chauffage intérieur que la forme sphérique, et se plaçant aussi mieux sur le châssis, puisque la section d'un cylindre, parallèlement à son axe, est un rectangle, forme du châssis.

Les premières chaudières de locomotives, qui furent construites, consistaient en un cylindre en tôle forte porté sur quatre roues, dont deux motrices,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et garni intérieurement d'un foyer en cuivre rouge suivi d'un ou plusieurs carnaux de circulation pour la fumée, en même métal. Ces carnaux, en forme de serpentins, allaient se perdre dans une cheminée placée à l'extrémité opposée à celle du foyer. Le tirage de la cheminée se produisait, comme cela se pratique encore aujourd'hui, au moyen d'un jet intermittent de la vapeur qui avait servi dans les cylindres. Cet emploi ingénieux de la vapeur perdue est plutôt dû au hasard qu'à une invention spéciale; il fallait se débarrasser de la vapeur utilisée, et on ne trouva rien de mieux que de l'injecter dans la cheminée.

Ce système de chaudières à vapeur, avec quelque perfection qu'on l'exécutât, ne donnait jamais plus de 6 à 8 mètres carrés pour la surface de chauffe; il en résultait que quand la machine avait marché pendant un certain temps, elle s'arrêtait faute de vapeur dans les cylindres.

Ce procédé incommode de vaporisation dura jusqu'en 1829, époque à laquelle le concours du chemin de fer de Liverpool à Manchester voua le nom de Stephenson à la postérité. Cet habile ingénieur eut l'idée de remplacer les quelques tubes qui serpentaient dans la chaudière, par une infinité de petits tubes qui, sans diminuer la section d'écoulement de la fumée du foyer à la cheminée, augmentaient sa surface de chauffe dans une proportion très-grande. Pour cela, il mettait le foyer dans une enveloppe spéciale placée devant la chaudière cylindrique, et de ce foyer partaient les tubes qui traversaient la chaudière longitudinalement. A l'extrémité de cette dernière, se trouvait un espace libre dans lequel venait se réunir la fumée sortant des tubes pour se rendre de là à la cheminée.

Cette découverte, dont un pays doit s'enorgueillir, avait été exécutée quelque temps auparavant en France, par M. Séguin aîné, dans les chantiers de la compagnie du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon. Malheureusement elle ne fut connue qu'après celle de M. Stephenson, et ce dernier eut tous les honneurs de la priorité, honneurs que ses travaux antérieurs méritaient bien. Depuis lors, on n'a plus employé que ce système, duquel datent tous les perfectionnements, vraiment importants, que l'on a apportés dans la construction de ce moteur.

La première locomotive de M. Stephenson avait vingt-cinq tubes seulement de 5 centimètres de diamètre et présentant avec la boîte à feu une surface de chauffe totale de 12 mètres carrés. Aujourd'hui on est arrivé à donner aux chaudières une surface de chauffe totale de 50 mètres carrés en moyenne, et le diamètre des tubes est descendu à 4 centimètres.

Cet excès de surface de chauffe est un peu au détriment de la section d'écoulement de la fumée, comme nous le verrons dans la deuxième partie, et il en résulte qu'il faut donner une plus grande vitesse à cette dernière pour produire une combustion convenable; de là, nécessité de rétrécir le diamètre du tuyau d'injection de vapeur dans la cheminée, et augmentation de pression contre le mouvement du piston, vice auquel on pourrait bien attribuer les avantages de *l'avance* du tiroir.

L'impossibilité de mettre le foyer dans la chaudière, avec le système des petits tubes, résultait de la nécessité dans laquelle on était d'avoir un espace au-dessous d'eux pour brûler le combustible, car sans cette précaution ils auraient bientôt été tous obstrués. Comme il fallait à chaque extrémité de la chaudière une surface plane pour les fixer tant dans le foyer que dans la boîte à fumée, on a fait le premier rectangulaire en plaçant la prise d'air au-dessous, aussi bas que possible; puis, afin que la pression intérieure ne tende pas à déformer ce foyer ni son enveloppe, on les a reliés ensemble de 10 en 10 centimètres, sur toute leur surface, par des boulons en fer ou en cuivre (ces derniers sont les meilleurs parce qu'ils ne se rouillent pas) taraudés dans les deux faces et rivés en dehors des deux côtés.

Quant à la boîte à fumée, comme elle portait au-dessous d'elle les deux cylindres dont la surface était exposée au refroidissement du courant d'air qui se produit pendant la marche, on n'a rien trouvé de mieux que de les enfermer dans cette boîte prolongée inférieurement, de manière que sa section transversale fût la même que celle de l'enveloppe de la boîte à feu.

§ 3. *Appareils d'alimentation et de sûreté.*

L'alimentation se produit par une pompe foulante dont le corps est placé sur une des deux entretoises de chaque cylindre, et le piston fixé à la tête de la tige du piston à vapeur. Chacune de ces pompes peut à elle seule suffire à l'alimentation de la chaudière; mais comme l'une d'elles peut venir à manquer, et qu'il est de la plus haute importance que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'alimentation soit constante, la précaution d'en mettre deux n'est pas inutile.

Outre le clapet d'aspiration et le clapet de refoulement, elles possèdent un troisième clapet, de refoulement comme le deuxième, dont le but est de permettre la vérification, à volonté, de leur travail alimentaire. Pour cela, il existe entre les deux clapets de refoulement une prise d'eau donnant dans un petit tube qui va aboutir à un robinet placé près du chauffeur. Quand on ouvre ce robinet, l'eau de la chaudière ne peut se précipiter dans le tube, puisque le clapet supérieur l'en empêche, et l'eau de la pompe doit y arriver si elle fonctionne bien.

Il est d'habitude de donner aux pistons des pompes des dimensions telles qu'ils fournissent une quantité d'eau double de celle qui est rigoureusement nécessaire à la production de la vapeur motrice. Cela vient de ce que la vapeur, en se rendant de la chaudière aux cylindres, entraîne avec elle une quantité d'eau que l'on évalue égale à son propre poids. Il existe un moyen de ne lancer que de la vapeur dans le cylindre, et de ne dépenser par conséquent que la quantité d'eau et de combustible nécessaire à leur mouvement. Ce moyen très-applicable dans les locomotives consiste à chauffer la vapeur au-dessus de la boîte à feu avant de la faire passer dans le tuyau qui la conduit à la boîte à vapeur. Ce moyen présente comme principal inconvénient, de brûler la calotte de la boîte à feu, parce que la température s'y élève beaucoup; mais on y remédie en faisant cette calotte en fonte, comme on peut le voir dans la planche VIII qui accompagnera cette partie et représente la coupe d'une locomotive moderne, avec tous les perfectionnements nouveaux.

Les soupapes de sûreté sont de deux espèces : l'une, à charge directe et à ressort, se place généralement sur le milieu de la chaudière ; l'autre, à levier et à ressort aussi, se place près du chauffeur. Cette dernière fait en même temps fonction de manomètre, en ce que chaque degré de tension du ressort est indiqué en atmosphères et en centimètres de mercure correspondants sur une petite plaque en cuivre, longue et traversée d'une rainure dans laquelle se meut un indicateur.

Le niveau de l'eau se prend de deux manières à la fois :

La première consiste en un tube de verre, niveau ordinaire, communiquant avec le dessous et le dessus du niveau convenable de l'eau dans la chaudière.

La deuxième consiste en trois robinets placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous et le troisième au niveau exact de l'eau. Quand on ouvre celui de dessus il ne doit s'en échapper que la vapeur; quand on ouvre celui de dessous, il ne doit s'en échapper que de l'eau. Le robinet intermédiaire doit donner l'une et l'autre.

§ 4. *Fourgon d'approvisionnements.*

Ce fourgon se compose d'une caisse en tôle contenant une quantité d'eau suffisante pour alimenter la chaudière pendant toute la course de la machine jusqu'à la première station d'approvisionnement. De plus, il existe un espace libre ménagé pour déposer le coke. L'eau forme, en général, l'entourage de cette voiture, et le coke est au milieu séparé des chauffeurs seulement par une porte qui se lève. On a soin d'ajouter à ce fourgon deux caisses fermant à clef et placées sous la responsabilité du conducteur. Ces caisses renferment l'une les outils nécessaires pour les petites réparations qui se présentent accidentellement pendant la marche, c'est-à-dire des clefs d'écrous, des marteaux, des tenailles, etc.; l'autre renferme les huiles, les graisses, mastics, enfin toutes les fournitures nécessaires au graissage des pièces et à la fermeture des fuites qui peuvent se manifester.

Ce fourgon est attaché à la machine par des liens en fer faciles à enlever, et est armé de ressorts et tampons comme toutes les autres voitures de chemins de fer pour anéantir autant que possible l'influence des chocs. Les tuyaux de conduite d'eau du fourgon aux pompes alimentaires sont fermés par des soupapes dont la tige est munie d'un filet de vis et d'une petite manivelle à main afin que l'on puisse fermer et régler bien exactement l'alimentation. Ces soupapes sont renfermées dans la caisse d'eau fraîche, et, afin que les ordures qui peuvent se trouver dans cette caisse n'aillent pas gêner le mouvement des clapets des pompes, on les entoure d'un tamis métallique.

La jonction entre les deux parties des conduits de l'eau d'alimentation communiquant entre le fourgon et la locomotive, doit satisfaire à deux conditions qui sont :

1° Pouvoir s'allonger ou se diminuer à volonté.

2° Pouvoir s'élever ou s'abaisser suivant les diverses oscillations auxquelles les voitures sont sujettes par suite de l'emploi des ressorts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour satisfaire à ces conditions on a employé et on emploie encore dans beaucoup de machines des conduits de raccordements en cuir; mais ces conduits ont l'inconvénient de se dégrader facilement et de donner des fuites à l'eau. Pour y remédier on a employé des raccordements métalliques. Le premier et le plus usité aujourd'hui consiste en deux tubes de diamètres différents, dont le plus petit glisse dans le plus grand par l'intermédiaire d'un stuffing-box. Ces deux tubes possèdent, à leur extrémité de jonction avec le conduit, un genou sphérique qui permet aux machines d'osciller sans les casser.

Le deuxième consiste en deux coudes articulés et un genou au milieu.

Le troisième, qui est fort simple et n'existe que dans les machines de M. Cavé, consiste dans un prolongement de la longueur des conduits sous le tender, de telle sorte que celui de gauche vienne à droite dans la machine, et celui de droite à gauche. En donnant une forme serpentine à ces conduits, ils possèdent assez d'élasticité pour ne pas se rompre dans les divers mouvements auxquels ils sont exposés. Nous n'osons cependant pas trop les recommander, parce qu'ils sont nouveaux et que l'expérience ne les a pas encore sanctionnés.

Au reste, il existe une foule de manières d'arriver à ce résultat, et le champ est vaste pour les inventions.

Nous terminerons en parlant d'un petit appareil que l'on emploie pour lancer de la vapeur dans le tender quand la machine, quoiqu'en feu et donnant de la vapeur, ne fonctionne pas. Cet appareil se compose simplement d'un tube muni d'un robinet, communiquant d'une part avec le conduit d'eau fraîche, et de l'autre avec l'espace de vapeur qui se trouve au-dessus de l'eau. En ouvrant le robinet, la vapeur s'échappe par ce tube dans le tender et chauffe l'eau d'alimentation, petite économie il est vrai, mais cependant préférable au soulèvement des soupapes qui lancent la vapeur en pure perte dans l'atmosphère.

Telles sont aujourd'hui les locomotives que l'on emploie sur les chemins de fer, et dont on peut voir un exemple dans la planche VIII de ce journal.

Nous allons passer maintenant à l'étude théorique des différentes parties de ces locomotives.

(La suite au prochain numéro.)

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques sur la reproduction de pièces analogues.

Par M. J.-H. Ibbetson.

(Suite.)

Les modèles qui vont suivre sont des exemples des ressources qu'on peut trouver dans mon chariot excentrique composé.

Modèle 7. (Pl. T. IV, fig. 79.)

Ce modèle est destiné à montrer la faculté que possède mon chariot, de produire des carrés, des figures oblongues, et toutes les figures qui résultent de la combinaison du mouvement de deux lignes droites agissant alternativement et perpendiculairement l'une à l'autre. Le morceau de bois, ou de toute autre matière, qu'il s'agit de travailler, étant fixé fermement au chariot, est bien dressé et adouci avec un outil fixé dans le support à coulisse; les coulisseaux sont alors disposés pour glisser à angle droit l'un sur l'autre, et on ajuste le premier mouvement circulaire (celui près la tête du tour, et entre les deux coulisseaux), de manière que l'index arrive à la division marquée 3. Le coulisseau près la tête du tour est alors poussé jusqu'à moitié de l'étendue d'un côté du carré voulu, en tournant la vis *d,d* du coulisseau (Pl. T. I, fig. 2), et le second coulisseau est poussé d'une égale étendue, en tournant la vis du même nombre de tours; la pointe traçante, ou l'outil coupant, qui a été préalablement fixé dans le support à coulisse, arrive alors à l'un des coins du carré, et s'ajuste pour découper un cercle du diamètre et de la profondeur voulue; le tour est mis en mouvement, et le cercle au coin du carré est exécuté. La vis du coulisseau près la tête du tour est alors tournée d'un tour, et un autre cercle est creusé; et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait décrit 26 cercles, ce qui complète un côté du carré. Le second coulisseau est alors manœuvré comme la première fois, et on forme ainsi un second côté du carré, consistant aussi en 26 cercles. Le coulisseau du côté de la tête du tour est ensuite mis en mouvement comme précédemment, mais en sens inverse, et le troisième côté du carré est exécuté; enfin, l'autre coulisseau est mû de manière à former le quatrième côté, et à compléter le carré.

La figure intérieure, qui se compose des grands cercles, s'exécute d'après le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même principe, et par le mouvement combiné des deux coulisseaux.

Il est évident que les modèles à ligne droite, semblables à celui-ci et à ceux qu'on voit Planche T. III, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, ne peuvent s'obtenir par aucun chariot, à moins *que les coulisseaux ne soient mobiles vers les deux extrémités.*

Modèle 8. (Pl. T. IV, fig. 80.)

Toutes les figures semblables à ce modèle ont besoin, pour leur exécution, de toutes les ressources d'ajustage du chariot composé, et l'on trouvera d'ailleurs qu'il n'est pas indifférent de les combiner dans un ordre plutôt que dans un autre, pour épargner le travail et assurer l'exactitude de l'exécution. Mais, sans entrer ici plus particulièrement dans les divers modes de procéder, je détaillerai simplement, dans cet exemple, la méthode que j'ai suivie pour l'exécution de cette gravure.

Le morceau de bois sur lequel la gravure devait se faire, ayant été fixé sur le chariot, a été dressé avec un outil placé dans le support à coulisse, jusqu'à ce que sa surface fût bien plane et polie. L'index du mouvement circulaire près la tête du tour a été ajusté à la division 8; puis les deux coulisseaux, c'est-à-dire les deux mouvements en ligne droite, placés sous l'angle de 60 degrés, l'un par rapport à l'autre. L'index du second mouvement circulaire, le plus éloigné de la tête du tour, a été ajusté à la division 12; les coulisseaux, dans leur position centrale sur leurs plaques de couche respectives, et l'index de chacune pointant conséquemment à la division 0 à l'échelle, sur le bord de leurs plaques de couche.

Un outil bien affûté a été fixé dans le support à coulisse, et la pointe ajustée (au centre du mouvement du mandrin) au rayon du cercle voulu : le tour a marché alors, et la pointe de l'outil a décrit le cercle que l'on voit au centre de la gravure. La vis du coulisseau près la tête du tour fut tournée deux tours à gauche; le coulisseau se trouva rejeté de sa position centrale de l'étendue de deux divisions de l'échelle de la plaque de couche; le tour marcha de nouveau, et un autre cercle se trouva décrit par l'outil près du cercle qui l'avait été au centre. Les deux autres cercles, près de celui central, furent décrits, en ajustant le second mouvement circulaire (c'est-à-dire celui qui est le plus loin de la tête du tour) et en faisant arriver l'index à pointer à la division 4, puis la division 8. La vis du coulisseau près la tête du tour marcha de nouveau de deux tours, dans la même direction que précédemment, au moyen de quoi le coulisseau fut poussé de l'étendue de quatre divisions de l'échelle.

Alors, on décrivit trois autres cercles près des derniers, dans la même direction du rayon, en faisant arriver l'index à pointer les mêmes divisions que précédemment, c'est-à-dire les divisions 12, 4 et 8.

Le coulisseau fut de nouveau poussé de deux autres divisions, et trois nouveaux cercles furent décrits près de ceux qui venaient de l'être, dans la même direction de rayon, et ainsi de suite, poussant le coulisseau de deux tours de la vis, faisant trois cercles chaque fois, et établissant le mouvement circulaire pour chaque cercle, de manière que l'index pointât aux divisions 12, 4 et 8. Cette marche d'ajustage du chariot s'est continuée jusqu'à ce que trois lignes radiales de cercles fussent terminées et se composassent de 16 cercles à partir du cercle central; puis la vis du coulisseau près la tête du tour ne fut plus mise en mouvement : son index resta stationnaire, pointé à la 32e division à partir de la division 0 de l'échelle, pendant l'exécution du reste de la gravure. Le mouvement circulaire sur la seconde plaque de couche fut alors ajusté pour que l'index pointât successivement aux divisions 2, 6 et 10; un cercle fut décrit à chacune de ces divisions. La vis du second coulisseau (celui le plus loin de la tête du tour) fut tournée de 2 tours, et le coulisseau poussé de 2 divisions à partir de la position centrale, dans une direction angulaire par rapport à celle suivant laquelle l'autre coulisseau avait été manœuvré; 6 cercles furent ainsi décrits en plaçant l'index du mouvement circulaire aux divisions 2, 4, 6, 8, 10 et 12. Le même coulisseau poussé de nouveau de 2 divisions de l'échelle, 6 autres cercles furent décrits en mettant le mouvement circulaire aux divisions marquées 2, 4, 6, 8, 10 et 12, comme précédemment.

La vis du coulisseau ayant été tournée de 2 tours, 6 autres cercles furent décrits aux mêmes divisions que précédemment; et ainsi de suite jusqu'à ce que la gravure fût complète.

Modèle n° 9. (Pl. T. IV, fig. 81.)

Ce modèle est fait pour montrer la faculté qu'a le chariot excentrique composé de dessiner les figures elliptiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet instrument a une grande facilité d'ajustage pour produire des ellipses de diamètres très-différents. Le seul ajustage du coulisseau à diverses positions excentriques, détermine les diamètres; et comme ceux-là peuvent s'ajuster à un point excentrique quelconque, par rapport au centre du mouvement de l'arbre du tour et l'un par rapport à l'autre, on peut obtenir toutes les variétés d'ellipse, depuis la ligne droite jusqu'au cercle. Les ajustages du chariot peuvent être considérés différemment et mis en action suivant diverses dispositions, sans produire aucune variation dans les résultats; mais, à ce sujet, je me renfermerai dans la méthode que j'ai suivie en manœuvrant le chariot pour produire ce modèle qui, je l'espère, sera trouvé correct et régulier. Si l'on a bien présentes à l'esprit les règles suivantes et qu'on s'y conforme exactement, on n'éprouvera aucune difficulté à obtenir des modèles elliptiques de toute espèce d'excentricité, dans la limite de l'action du chariot et du tour.

Règles.

I. Les modèles elliptiques exigent l'action des deux coulisseaux, et le coulisseau près la tête du tour est toujours poussé plus excentriquement que l'autre.

II. Les deux mouvements circulaires sont invariablement mis en action, et la vitesse de leur ajustage doit être dans le rapport de deux à un en sens contraire; c'est-à-dire que si le mouvement circulaire près la tête du tour marche de deux divisions à chaque ajustage, l'autre mouvement circulaire ne doit se mouvoir que d'une division en sens inverse. Si le premier marche dans le rapport de quatre divisions, le second ne doit marcher que dans le rapport de deux, et ainsi de suite.

III. Le demi-diamètre transverse est constamment égal à la somme des deux ajustages excentriques des coulisseaux. Par exemple : si le coulisseau près la tête du tour est ajusté par 20 tours de sa vis, et l'autre par 10 tours, le demi-diamètre transverse sera égal à 30 tours de la vis.

IV. Le demi-diamètre conjugué est toujours égal à la différence entre les deux ajustages excentriques. Par exemple : si l'un des coulisseaux est poussé de 20 tours de sa vis, et l'autre de 10 tours de la sienne, le demi-diamètre conjugué sera égal à 10 tours de la vis.

Je vais expliquer maintenant, en ayant égard à ces règles, les ajustages du chariot que j'ai adoptés pour l'exécution de cette partie du modèle 9, qui consiste dans une série de 48 lignes circulaires blanches consécutives, par le centre desquelles se trouve la trace d'une véritable ellipse.

Le morceau de bois sur lequel la gravure a été exécutée, ayant été fixé bien ferme au chariot, la surface en a été tournée par un outil fixé au support à coulisse, dressé et adouci parfaitement. Le coulisseau près la tête du tour (règle 1) a été poussé hors de la position centrale et ajusté en tournant la vis de 24 tours; l'autre coulisseau a été ajusté en tournant sa vis de 6 tours et en le poussant dans la même direction que l'autre. Car, 6 ajouté à 24 égalent 30 (règle 3), et dès lors le demi-grand diamètre devient égal à 30 tours de vis, et le diamètre entier à 60 tours. La différence entre les deux ajustages (24 et 6) est 18, et, par conséquent (règle 4), le demi-diamètre conjugué était égal à 18, et le diamètre entier à 36 tours de la vis du coulisseau. Les coulisseaux du chariot étaient donc ajustés de manière à ce que les longueurs du diamètre fussent dans le rapport de 60 à 36 ou de 5 à 3.

L'index de chaque mouvement circulaire a été pointé à la division marquée 12, et un outil pointu étant bien solidement fixé dans le support à coulisse et ajusté au rayon du cercle voulu, le tour a marché et un cercle a été décrit à chaque extrémité du diamètre. Le mouvement circulaire près la tête du tour (règle 2) étant avancé de 4 divisions, et l'autre mouvement circulaire de 2 divisions, en sens inverse, un autre cercle a été décrit. Le mouvement circulaire près la tête du tour a été avancé de nouveau de 4 divisions, l'autre de 2, comme précédemment, et un nouveau cercle a été décrit; et ainsi de suite jusqu'à ce que les 48 cercles fussent achevés et complétassent le modèle.

Je vais donner ici les ajustages des coulisseaux du chariot à l'aide desquels on peut obtenir d'autres ellipses de divers diamètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AJUSTAGE EXCENTRIQUE DES COULISSEAUX.		LONGUEUR DU DIAMÈTRE DES ELLIPSES.		RAPPORT DE DIFFÉRENCE ENTRE LA LONGUEUR DU DIAMÈTRE.	
Coulisseau près la tête du tour.	Second coulisseau.	Diamètre transverse.	Diamètre conjugué.	Transverse.	Conjugué.
Nombre de tours de vis.	Nombre de tours de vis.	Nombre de tours de vis.	Nombre de tours de vis.		
54	6	60	48	5 à	4
33	3	36	30	6 à	5
36	6	42	30	7 à	5
69	3	72	66	12 à	11
58 1/2	1 1/2	60	57	20 à	19
298 1/2	1 1/2	300	297	100 à	99
151 1/2	148 1/2	300	3	100 à	1

Toutes les courbes tracées d'après le principe ici décrit seront, dans tous leurs points, conformes à cette section conique particulière que les mathématiciens ont appelée l'*ellipse d'Apollonius;* et aucune méthode n'est plus facile et plus exacte pour tracer par points cette section conique. Les figures d'un bel ovale se tracent aussi à l'aide du chariot, aussi parfaitement que par aucune méthode donnée par les géomètres; et comme exemple j'ai exécuté les deux modèles, Pl. T. IV, 85 et 86.

On peut produire une grande variété, une infinité de modèles, par différentes combinaisons, arrangements et ajustages du chariot. Et je citerai comme preuve à l'appui de ce que j'avance les modèles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12, Pl. T. III; j'en donnerai même quelques autres, mais quant à ces figures et à celles en ovale, je crois inutile d'entrer dans des détails sur l'ajustage du chariot qui a servi à les produire.

Modèle 10. (Pl. T. IV, fig. 82.)

Une ligne passant à travers les centres des cercles qui forment ce modèle, sera la trace d'une véritable courbe épicycloïde, qu'on a nommée *le limaçon de Pascal.* On la produira par l'arrangement suivant du chariot :

Le morceau de bois étant fixé et tourné parfaitement, un outil pointu a été fixé dans le support à coulisse et ajusté au rayon des cercles, qui sont au nombre de 96 dans le modèle. Les mouvements circulaires ayant été ajustés pour que l'index pointât la division 12, le coulisseau près la tête du tour a été poussé de 16 tours de sa vis; l'autre coulisseau, dans la même direction, de 12 tours de sa vis. Un cercle a été alors décrit. Les mouvements circulaires furent ensuite mis en marche tous les deux, dans la même direction, d'une division (égale à 1/96 de tout le cercle), et un autre cercle fut décrit; et ainsi de suite, faisant marcher chaque cercle d'une division dans la même direction, et décrivant un cercle chaque fois jusqu'à ce que la figure fût complète.

Modèle 11. (Pl. T. IV, fig. 83.)

Une ligne passant par les cercles de ce modèle tracera une courbe épicycloïde qui est celle de M. Carré. Les arrangements du chariot et du support à coulisse sont les suivants :

Le morceau de bois étant fixé, dressé, poli et adouci, un outil pointu a été fixé au support à coulisse, et ajusté au rayon du plus grand des 48 cercles qui composent ce modèle. Les mouvements circulaires furent alors disposés pour que l'index de chacun d'eux pointât la division 12. Le coulisseau près la tête du tour fut poussé de 48 tours de la vis; l'autre coulisseau, dans la même direction, de 16 tours de la vis, et un cercle a été décrit. Les mouvements cir-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culaires sont mis en marche, tous deux dans la même direction, de deux divisions (égales à 2/96 du cercle total), et le rayon du cercle fut diminué ; en tournant les vis du support à coulisse de 1/12 de tour, un autre cercle fut décrit. Les mouvements circulaires furent de nouveau mis en marche de 2 divisions chacun, dans la même direction ; le rayon du cercle fut de nouveau diminué en tournant la vis du support à coulisse d'un autre 12e de tour, et l'on décrivit un autre cercle ; et ainsi de suite, en faisant marcher les cercles de deux divisions, et diminuant le rayon du cercle chaque fois en tournant de 1/12 de tour la vis du support à coulisse, jusqu'à ce que l'index de chaque cercle pointât la division 6. Quand la figure est avancée jusqu'au plus petit des 48 cercles, alors il faut augmenter le rayon des cercles qui restent à décrire, à chaque ajustage des mouvements circulaires, en tournant la vis du support à coulisse de 1/12 de tour, en sens inverse, jusqu'à ce que l'index de chaque mouvement circulaire revienne à la division 12 ; alors le modèle est achevé.

Modèle 12. (Pl. T. IV, fig. 84.)

Une ligne passant par le centre des cercles de ce modèle tracera une véritable courbe épicycloïde. Voici les arrangements du chariot qui sont nécessaires pour l'exécuter.

Les mouvements circulaires étant ajustés pour que l'index de chacun d'eux pointât la division 12, le coulisseau près la tête du tour a été poussé de 22 tours de sa vis, et l'autre de 5 tours de la sienne ; un cercle a été alors décrit. Le mouvement circulaire près la tête du tour a marché de 2 divisions, et l'autre mouvement circulaire de 1 division dans le même sens ; on a décrit alors un autre cercle, et ainsi de suite, faisant marcher le mouvement circulaire près la tête du tour de 2 divisions, et l'autre mouvement circulaire de 1 division, puis décrivant un cercle chaque fois, jusqu'à ce que les 96 cercles fussent achevés.

La courbe intérieure a le même caractère et les mêmes proportions ; elle se compose d'un même nombre de cercles d'un plus *grand diamètre*.

Je prendrai encore la liberté de présenter aux amateurs quelques modèles supplémentaires exécutés d'après les principes qui ont été exposés jusqu'ici. Voyez Pl. T. IV, fig. 87, 88, et Pl. T. V, fig. 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97 et 98. Je crois que les explications que je viens de donner me dispenseront d'entrer dans des détails sur leur exécution, qui ne doit plus présenter de difficulté.

(*La fin au prochain numéro.*)

Sur les pertes d'eau liquide qui se font dans les machines à vapeur.

Par M. Pambour.

Il se fait dans les locomotives, et peut-être aussi plus ou moins dans toutes les autres machines à vapeur, une perte qui n'a pas été mesurée jusqu'ici et qui cependant est très-importante. Elle consiste dans une quantité assez considérable d'eau entraînée dans les cylindres à l'état liquide et mélangée avec la vapeur, mais sans être elle-même vaporisée. Pour se rendre compte de cet effet, il suffit d'observer les énormes volumes d'eau qui sont continuellement enlevés par le vent et tenus en suspension dans l'air sous forme de nuages. Comme d'ailleurs la vapeur qui se forme dans la chaudière des machines à haute pression a une densité beaucoup plus grande que celle de l'air, et qu'au lieu de toucher seulement la surface du liquide elle se dégage du sein de ce liquide, on ne doit pas être surpris qu'elle puisse entraîner dans son mouvement une masse considérable de ce liquide, et cet effet doit naturellement se produire pendant tout le temps du travail des machines.

Cette perte doit être beaucoup plus grande dans les locomotives que dans les autres machines à vapeur, à cause des secousses continuelles qu'elles éprouvent dans leur mouvement, du peu d'élévation de la prise de vapeur au-dessus du niveau d'eau, du peu d'espace réservé à la vapeur pour son agglomération, et enfin de l'énorme rapidité avec laquelle cette vapeur se dégage du liquide dans la chaudière.

Pour obtenir une évaluation de la quantité d'eau ainsi entraînée sans être réduite en vapeur, M. Pambour a mis les machines en expérience sur des plans inclinés dans des circonstances où la pression de la vapeur dans le cylindre était sensiblement à la même pression dans la chaudière, et il a comparé la vitesse qui se produisait effectivement avec celle qui aurait dû se produire, si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la totalité de l'eau dépensée par la machine avait été réellement transformée en vapeur.

Ce calcul paraît assez facile; comme on connaît par observation la vitesse de la machine, on a le nombre de tours de roues, et par conséquent le nombre de cylindres pleins de vapeur qui se dépensent par heure; et comme on connaît aussi la pression de cette vapeur, on peut en conclure la quantité d'eau correspondante. En comparant donc cette eau effective à l'eau totale dépensée par la chaudière, on en conclut la quantité d'eau entraînée à l'état liquide avec la vapeur. Dans ce calcul fait par M. Pambour, il tient compte de la dépense de vapeur qui se fait à chaque coup de piston pour remplir l'espace appelé liberté du cylindre, et qui n'est pas compris dans la course du piston. De même, relativement à la vaporisation de la machine, il tient aussi compte de la réduction qu'elle éprouve en raison de la lenteur du mouvement, pendant la montée des plans inclinés, et de la perte qui se produit dans le même instant par les soupapes de sûreté.

D'après les expériences nombreuses faites par cet habile ingénieur, l'eau à l'état liquide, entraînée avec la vapeur dans le cylindre des locomotives, s'élève moyennement à la quantité énorme des trente-deux centièmes de la vaporisation totale de la chaudière, comptée après déduction de la perte des soupapes.

Cette détermination convient à la moyenne des machines soumises à l'expérience; mais M. Pambour fait observer avec raison que la quantité d'eau ainsi entraînée sans être vaporisée doit nécessairement varier dans chaque appareil, parce qu'elle tient à la construction particulière de la chaudière, et surtout à la grandeur de l'espace réservé a la vapeur pour sa formation.

Si cet espace est très-resserré, s'il ne contient, par exemple, que dix fois la capacité du cylindre, à chaque coup de piston le dixième de la vapeur formée passera dans le cylindre, et ainsi la densité de la vapeur restante se trouvera tout à coup réduite aux neuf dixièmes de ce qu'elle était auparavant. Ce changement considérable de densité fera sortir immédiatement du liquide une nouvelle quantité de vapeur pour remplir ce qui manque. Mais il est évident que cette nouvelle vapeur sortira du liquide avec d'autant plus de violence, et entraînera par conséquent d'autant plus de ce liquide avec elle, qu'elle se précipitera dans un milieu plus rarefié. Si donc l'espace réservé à la vapeur dans la chaudière est porté à 100 cylindres de vapeur, au lieu de dix, comme la différence de densité produite à chaque coup de piston ne sera plus que d'un centième, l'entraînement de l'eau avec la vapeur sera d'autant moins considérable. De même, si la prise de vapeur a très-peu d'élévation au-dessus du niveau de l'eau dans la chaudière, ou si le tube à vapeur est très-large, l'eau sera plus facilement enlevée jusqu'à l'entrée du tube, et y sera admise en plus grande abondance.

La quantité d'eau entraînée avec la vapeur doit donc varier selon la construction des machines. Mais, en outre, elle est encore influencée par des circonstances qui en sont indépendantes, comme l'intensité du feu, par la raison qu'alors il se produit dans la chaudière un courant de vapeur d'autant plus violent pour la quantité d'eau qu'elle contient. La malpropreté de l'eau a aussi une influence à cause de l'écume qui en résulte à la surface du liquide.

L'entraînement de l'eau, sans être réduite en vapeur, se produit, comme on voit, sans qu'il s'en manifeste aucun signe extérieur, parce que l'eau, mêlée à la vapeur, se dissipe ensuite dans l'air avec elle. Mais il y a des instants où cet effet est tellement violent, qu'il se montre à l'extérieur sous forme d'une pluie abondante qui tombe de la cheminée. On dit alors que la machine *prime*, et cet effet se produit surtout quand la chaudière est trop pleine, parce qu'alors l'espace réservé à la vapeur est d'autant plus réduit que le niveau de l'eau s'approche davantage de l'entrée du tube à vapeur.

L'étendue de la perte qui fait le sujet des expériences de M. Pambour explique comment certaines chaudières dépensent l'eau si rapidement qu'il est impossible de les maintenir pleines à une vitesse même très-modérée, et comment il est arrivé quelquefois qu'en changeant seulement le dôme à vapeur de la machine, on a pu produire une réduction de près de 25 pour cent sur la dépense de combustible. Ces observations nous semblent de nature à éveiller l'attention des constructeurs de machines à vapeur et de tous les industriels qui emploient ces puissances. Les indications qui précèdent pourront les guider pour éviter, autant que possible, les inconvénients qui résultent des pertes considérables en eau liquide que font certains appareils à vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences sur la vaporisation comparative du foyer et des tubes dans les chaudières des locomotives.

Par M. PAMBOUR.

Les effets de toutes les machines à vapeur dépendent essentiellement de la vaporisation qu'elles sont en état de produire, et par conséquent de l'étendue de la surface de chauffe de leur chaudière. Ainsi, lorsqu'on veut construire une machine capable d'exécuter un travail déterminé, il faut lui donner une chaudière capable de produire la vaporisation reconnue nécessaire pour le travail; mais, pour cela, il faut d'abord savoir quelle est la vaporisation que chaque pied carré de surface de chauffe de la chaudière est en état de produire dans un temps donné, et cette recherche est plus complexe qu'il ne semble au premier aspect, à cause du mode varié de construction des chaudières qui ne permet pas d'arriver immédiatement à la détermination cherchée.

La chaudière des locomotives, en particulier, est composée de deux parties distinctes; l'une qui entoure le foyer, et l'autre qui entoure les tubes. L'eau contenue dans la portion qui entoure le foyer est partout en contact soit avec le combustible embrasé, soit avec la flamme qui s'élève au-dessus de ce combustible. L'eau qui entoure les tubes, au contraire, n'est échauffée que par la flamme et les gaz chauds qui s'échappent du foyer après la combustion terminée. Dans cette circonstance, on a jugé que les tubes devaient produire, à surface égale, beaucoup moins d'effet que le foyer, et une expérience d'un ingénieur très-connu a déterminé, pour la proportion de ces effets, le rapport de 3 à 1, c'est-à-dire que chaque pied carré de surface de chauffe du foyer produit trois fois autant de vaporisation que la même surface des tubes. Ce résultat a été admis dans la pratique, et par conséquent, lorsqu'on veut construire une chaudière capable de produire un certain effet, on juge qu'il est indifférent de lui donner, par exemple, 100 pieds carrés de foyer et 300 pieds carrés de tubes, ou 30 pieds carrés de foyer et 430 pieds carrés de tubes.

Cependant, la seule expérience sur laquelle se fonde cette règle ayant été faite sur un modèle de très-petites dimensions et sans l'emploi de la tuyère, il a paru utile de renouveler la même recherche, mais dans la pratique ordinaire avec l'usage de la tuyère et par des machines de dimensions habituelles. Pour cela, on a mis en expérience des machines dans lesquelles il existait une proportion différente entre le foyer et les tubes, et on a cherché si le rapport entre les deux portions de la surface de chauffe totale altérait la vaporisation définitive de la machine. Les locomotives soumises à cet essai étaient de trois espèces. Dans les premières, la surface de chauffe totale était 8,7 fois celle du foyer; dans les secondes, elle était 6,3 fois celle du foyer; et enfin dans les troisièmes, la surface de chauffe totale n'était que 4,3 fois celle du foyer. Si donc il y avait une différence entre l'effet du foyer et celui des tubes, on devait trouver que dans les machines où le foyer formait une plus grande portion de la surface totale, l'effet produit par unité de surface serait plus considérable; et la comparaison entre les effets définitifs des trois espèces de machines pouvait conduire à la détermination séparée de la vaporisation produite par chaque portion de la chaudière. Si au contraire on trouvait que la diversité de proportion entre le foyer et la surface de chauffe totale n'altérait pas la vaporisation définitive de la machine, on devait en conclure que les deux portions de la chaudière vaporisaient la même quantité d'eau par unité de surface.

Plusieurs séries d'expériences furent donc entreprises dans ce but, et on peut conclure de leurs moyennes que, dans les locomotives employées, le foyer et les tubes produisaient, à surface égale, la même vaporisation par heure; et par conséquent la règle d'après laquelle on estime la surface de chauffe du foyer, comme égale à trois fois la même surface dans les tubes, ne peut conduire qu'à des erreurs et des désappointements dans la pratique.

On peut être surpris au premier instant que les tubes soient en état de produire, à surface égale, une vaporisation égale à celle du foyer; mais, après un moment d'attention, on se rend facilement compte de cet effet, ainsi que des expériences qui ont pu produire un résultat différent. L'eau qui entoure le foyer est, comme nous l'avons vu, partout en contact soit avec le combustible embrasé, soit avec la flamme qui s'élève au-dessus de ce combustible. Quant à l'eau qui entoure les tubes, il est clair que selon l'intensité du feu et la longueur des tubes elle peut être en contact sur toute la longueur de ceux-ci, soit avec la flamme, c'est-à-dire avec les gaz encore en flamme qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'échappent du foyer, soit en partie avec la flamme et en partie avec les gaz chauds qui sont le produit de la combustion effective. Or on doit concevoir que l'effet des tubes sera fort différent dans les deux cas que nous venons de mentionner. Si les tubes sont en contact avec la flamme dans toute leur longueur, il ne semble pas qu'ils doivent produire, à surface égale, une vaporisation moins considérable que le foyer, car les gaz enflammés qui les parcourent sont un combustible tout aussi bien que le coke lui-même, et on peut dire que dans toute leur étendue ils reçoivent l'action immédiate et rayonnante du feu. Mais si la combustion languit dans le foyer, de telle sorte que la flamme ne s'étende que jusqu'à la moitié de la longueur des tubes, il n'y aura que cette portion des tubes réellement soumise à l'action rayonnante du calorique, et le reste ne recevra plus que la chaleur communiquée résultant du partage par voie d'équilibre de la chaleur contenue dans les produits encore chauds de la combustion qui vient de cesser. Ainsi, dans ce cas, la première moitié des tubes pourra, à surface égale, produire autant de vaporisation que le foyer; mais la seconde moitié produira nécessairement un effet moindre, d'où résulte alors que la vaporisation moyenne des tubes, par suite de leur surface totale, sera moins considérable que celle du foyer.

Dans une série d'expériences entreprises dans une chaudière originairement construite pour une locomotive, mais alors appliquée à une machine stationnaire, et dans laquelle les deux compartiments de la chaudière étaient séparés par une cloison, ce qui permettait de mesurer directement la vaporisation produite par le foyer et par les tubes, on a effectivement obtenu des résultats analogues à ceux indiqués. La chaudière était très-longue, et quand le feu était abandonné à lui-même, et la vaporisation peu abondante, les tubes produisaient, à surface égale, un effet considérablement moindre que le foyer; mais à mesure que la combustion était plus active, et surtout à mesure qu'on appliquait à l'excitation du feu, au moyen d'une tuyère provenant d'une chaudière adjacente, un jet de vapeur violent, l'effet des tubes se rapprochait de plus en plus de celui du foyer.

Cette observation explique donc les différents cas qui peuvent se présenter dans les machines. On voit que, selon qu'on activera le feu plus ou moins dans des expériences particulières, on pourra obtenir dans les tubes des effets qui se rapprocheront plus ou moins de ceux du foyer, mais que pendant le service actif et régulier des locomotives avec l'usage de la tuyère, et pour des chaudières de proportions en usage, c'est-à-dire où la surface des tubes n'excède pas dix fois celle du foyer, on doit compter que les deux surfaces de chauffe produiront, à surface égale, des effets égaux et non des effets dans la proportion de 3 à 1, comme on l'a cru jusqu'ici.

Puisqu'il paraît démontré que dans les locomotives construites dans les proportions usuelles le foyer et les tubes de la chaudière produisent, à égale surface, une égale vaporisation, il est indifférent, sous le rapport de la production de la vapeur, d'adopter une forme de chaudière dans laquelle la surface des tubes domine plus ou moins relativement à celle du foyer, pourvu qu'on n'excède pas les limites qui ont été indiquées. M. Pambour s'est proposé maintenant d'examiner la même question sous le rapport de la dépense de combustible des machines, et de reconnaître s'il y a avantage à attribuer aux tubes ou au foyer une part plus ou moins considérable dans la surface de chauffe totale de la chaudière.

Il résulte de ces recherches qu'avec l'emploi du coke et les autres circonstances du travail ou de la construction des locomotives, le rapport à établir entre la surface de chauffe totale et celle du foyer ne doit jamais être moindre que celui de 10 à 1, et ce rapport paraît le plus avantageux, attendu que, pour une proportion moindre, il y a augmentation dans la dépense de combustible sans accroissement de vaporisation, et que, pour une proportion plus grande, il y a réduction dans la vaporisation de la machine par unité de surface, d'où résulte la nécessité de lui donner, pour obtenir les mêmes effets, une chaudière, et par conséquent un poids plus considérable, ce qu'il importe d'éviter.

On y voit également que, d'après les dimensions des diverses machines mentionnées, aucune règle à cet égard n'a été suivie jusqu'ici, et que, faute d'avoir étudié ce point important, et dans le dessein illusoire d'augmenter la puissance de vaporisation de la machine en augmentant la proportion de surface de chauffe du foyer, on a construit des machines dans lesquelles la consommation de combustible s'élève à 186 kilog. au lieu de 141 kilog. par mètre cube d'eau vaporisée, c'est-à-dire dans lesquelles la dépense de com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bustible est augmentée de $\frac{1}{3}$ sans le moindre avantage. D'un autre côté, dans un service composé d'un grand nombre de locomotives, une différence d'un tiers sur la dépense totale du combustible de ces machines doit être considérée comme très-importante dans ses conséquences.

Essai sur les araires avec ou sans roues.

Par M. H. HANDLEY, membre du parlement britannique.

Il est très-difficile de se former une opinion bien arrêtée sur le mérite de charrues de différentes constructions, attendu que chacun a une prédilection particulière pour celle dont il se sert habituellement et à laquelle il est accoutumé. C'est donc une chose rare que la comparaison raisonnée et expérimentale des diverses charrues.

Pour m'éclairer sur cette difficulté, j'ai fait non-seulement usage sur mes terres des araires avec ou sans roues, mais de plus j'ai observé la marche de ces instruments dans diverses contrées, sur des sols argileux, calcaires et sableux, par des temps humides et secs, sur de vieux trèfles, des jachères, des défriches, en long et en travers des champs, sur des surfaces inclinées et de niveau, enfin entre les mains de laboureurs les uns habiles, les autres inexpérimentés.

J'entends par *araire sans roues* une charrue dont l'entrure est réglée par la ligne de tirage, et contrôlée par la main du laboureur, et par *araire à roues* celle dont l'entrure est réglée par deux roues qui portent l'age ou flèche par devant, l'une de 32 centim. de diamètre, placée du côté du guéret, l'autre de 34 centim., et qui est du côté du sillon.

La charrue présente, à proprement parler, une surface hélicoïde ou un coin qu'il s'agit de faire marcher en avant horizontalement; la forme de cette surface ou de cette machine qui exécute l'opération du labourage de la manière la plus parfaite, avec le moins de dépense de force, et qui peut être en même temps sous le contrôle immédiat du laboureur, est celle à laquelle il convient de donner la préférence.

La considération la plus importante dans cette matière me paraît donc celle relative à la force nécessaire dans le travail de la charrue pour surmonter une résistance donnée ou pour exécuter un travail déterminé. Sur ce point, les agriculteurs paraissent tomber d'accord que l'araire à roues exige une dépense de force plus considérable, et la théorie semble indiquer que l'addition des roues doit ajouter à la résistance au tirage. Mais si on prend en considération diverses circonstances que présente la pratique, on arrive à une conclusion toute contraire, ainsi que j'espère le démontrer par expérience.

Cette diminution dans la force de tirage qu'on rencontre dans l'araire à roues, quand on la compare à l'araire simple, me paraît reposer principalement, sinon complétement, sur le mouvement horizontal plus uniforme communiqué au soc et au sep par l'intervention des roues régulatrices à la partie antérieure de la flèche, uniformité qui diminue les pertes de forces qui doivent avoir lieu par les oscillations continuelles qu'éprouve l'instrument de la part de la main du laboureur, et du dos et des épaules des chevaux.

Nous ne prétendons pas que ces roues diminuent en rien le frottement entre le sol et le sep, mais elles maintiennent toutes les parties frottantes à une même profondeur, et procurent une marche correcte, horizontale, tandis que les chevaux, par l'irrégularité seule de leur mouvement de progression, rendent cette marche incertaine dans la charrue simple, irrégularité que cherche constamment à contre-balancer par des efforts le laboureur placé à l'autre extrémité de l'instrument.

Ces deux forces, en conflit continuel, produisent des élévations et des abaissements dans le point où le soc doit percer le terrain, et des déviations dans la position horizontale du sep, qui a besoin d'être maintenu bien perpendiculaire avec une ligne verticale.

C'est pour obvier à ces inconvénients que les laboureurs inexpérimentés appuient inégalement sur les mancherons, et occasionnent ainsi un frottement latéral considérable du côté plat de la charrue contre le guéret, et, quelque légers que soient les efforts du laboureur pour bien balancer son araire, il paraît certain qu'il y a accroissement de résistance, et par conséquent qu'il faut un plus grand déploiement de force ou de puissance pour surmonter celle-ci.

Je ne prétends pas que les araires à roues soient complétement exemptes de ces irrégularités dans leur mouvement; au contraire, le dynamomètre démontre que celles-ci sont très-considérables, mais moindres toutefois que dans les araires à roues.

Afin de m'éclairer d'une manière tout à fait satisfaisante sur le tirage des char-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rues, j'ai prié MM. Ransome de Ipswich, qui possèdent la fabrique la plus considérable d'instruments aratoires du royaume, de me fournir l'occasion de vérifier les faits annoncés, au moins avec les instruments qu'ils confectionnent eux-mêmes. On a fait choix d'une jachère, dont le sol était un loam sableux, située en partie à mi-côte et en partie en plaine. Les charrues, sortant toutes du même établissement, ont été mises au même point du régulateur; savoir, une profondeur de sillon de 15,24 centimètres (6 pouces anglais) et une largeur de 25,40 (10 pouces anglais). Ces charrues ont été attelées de deux chevaux de front et conduites par les laboureurs les plus habiles qu'on ait pu se procurer, et qu'on a fait alterner dans la conduite de ces instruments.

On s'est servi, pour déterminer le tirage de ces charrues, d'un dynamomètre dont les indications avaient été préalablement contrôlées avec le plus grand soin. On a relevé les indications de son index de 10 en 10 ou de 12 en 12 mètres, et on a pris les moyennes parcourues. La longueur du champ, aller et revenir, a été l'épreuve à laquelle chaque instrument a été soumis. On a observé dans tous les cas que les inclinaisons ou la pente du terrain apportaient de bien faibles différences dans le tirage.

Charrues essayées à Ipswich en novembre 1838.

	Poids des charrues.		Tirage.	
Araire à roues de Rutland.	98 kilog.	83	123 kilog.	76
Araire à roues du Bedfordshire.	101	55	150	50
Araire sans roues du Lincolnshire.	58	93	152	34
Araire sans roues dite *Lincolnheath*. . . .	63	92	157	32

Ces expériences démontrent évidemment que les araires à roues, telles que celles de Rutland et de Bedford, comparées aux araires sans roues de Lincoln, qui passent pour excellentes, et diffèrent peu des charrues écossaises, loin d'exiger une plus grande force n'en ont eu besoin que d'une moindre. J'ajouterai de plus que quoique tous les labours avec ces instruments fussent très-bien faits, ceux avec les araires à roues se distinguaient par leur propreté et leur régularité.

Un autre résultat qu'on peut déduire de ces expériences, c'est que la force nécessaire au tirage n'augmente pas dans le même rapport que le poids; en effet, en chargeant l'araire à roues du Rutland avec un poids additionnel de 50 kilogr. 78 grammes ou de 51 p. 100, le tirage n'a augmenté que de 13 kil. 93 gr. ou de 12 p. 100.

Les résultats précédents ont été confirmés avec des rapports variables, dans des expériences subséquentes, sur des sols d'une plus grande tenacité, et dans des circonstances très-variées. On a même dans un cas fixé des roues à une araire simple, et on a trouvé que le tirage de cet instrument diminuait aussitôt, quoiqu'il n'eût pas été construit pour recevoir des roues, et par conséquent que la longueur de sa flèche ainsi que son équilibre sur ses appuis présentassent un désavantage manifeste.

Essais sur la résistance à l'arrachement des clous enfoncés dans le bois.

Par M. K. Karmarsch.

Les essais nombreux et faits avec soin qui sont rapportés dans ce travail ont donné, relativement à la résistance que les clous implantés dans du bois opposent à l'arrachement, les résultats que voici :

1° Dans une même espèce de bois, les clous résistent bien davantage à l'arrachement quand ils sont enfoncés dans une direction transversale au fil du bois que lorsqu'on les enfonce dans la direction de ces fils.

On peut admettre en moyenne que, dans un même bois, leur résistance, quand on les enfonce transversalement, est dans

Le tilleul.	1,82
Le sapin.	1,89
Le hêtre.	1,59
Le chêne.	1,36
Le charme.	1,51

fois plus considérable que quand ils sont implantés dans la direction des fils de ces bois.

2° Dans la direction des fils, les clous présentent à peu près la même résistance dans le bois de sapin et dans celui de tilleul, tandis que cette résistance est dans le hêtre 1,68 fois, dans le charme 2, et dans le chêne 2,25 fois plus considérable que dans le sapin.

Dans la direction transverse des fils, le tilleul et le sapin se comportent éga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement de la même manière, mais le hêtre résiste 2 fois, le charme 2,4 fois, et le chêne près de 3 fois autant que le sapin.

3° La résistance qu'oppose à l'arrachement un même clou croît en progression plus rapide que la profondeur à laquelle il est implanté. Par exemple, lorsque les profondeurs relatives auxquelles ce clou est enfoncé dans un même bois sont exprimées par les nombres

1, 1 1/2, 2, 3, 4, 6,

les expériences ont démontré que les poids nécessaires pour les arracher suivaient la marche suivante :

1, 1.73, 2.73, 5.17, 8.19, 13.19,

ce qui se rapproche beaucoup de la racine carrée du cube des profondeurs.

4° Le poids en kilogrammes nécessaire pour arracher un clou est à fort peu près le produit de la surface de la partie de ce clou enfoncée dans le bois et exprimée en centimètres carrés, et d'un facteur constant pour chaque espèce de bois. Ce facteur, qui exprime aussi en kilogrammes l'adhérence par centimètre carré de surface, est en moyenne, pour des clous enfoncés dans le bois :

	Transversalement au fil.	Dans la direction du fil.
Sapin.	24.64	43.90
Tilleul.	24.64	46.60
Hêtre.	47.77	74.06
Charme.	57.63	86.87
Chêne.	71.36	98.71

Bateau de sauvetage dans les bâtiments à vapeur.

Par le capitaine Smith.

Il n'est pas bien difficile de démontrer que les bâtiments à vapeur sans leurs roues ne sont que des constructions assez imparfaites comme machines flottantes, et que généralement, quand un bâtiment de cette espèce vient à se perdre, il est bien rare que tout l'équipage ne périsse avec lui.

Ce vice radical et la difficulté où l'on est de placer des bateaux sur le pont de ces bâtiments a suggéré au capitaine Smith, de la marine anglaise, l'idée de construire le chapeau ou portion supérieure de la cage des roues à aubes en forme de bateau de sauvetage.

Des essais de cette nouvelle disposition ont été faits par ordre de l'amirauté à bord du bâtiment à vapeur le *Carron*, de 300 tonneaux, et voici en quelques mots la description de l'appareil et le résultat obtenu.

Le chapeau, ou partie supérieure de la cage des roues à aubes, est formé par un bateau de sauvetage renversé, de 8 mètres de longueur et 3 mètres de bau, et contenant 4 caisses ou boîtes imperméables à l'air et à l'eau qu'on peut enlever au besoin. Ce bateau peut contenir de 40 à 50 personnes.

Lorsque le bateau est en place, les bancs du milieu sont enlevés, ce qui permet à la roue à aubes de tourner dans le vide intérieur à 16 centimètres de sa quille. Il est attaché à deux daviers de fer roulant sur des pentures qui permettent à six hommes de le retourner et de le descendre en deux ou trois minutes. Un semblable bateau placé sur le pont ne serait pas à la mer en vingt minutes quand tout l'équipage y mettrait la main, et n'y pourrait même pas aller du tout, en cas d'incendie.

L'inventeur propose de munir tous les bâtiments à vapeur de deux semblables bateaux de sauvetage; un sur chaque roue à aubes, auquel on pourrait donner, dans les plus grands bâtiments, 10 mètres de longueur sur 3 mètres de bau.

Il croit que les bâtiments installés ainsi présenteront moins de résistance à l'atmosphère, que la forme en est plus élégante, qu'il est plus facile, en soulevant le bateau, de visiter et de raccommoder les aubes, et enfin qu'on ne perd rien de la place qu'on consacre ordinairement aux petites cabines pratiquées sur les deux flancs des bâtiments naviguant à la vapeur.

Le rapport des officiers de marine ayant été très-favorable à ce mode de construction, l'amirauté a décidé qu'un bâtiment d'un plus fort tonnage, le *Firefly*, serait installé d'après ce plan pour continuer les épreuves.

Fabrication et impression accélérée des papiers de tenture.

MM. J. Evans, fabricants très-distingués d'Alder-Mills, près Tamworth, dans le comté de Warwick en Angleterre, paraissent être inventeurs de machines fort ingénieuses pour la fabrication du papier blanc et de tenture. Dans la fabrique qu'ils ont établie, une de leurs machines produit, dit-on, par heure de travail, une feuille de papier sans fin de près de 2,000 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur. Ce papier, aussitôt qu'il quitte les cylindres sécheurs, passe dans une autre partie de la fabrique où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il reçoit avec la même célérité des impressions à deux ou trois couleurs. La machine qui opère cette impression donne par heure près de 1,600 mètres de papier imprimé, quels qu'en soient le modèle ou les dessins. Un homme suffit pour la faire fonctionner, et quelques enfants pour former des rouleaux de longueur déterminée. On ajoute en outre qu'elle n'occupe qu'un assez petit espace. MM. Evans projettent quelques perfectionnements qui non-seulement accéléreraient encore l'impression de ce papier, mais qui permettront de plus de le satiner et de le glacer au moment où il sortira de la machine à fabriquer.

BIBLIOGRAPHIE.

Nouveau Manuel des ponts et chaussées, 1re partie; routes et chemins.

Par M. DE GAYFFIER, ingénieur des ponts et chaussées. Paris, 1840, 1 volume in-18, fig. Prix : 3 fr. 50 c.

Il existe un grand nombre d'ouvrages où les ingénieurs du corps royal des ponts et chaussées peuvent puiser toutes les connaissances qui leur sont nécessaires pour l'exécution des travaux qui rentrent dans la nature de leurs fonctions; mais ces ouvrages sont d'un prix excessivement élevé, chacun d'eux ne renferme que des notions sur une partie distincte de l'art, et aucun d'eux ne donne des instructions précises, nettes et claires sur la manière dont s'exécutent et se conduisent les grands travaux publics et les grandes constructions de toute espèce.

Dans cet état de choses, on voit qu'un jeune homme qui désire obtenir des emplois dans les administrations chargées de la construction des routes et chemins, et des travaux publics, etc., et ceux qui aspirent à remplir les fonctions de conducteurs de ces travaux, n'ont pas à leur disposition un livre élémentaire propre à leur donner les notions indispensables dans la carrière qu'ils se proposent de parcourir, et manquent d'un guide dans une matière aussi importante.

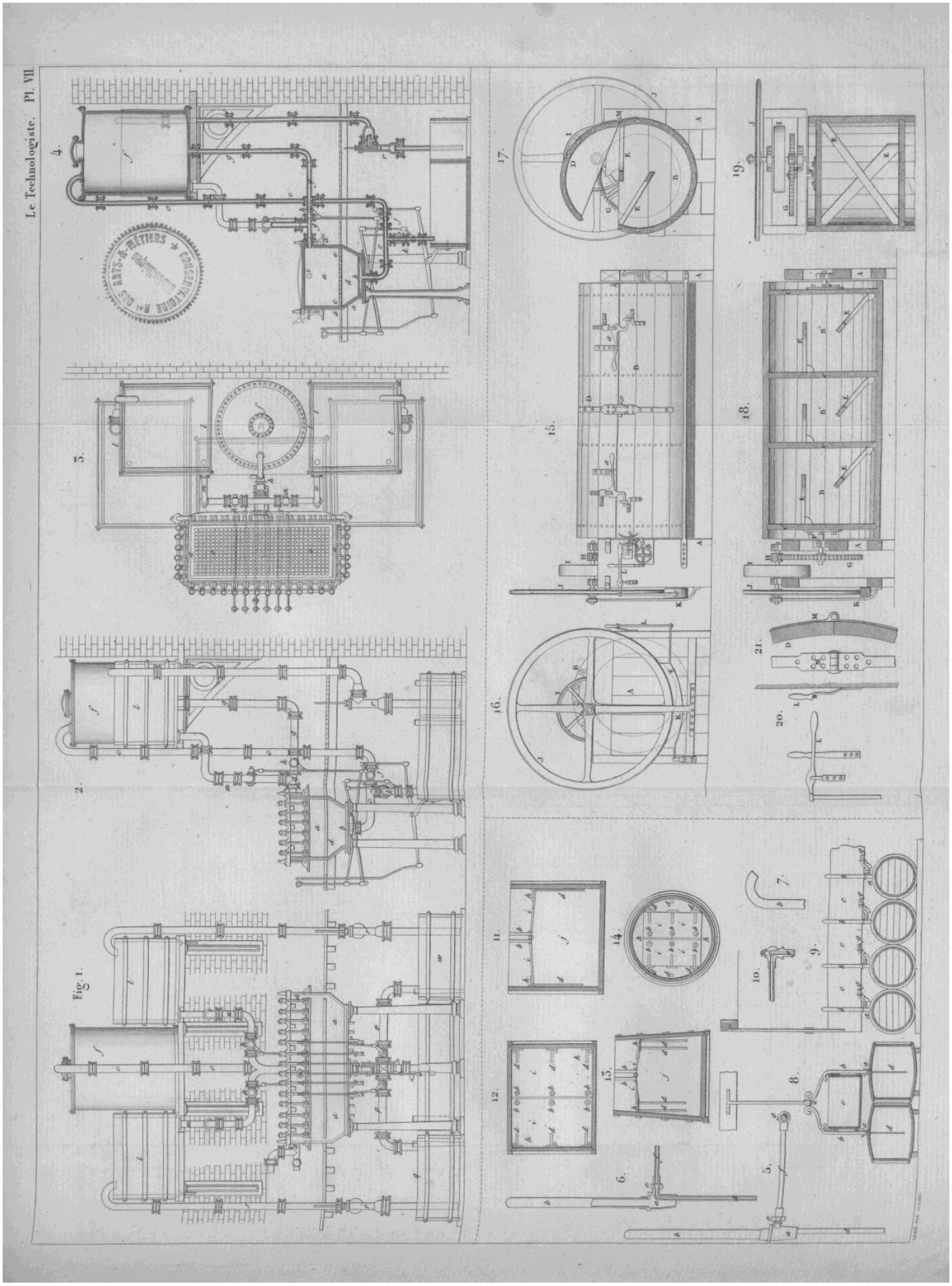
Un ingénieur des ponts et chaussées très-instruit, M. de Gayffier, qui s'est depuis longtemps aperçu de cette lacune dans l'enseignement, s'est proposé de la combler en publiant une suite de Manuels sur les différentes parties de l'art de l'ingénieur; c'est le premier de ces Manuels, celui qui concerne la construction des routes et chemins, que nous annonçons aujourd'hui, et qui sera prochainement suivi de celui relatif à la construction des ponts.

Dans ce Manuel, dont la lecture n'exige que l'étude de l'arithmétique et les premiers principes de la géométrie et de l'algèbre, l'auteur s'est attaché avec une scrupuleuse attention à présenter d'une manière à la fois claire et concise, dans la 1re partie, des détails sur tous les travaux de nivellement, la levée des plans, le tracé des pentes et rampes, d'un projet de profil en travers, le calcul des côtes rouges, les transports et leur prix, les déblais de terre, etc. Dans la 2e, il a traité spécialement du bombement, de la largeur, de l'épaisseur, de l'encaissement, des accotements, des diverses espèces de chaussées, de méthodes diverses, etc., en donnant pour chacun de ces travaux ou chacune de ces opérations les formules les plus simples et les plus nouvelles, les règles et les principes que la pratique a sanctionnés, enfin les résultats de l'expérience qui servent de base à tous les devis et calculs.

Ce Manuel nous a paru exposer les notions de l'art d'une manière à la fois si simple et si lumineuse que nous croyons qu'il rendra non-seulement de grands services aux conducteurs de travaux et aux employés des ponts et chaussées, mais que nous le considérons en outre comme devant être d'une très-grande utilité aux administrateurs civils et militaires de nos départements, aux membres des conseils généraux, aux maires, et enfin à toutes les personnes qui sont appelées directement ou indirectement à s'occuper de l'établissement, de la construction ou de la réparation des routes et des chemins. Nous n'hésiterons donc pas à leur recommander cet estimable Manuel, où ils puiseront une bonne et solide instruction.

Pour rendre ce Manuel plus propre encore à cette dernière destination, l'éditeur y a joint la loi sur les chemins vicinaux du 21 mai 1836, et l'instruction ministérielle pour l'exécution de cette loi du 24 juin de la même année. C'est une heureuse idée dont nous le félicitons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Rapport sur un alliage envoyé par M. Odiot à M. le comte de Sussy, pair de France, président de la commission des monnaies.

Le 8 décembre 1836.

Monsieur le président,

Vous m'avez chargé de faire analyser, au laboratoire de la commission des monnaies, un morceau de bronze antique qui vous a été envoyé par M. Odiot, orfèvre du roi, et qui vous a été désigné comme provenant d'un vase fait avec l'alliage que les anciens appelaient *airain de Corinthe*, alliage dont les antiquaires se sont si souvent et jusqu'ici si inutilement occupés; voici les renseignements que je puis vous donner à ce sujet.

L'analyse du fragment de vase antique remis par M. Odiot a fait voir que l'alliage de ce vase contient au cent :

Cuivre.	87,652
Etain.	12,348
	100,000

On n'y a trouvé ni plomb, ni fer, ni or, ni argent : cet alliage ne peut donc pas être confondu avec l'airain de Corinthe qui devait être, d'après ce qu'en ont écrit les anciens, un alliage très-compliqué et riche en métaux précieux.

En effet, si Pline, dans le livre 34e de son *Histoire naturelle*, réfute l'opinion qui, de son temps, attribuait l'origine de l'airain de Corinthe à l'incendie de cette ville qui en fit fondre toutes les statues et donna ainsi lieu à un alliage compliqué et riche en or et en argent, d'un autre côté, cet auteur dit cependant que l'on distinguait trois espèces d'airain de Corinthe : 1° le blanc, qui approchait de l'argent par son éclat, et où ce dernier métal entrait en grande proportion; 2° le jaune, dont la couleur indiquait la présence de l'or; 3° celui où chacun des métaux se trouvait allié à parties égales.

L'airain de Corinthe si estimé et si recherché du temps de Pline devait donc, au moins, contenir, en sus du cuivre, de l'or ou de l'argent; mais jusqu'ici, il n'a point été retrouvé de débris ou d'objets fondus avec ces alliages, et le grand nombre d'analyses qui ont été faites de bronzes antiques, porte à croire qu'ici, comme dans beaucoup d'autres circonstances, Pline écrivait ce que lui dictait l'opinion publique sans avoir le soin de vérifier si cette opinion était toujours établie sur des bases solides. Quelques faits récents, constatés au laboratoire de la commission des monnaies, prouveront qu'en fait d'alliages l'on est encore aujourd'hui au moins aussi crédule que l'étaient sans doute les Romains.

Lorsque les chevaux de Venise furent amenés à Paris, on les disait fondus en airain de Corinthe, et M. Denon m'engagea à vérifier ce fait si intéressant pour les antiquaires; or, l'analyse prouva que ces chevaux avaient été coulés avec du cuivre pur : résultat sans doute fort remarquable, mais qui était tout l'opposé de celui sur lequel on comptait.

En 1793, il fut envoyé à Paris des échantillons de toutes les cloches qui avaient été mises à la disposition du gouvernement pour être affinées et converties en monnaies et en canons; les inscriptions qui se lisaient sur ces clo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ches faisaient mention des quantités d'argent qui étaient entrées dans leur composition : cependant, l'analyse des échantillons de ces cloches prouva qu'il n'y avait d'argent dans aucune d'elles, et je crois même me souvenir que la cloche dite d'argent qui avait servi à donner le signal de la Saint-Barthélemy ne contenait pas un atome de ce métal et n'avait été fondue qu'avec l'alliage de cuivre et d'étain ordinairement employé à cet usage.

En 1793, l'on croyait que les anciens vitraux rouges des églises étaient colorés par de l'oxide d'or. Le gouvernement d'alors en envoya un tonneau à la monnaie et en fit faire l'analyse ; mon père trouva que ces vitraux ne contenaient pas d'or et qu'ils n'étaient colorés que par de l'oxide de cuivre.

Bonaparte, revenant d'Italie avec M. Denon, et montant une côte des Alpes à pied, passa sur un champ où avait probablement existé anciennement une fonderie de cuivre ; on y ramassa des morceaux de cuivre mal fondus et en partie oxidés jusque dans leur intérieur ; M. Denon me remit deux ou trois kilogrammes de ce cuivre, en me disant que c'était un alliage pareil à l'airain de Corinthe, et qu'il en voulait faire frapper une médaille en l'honneur du premier consul. J'analysai ce cuivre. Il ne contenait ni or ni argent : c'était du cuivre pur contenant beaucoup de protoxide de cuivre. Néanmoins, je fus chargé d'affiner ce cuivre, et M. Denon en fit frapper des médailles en l'honneur de Bonaparte.

Pendant la guerre de la révolution et surtout à l'époque du blocus continental, les cymbales et les tamtams venant de la Turquie et de l'Inde devinrent très-rares en France, et avaient au moins décuplé de prix. Je fus alors chargé de créer l'art, de fabriquer ces instruments de percussion que l'on croyait généralement composés d'un alliage riche en argent. Le gouvernement me procura des morceaux de sept tamtams et de 22 paires de cymbales : je trouvai qu'il n'y avait d'argent dans aucun de ces alliages, et qu'ils étaient tous composés simplement de :

Cuivre.	80
Etain.	20
	100

Ces faits qui se sont tous passés sous mes yeux ; cette considération que depuis l'ère chrétienne, les peuples n'ont guère joui de cette paix de longue durée qui permet de changer la nature des alliages à mesure que naissent de nouveaux besoins, et cette observation que les objets de bronze antique qui se découvrent chaque jour ont été enfouis, à la suite de grandes catastrophes, ou par accidents ou par actes religieux, sont sans doute de puissants motifs de douter de la véracité de ce que les anciens auteurs disent au sujet de l'airain de Corinthe : peut-être un jour aura-t-on à analyser un bronze antique dont la composition viendra détruire ces présomptions, mais jusque-là je crois qu'il est sage de douter ; et pour rentrer, en finissant, dans la question, je dirai qu'il est certain que l'alliage remis par M. Odiot ne méritait pas le nom qui lui a été donné et ne peut en aucune manière nous éclairer sur l'emploi que les anciens sont présumés avoir fait du bronze riche en or et en argent pour la fonte de leurs statues ou d'autres objets d'art précieux.

J'ai l'honneur, etc., d'Arcet.

Procédé pour essayer l'or.

Par M. L. Thompson,

On prend 33 décigrammes de l'or dont on veut essayer la pureté ; on les dépose dans un creuset, avec 81 décigrammes d'argent, et de 43 à 63 décigrammes d'argent corné ou chlorure d'argent, suivant que l'or est plus ou moins impur ; enfin, on y ajoute encore 2gram.70 de sel ordinaire réduit en poudre fine. On fait fondre le tout pendant cinq minutes, puis on laisse refroidir. Cela fait, on enlève le bouton métallique du creuset, puis on le réduit au marteau en une feuille mince, qu'on traite par l'acide nitrique étendu comme dans les essais ordinaires. Par ce moyen, on évite le traitement long et fort difficile de la coupelle, attendu que les métaux communs sont séparés par le chlore contenu dans l'argent corné, et remplacés par de l'argent pur.

Influence du charbon dans la coloration du verre.

Lors de la réunion à Berne, en 1839, de la Société suisse des naturalistes, M. Daguet a fait voir un morceau de verre qui avait été fondu pendant une demi-heure avec du charbon, et qui, après le refroidissement, était resté incolore, ainsi qu'un autre morceau de la même substance, fondu avec du sulfate de soude et du charbon, et qui, après le refroidissement, était jaune. L'auteur a cru pouvoir en conclure que le charbon pur ne colorait pas le verre en jaune à la chaleur nécessaire à la fusion, ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on le croit communément dans les verreries, et qu'il faut qu'il y ait présence de sulfate de soude pour lui communiquer cette couleur.

Pouvoir oxidant du verre sur les métaux et sur le défaut de transparence des anciens verres.

Par M. G. J. Knox.

Guyton-Morveau rapporte dans un de ses ouvrages, que 7 p. 0/0 de tournure de cuivre ayant été mélangées à du verre en poudre, et le tout porté à l'état complet de fusion, le composé avait pris une teinte rouge uniformément répartie dans la masse, et tellement foncée qu'elle rendait le verre à peu près opaque. Cette expérience lui avait été suggérée par une circonstance qui s'était présentée dans une verrerie où un ouvrier avait laissé tomber une poche en cuivre dans un pot plein de verre en fusion; la poche s'était fondue, la fonte avait eu lieu comme à l'ordinaire, et les ouvriers avaient été fort surpris, au moment du travail du verre, de remarquer que des grains de cuivre métallique, non-seulement se trouvaient noyés dans sa masse, mais qu'on y remarquait encore des bandes uniformément colorées en un beau rouge brillant.

L'expérience de Guyton-Morveau, qui n'était qu'une répétition de celle due au hasard, paraît avoir peu attiré néanmoins l'attention de ce chimiste, qui crut que la couleur était due à un état *imparfait* d'oxidation, puisque l'oxide de cuivre communique au verre une couleur verdâtre.

J'ai pensé que cette couleur rouge pouvait bien être le résultat d'une solution réelle du cuivre à l'état métallique, dont les globules noyés dans la masse se sont ensuite déposés de leur état de solution, lors du refroidissement.

Pour m'éclairer à ce sujet, j'ai mélangé en différentes proportions, avec du verre pilé, du fer, du plomb, du cuivre, de l'argent, du bismuth, de l'antimoine, de l'étain, de l'or, du platine, amenés à un grand état de division, et j'ai trouvé les résultats suivants.

Le verre, mélangé à de la tournure de fer, oxide et dissout autant de ce fer à l'état métallique que quand on l'y mélange à l'état d'oxide.

Le cuivre ne s'est oxidé et dissous qu'en faible proportion, en donnant au verre une couleur verdâtre, tandis que le surplus est resté disséminé dans la masse du verre en globules de cuivre et en raies ou bandes rouges qui consistent probablement en protoxide.

Le plomb, pour l'oxide duquel le verre a une si grande affinité, ne s'oxide qu'en petite quantité quand on le mélange à l'état métallique; le surplus reste noyé en globules dans la masse.

L'étain, l'antimoine et le bismuth s'oxident et se dissolvent plus aisément que le plomb.

L'or fondu avec le verre lui communique une teinte légèrement verdâtre qui croît en intensité avec la proportion de silice qui entre dans le verre; ainsi, on produit une couleur plus foncée avec le bisilicate qu'avec le silicate de potasse, et plus foncée encore avec le verre de Bohême qui contient une proportion considérable de silice; on trouve également, comme pour le plomb et le cuivre, des globules d'or disséminés dans la masse. Si on augmente la chaleur et que le creuset qui contient l'or soit abandonné pendant plusieurs heures dans le four, le verre prend une couleur œillet qui est celle que lui donne le protoxide d'or.

Lorsqu'on fait fondre du platine avec du verre, le métal se dépose sans altération au fond du creuset à cause de son infusibilité.

Quand on chauffe du charbon avec du verre, une grande quantité de cette substance est oxidée et le reste se présente avec les caractères d'un mélange mécanique.

Ces expériences semblent démontrer que le verre à de hautes températures a non-seulement la propriété d'oxider les métaux, et de former avec leurs oxides des combinaisons chimiques, mais de plus celle, lorsque l'affinité chimique est satisfaite, de dissoudre les oxides et probablement les métaux eux-mêmes lorsqu'ils sont en état de fusion. Ces derniers, au moment du refroidissement du verre, se déposent en globules dans ses interstices, du moins l'apparence extérieure du verre semble justifier cette opinion.

La couleur produite par la fusion des métaux avec le verre étant différente dans beaucoup de cas de celle qu'on obtient lorsqu'on fait usage de leurs oxides, et présantant l'aspect mat et peu translucide qui est si remarquable dans les anciens verres, j'ai été conduit à supposer que les anciens, qui ne peuvent guère avoir employé de matière colorante inconnue aujourd'hui, mais qui ne connaissaient pas les acides minéraux puissants, se sont servis des métaux soit à l'état métallique de tournure, soit dans un état imparfait d'oxidation.

Afin de déterminer la probabilité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette conjecture, j'ai fait choix de trois des échantillons de verres mosaïques qui ont été analysés par Klaproth ; et substituant aux oxides, et dans la même proportion, les métaux amenés à un grand état de division, j'ai obtenu des verres colorés à peu près de la même couleur que les mosaïques, tandis que les couleurs produites quand je me suis servi des oxides étaient non-seulement complétement différentes, mais en outre le verre était diaphane et transparent.

Un de ces verres, d'un rouge vif de cuivre, opaque et très-éclatant, contenait, sur 100 parties : silice 71, plomb 14, cuivre 7,5, fer 1, alumine 2,5, chaux 1,5.

Un autre, d'un vert-de-gris tendre, contenait : silice 63, oxide de cuivre 10, plomb 7,5, fer, 5,5, chaux 6,5, alumine 5,5.

Un troisième verre bleu renfermait : silice 81,5, oxide de fer 9,5, oxide de cuivre 0,5, alumine 1,5, chaux 0,25.

Expériences sur l'art de l'émailleur sur métaux.

Par MM. Jordan père et fils, de Clausthal.

(Suite.)

VII. *Émaux alcalo-terreux plombeux.*

Comme les émaux alcalo-terreux, même dans leur état de plus grande fusibilité, résistent encore beaucoup à l'influence fondante des alcalis, on a essayé d'ajouter à l'un de ces émaux, 10 p. 0/0 d'oxide de plomb pour affaiblir cette propriété embarrassante. En effet, cette petite quantité d'oxide de plomb a suffi pour produire une fusibilité plus grande et plus de fluidité.

Proportion en centièmes des ingrédients bruts employés.		Composition en centièmes après l'élimination au feu des matières volatiles.	
N° 11.			
Alumine hydratée	9,453	Alumine	7,819
Silice	14,128	Silice	17,706
Chaux hydratée	4,726	Chaux	4,442
Carbonate de soude sec	27,883	Soude	20,532
Borax fondu	17,331	Borax	21,721
Salpêtre	7,878	Potasse	4,595
Oxide de plomb	8,245	Oxide de plomb	10,333
Os calcinés	2,363	Os calcinés	2,961
Oxide d'étain	7,878	Oxide d'étain	9,873
	99,885		99,982

Émail blanc, homogène, nacré, aisément fusible à la flamme de la lampe.

VIII. *Émaux terro-alcalins plombeux.*

Ces émaux ont été étudiés déjà par les anciens chimistes ou verriers. Les plus simples d'entre eux consistent uniquement en silicates alcalo-plombeux, rendus opaques par de l'oxide d'étain, ainsi qu'on les préparait déjà au temps de Neri et de Kunkel.

C'est à peu près la composition des émaux tels qu'on les prépare encore à Venise. Cet émail blanc jaunâtre renferme communément un peu d'oxide d'antimoine. Tous ces émaux ou couvertes ont un bel éclat opalin ou de cire, et sont très-fusibles quoiqu'un peu épais.

Pour la couverte la plus simple des poteries, blanc de crème, on prend en Angleterre 100 parties de litharge, 40 de silex pyromaque pulvérisé, ou bien 80 d'un granit du Cornouailles avec 100 de litharge. Si on rend ce mélange opaque avec de l'oxide d'étain, on obtient un email.

On ne peut jamais parvenir, sans oxide de plomb, à donner aux émaux un éclat opalin et gras, par conséquent ces émaux ne sauraient être recommandés pour couvrir un grand nombre d'ustensiles employés dans l'économie domestique. Mais ils sont excellents comme fond ou assiette pour la peinture en émail, attendu que les bases alcalines et l'oxide de plomb n'altèrent presque aucune matière colorante et ne les font guère passer au mat.

On ne peut nier que le plomb ajouté en trop grande quantité, par exemple, jusqu'à la moitié du poids de la masse, ne soit une chose très-nuisible dans l'emploi économique des ustensiles de ménage. Une addition de chaux peut aussi favoriser notablement la décomposition des verres très-plombeux, car l'oxide de plomb fondu avec la chaux, donne un composé soluble dans l'eau. La silice, l'alumine et la soude ne paraissent pas former de combinaisons insolubles, avec des proportions trop considérables de chaux et de plomb. Enfin une addition considérable de chaux et qui dépasse 20 p. 0/0 donne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déjà au verre commun une grande disposition à s'exfolier.

Tous les émaux à base de chaux, d'alcali et de plomb, jetés à l'état de poudre fine dans de l'eau distillée, et agités pendant quelque temps, donnent bientôt un liquide qui a une réaction alcaline sur les couleurs. Le gaz sulfhydrique réagit également sur la liqueur.

Pour diminuer la tendance à la décomposition que possèdent les émaux plombeux, on a essayé d'y combiner le plomb avec les autres matières tantôt à l'état de litharge, tantôt à celui de sels plombiques peu solubles, tantôt enfin à celui de chlorure de plomb. Ces matières ont été combinées de telle façon que 11 à 24 p. 0/0 d'oxide de plomb suffisaient pour les compositions. Les produits fondus qu'on a obtenus ont été reconnus être de véritables combinaisons, d'après tous les signes tant extérieurs que chimiques; ils formaient un émail homogène, brillant, se fondant aisément à la flamme de la lampe, et adhérant bien au fer. Tous les fragments du même émail ont montré une égale densité et une pesanteur spécifique identique, qui n'ont guère changé après l'addition de l'oxide d'étain.

Dans une de ces compositions, on a fait usage de sulfate de plomb; on a bien obtenu un émail ainsi qu'il a été dit précédemment, mais il s'était formé à sa surface une couche distincte de sulfate de soude. En analysant cet émail, on a trouvé encore une quantité notable d'acide sulfurique en combinaison dans la masse.

Le chlorure de plomb et le phosphate du même métal donnent dans les mêmes conditions des émaux semblables.

On a essayé, pour fabriquer des émaux, de se servir, au lieu d'oxide de plomb, d'oxide de bismuth, qui jouit à peu près des mêmes propriétés chimiques; mais on n'a pas donné suite à ces essais, attendu que sous ce rapport le bismuth est fort inférieur au plomb et beaucoup plus cher.

IX. *Exemples d'émaux alcalins plombeux.*

Proportions en centièmes des ingrédients bruts employés.			Composition en centièmes après l'élimination au feu des matières volatiles.	
N° 12.				
Silice		50,000	Silice	52,936
Carbonate de soude sec		15,000	Soude	9,521
Chaux hydratée		5,000	Chaux	4,051
Os calcinés		5,000	Phosphate de chaux	5,401
Litharge		10,000	Oxide de plomb	10,803
Oxide d'étain		15,000	Oxide d'étain	16,205
		100,000		98,917

Émail d'un beau blanc, vitreux, un peu translucide sur les bords, très-bulleux.

N° 13.				
Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée	4,136	Alumine	3,214
	Silice	5,463	Silice	35,150
Silice		24,390	Chaux	8,615
Chaux hydratée		9,756	Soude	18,550
Carbonate de soude sec		26,829	Oxide de plomb	17,230
Litharge		14,634	Oxide d'étain	17,230
Oxide d'étain		14,634		
		99,842		99,998

Émail blanc de lait, non bulleux, translucide sur les bords. Il s'est bien fritté sur le fond ou assiette après cinq minutes de feu.

N° 14.				
Silice		32,258	Silice	43,291
Carbonate de soude sec		12,903	Soude	10,173
Chaux hydratée		3,225	Chaux	3,392
Os calcinés		3,225	Phosphate de chaux	4,193
Litharge		12,903	Oxide de plomb	17,313
Oxide d'étain		16,129	Oxide d'étain	21,644
		80,643		100,006

Émail blanc de lait, bulleux, qui, après cinq minutes de feu, s'est fondu sur l'assiette n° 28, et a parfaitement adhéré. Il a également bien adhéré sur l'assiette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n° 31 ; néanmoins cette couverte sur ces deux fonds était devenue finement onduleuse. Probablement qu'un peu plus de fusibilité dans l'émail ferait disparaître ce défaut.

N° 15.

Silice	31,413	Silice	36,730
Carbonate de soude sec	22,438	Soude	15,414
Carbonate de potasse	9,349	Potasse	7 453
Sel marin	3,897	Sel marin	1,048
Chaux hydratée	8,975	Chaux	7,870
Litharge	13,462	Oxide de plomb	15,740
Oxide d'étain	13,462	Oxide d'étain	15,740
	102,996		99,995

Émail homogène, où l'on ne remarque que çà et là quelques bulles, et qui s'est fritté très-fortement au bout de cinq minutes sur les fonds n° 28 et n° 33.

N° 16.

Silice	31,000	Silice	36,374
Carbonate de soude sec	34,000	Soude	23,439
Chaux hydratée	3,000	Chaux	2,640
Os calcinés	3,000	Phosphate de chaux	3,520
Litharge	16,000	Oxide de plomb	18,773
Oxide d'étain	13,000	Oxide d'étain	16,426
	100,090		101,172

Émail blanc bleuâtre, vitreux, avec quelques bulles, et faiblement translucide sur les bords ; fondant aisément à la flamme de la lampe, et coulant complétement au bout de trois minutes sur l'assiette n° 28, mais alors devenu bulleux. Cet émail, si on le faisait adhérer sur une assiette appropriée à sa nature, cesserait probablement d'être bulleux.

N° 17.

Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée 2,333	Alumine	1,775
	Silice 3,082	Silice	36,284
Silice	28,348	Chaux	4,761
Chaux hydratée	5,504	Soude	18,901
Carbonate de soude sec	27,889	Chlorure de plomb	25,502
Chlorure de plomb	22,109	Oxide d'étain	12,802
Oxide d'étain	11,099		
	100,364		100,025

Émail homogène, vitreux, peu translucide sur les bords. Il fond presque immédiatement à la flamme de la lampe, et se comporte avec l'assiette n° 28, absolument comme le n° 16.

N° 18.

Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée 2,471	Alumine	1,910
	Silice 3,264	Silice	37,973
Silice	29,154	Chaux	5,409
Chaux hydratée	6,025	Soude	20,332
Carbonate de soude sec	29,543	Oxide de plomb	20,718
Litharge	17,687	Oxide d'étain	13,773
Oxide d'étain	11,758		
	99,902		100,115

Émail semblable au n° 17. Avec l'assiette n° 28, il se comporte comme le n° 16 et le n° 17 ; mais il n'a pas autant d'éclat.

N° 19.

Argile dElbingerode.	Alumine hydratée. 2,333	Alumine	1,807
	Silice 3,082	Silice	35,923
Silice	27,522	Chaux	3,833
Chaux hydratée	5,688	Soude	19,234
Carbonate de soude sec	27,889	Sulfate de plomb	26,168
Sulfate de plomb	22,293	Oxide d'étain	13,029
Oxide d'étain	11,100		
	99,907		99,994

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Émail blanc bleuâtre, homogène et vitreux. A la surface du creuset, il s'en était séparé après la fusion une couche de sel de Glauber. Cet émail fond immédiatement à la flamme de la lampe ; sur l'assiette n° 28, il se comporte comme le n° 16 et le n° 17.

N° 20.

Argile d'Elbingerode	Alumine hydratée	2,212	Alumine		1,679
	Silice	2,921	Silice		33,368
Silice		26,086	Chaux		4,652
Chaux hydratée		5,391	Soude		17,870
Carbonate de soude sec.		26,434	Chlorure de plomb		24,112
Chlorure de plomb		20,956	Oxide de bismuth		6,203
Oxide de bismuth		5,391	Oxide d'étain		12,105
Oxide d'étain		10,521			99,989
		99,912			

Émail semblable au n° 17, quoique ayant moins d'éclat avec l'assiette n° 28.

N° 21.

Silice	28,000	Silice (1)	33,700
Litharge	21,000	Oxide de plomb	24,375
Oxide d'étain	11,000	Oxide d'étain	11,750
Carbonate de soude sec.	4,000	Soude et potasse du salpêtre	7,600
Borax	30,000	Borax	18,160
Argile d'Elbingerode	4,000	Alumine	1,700
Salpêtre	8,000	Chaux	1,200
Craie	2,000		98,485
	108,000		

Émail blanc, homogène, d'un grand éclat, aisément fusible à la flamme de la lampe, adhérant aisément et parfaitement et avec beaucoup d'éclat sur les assiettes n° 34 et n° 35.

N° 22.

23,5 gram. d'oxide d'étain avec 75 gram. de silice, autant d'oxide de plomb, 15 gram. de potasse, et environ 0,1 gram. de peroxide de manganèse, fondus ensemble, donnent également un émail fin, de bonne qualité et opalin, principalement propre en deuxième ou troisième couverte.

D'autres recommandent 4 parties d'un alliage d'oxides, composé de 50 d'étain et 100 de plomb, avec 4 parties de silice et une partie de sel marin, le tout fondu ensemble.

Chaptal unissait à une partie d'oxides métalliques, composés de parties égales d'étain et de plomb, une partie de silice et 2 parties de potasse purifiée.

Dans le cas où on ne veut pas faire usage d'oxide d'étain, on peut encore parvenir à composer une foule d'autres corps à bon marché qui, quoique ne donnant pas de résultats aussi satisfaisants, ont encore des applications utiles.

Le principal, dans cette matière, c'est de faire choix pour composer l'émail de corps qui possèdent une assez grande fusibilité et qui dans leur union avec le fond ou l'assiette ne se décomposent pas. Pour ces corps, il convient de choisir la silice, l'alumine, les os calcinés au blanc et pulvérisés le plus finement possible. La baryte et le gypse ne sont d'aucune utilité.

X. *Des fonds ou assiettes pour les couvertes ou émaux.*

Ces fonds doivent toujours être blancs; leur coloration ne peut être utile que dans quelques cas particuliers.

XI. *Assiettes terro-alcalines.*

Les assiettes qui, à la chaleur blanche, se frittent, il est vrai, mais aussi se contractent et présentent des ondulations, doivent être absolument rejetées. Par leur contraction, elles laissent à découvert une partie des surfaces métalliques sur lesquelles l'émail n'adhère point. D'un autre côté les assiettes trop fusibles, par exemple les verres de gobeleterie et à vitres qui coulent facilement, ne recouvrent pas convenablement. Le verre mélangé à un peu de quartz en poudre réussit beaucoup mieux, quoiqu'il se fritte difficilement et donne des surfaces qui manquent de poli. La chaux et l'alumine en poudre, mélangées au verre, donnent une combinaison trop infusible.

(1) Y compris celle contenue dans l'argile d'Elbingerode.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N° 23.

Une fritte composée de 61,33 parties de silice et 33,66 de potasse caustique mélangées ensemble, et à laquelle on ajoute 3 parties d'alumine hydratée, a donné une masse qui, après avoir été convenablement mise en fusion en 4 minutes, à une chaleur rouge modérée, dans la moufle du fourneau, s'étendit uniformément sur le fer. Ce métal à travers cette fritte paraissait de couleur gris sale. On couvrit cette assiette avec l'émail n° 9, qui réussit parfaitement bien.

N° 24.

Un composé de :

Sel marin.	23,5294
Silice.	35,2941
Os calcinés.	17,6470
Sulfate de baryte.	23,5294
	99,9999

se fritta convenablement au travail, mais sa fusibilité était trop difficile pour qu'il pût recevoir quelque application.

N° 25.

Sel marin.	20
Silice.	30
Os calcinés.	15
Sulfate de baryte.	20
Carbonate de potasse. . . .	15
	100

Ces ingrédients mélangés et traités dans un fourneau à vent ont donné une masse blanc de lait, un peu bulleuse, délicatement nacrée, et parsemée çà et là de petits cristaux en aiguille, qui avaient une saveur salée et étaient formés de chlorure de sodium qui s'en était séparé. Cette masse ne pouvait être d'aucune utilité. En éliminant de la recette précédente le sel marin et mettant le reste en fusion, on a obtenu une masse blanc de lait, à cassure large, bulleuse, plus ou moins vitreuse et non susceptible d'application.

N° 26.

Un composé de :

Spath fluor.	45,4545
Gypse calciné.	45,4545
Silice.	9,0909
	99,9999

a fourni une masse d'un beau blanc mat, feuilletée, translucide dans les parties minces, et d'une pesanteur spécifique assez considérable, qui, après 5 minutes de feu seulement, a parfaitement adhéré sur la fonte.

XII. *Assiettes terro-alcalines plombeuses.*

Les assiettes, tout aussi bien que les émaux, semblent exiger pour être de qualité convenable la présence du plomb.

N° 27.

Une masse composée de :

Craie.	26,1956
Silice.	26,1956
Argile d'Elbingerode. .	13,0434
Sulfate de baryte. . . .	13,0434
Phosphate de plomb. . .	13,0434
Carbonate de plomb. .	6,5217
	98,0431

fondue avec les précautions convenables, était blanc grisâtre, homogène, délicatement nacrée, et un peu esquilleuse. Frappée avec l'acier, elle ne donnait que difficilement des étincelles. L'acide nitrique lui enlevait le plomb qu'elle contenait.

Dans la moufle, elle a été fondue en 4 à 5 minutes sur le fer, mais son toucher était rude, non glacé et son aspect grisâtre. Un coup de feu plus fort transformait la masse en un grand nombre de parties hémisphériques distinctes les unes des autres.

N° 28.

On a formé un fond avec :

Silice.	26,6666
Craie.	26,6666
Argile d'Elbingerode. .	13,3333
Carbonate de potasse. .	26,6666
Minium.	6,6666
	99,9997

et on a obtenu une masse vitreuse, blanc jaunâtre, homogène, translucide, qui en 3 minutes s'est étendue et a adhéré fortement sur la fonte, et présentait une couleur blanchâtre.

N° 29.

On a mélangé ensemble les corps suivants :

Spath fluor.	62,3958
Silice.	12,5000
Carbonate de potasse. .	12,5000
Minium.	12,5000
	99,8958

Le résultat a été finement ou imparfaitement nacré, bulleux et translucide. Plusieurs essais d'application sur le fer qu'on en a faits, et qui ont été depuis 3 jusqu'à 8 minutes exposés à un feu très-vif, ont donné une fritte qui n'adhérait que faiblement au métal.

N° 30.

La masse composée de :

Silice.	45
Carbonate de soude sec. . .	24
Chaux hydratée.	8
Argile d'Elbingerode. . . .	7
Litharge.	17
	100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est fondue en un verre translucide, et en 3 minutes de chaleur rouge intense a adhéré solidement sur le fer.

N° 31.

La masse suivante, composée de :

Carbonate de soude sec.	35
Silice.	35
Chaux hydratée.	10
Argile d'Elbingerode.	8
Chlorure de plomb.	12
	100

a fourni un verre blanc verdâtre, homogène, largement nacré, translucide. Elle a fondu en 3 minutes sur le fer. En réduisant le verre en poudre et le faisant bouillir avec de l'acide nitrique, on trouvait dans la liqueur du chlore et du plomb. Dans la combinaison des ingrédients le chlorure de sodium ne s'était pas séparé de la masse.

N° 32.

Les ingrédients qui suivent :

Carbonate de soude sec.	30
Silice.	35
Chaux hydratée.	15
Céruse	15
Argile d'Elbingerode.	5
	100

ont fourni un verre homogène, largement nacré, translucide, qui, au bout de 3 minutes de chaleur rouge, ne s'était étendu que fort imparfaitement sur le fer.

N° 33.

On a formé un composé ainsi qu'il suit :

Carbonate de soude sec.	35
Silice.	35
Chaux hydratée.	10
Sulfate de plomb.	20
	100

et on a obtenu un verre homogène largement nacré, translucide et opalin. Lors de sa formation il s'est séparé à la surface un sel qui, aux épreuves, s'est trouvé être du sulfate de soude renfermant la majeure partie de la combinaison qu'avait formée l'acide sulfurique. La masse s'est fondue sur le fer en moins de 5 minutes dans la moufle, mais d'une manière imparfaite ; par un feu un peu plus prolongé, elle est devenue bulleuse.

Les composés d'acide sulfurique dans le rapport indiqué, ne paraissent pas réagir d'une manière convenable, lorsque les ingrédients renfermant du carbone sont dans une proportion aussi faible.

Guidé par ces essais, on a eu recours pour la composition des assiettes à une plus grande addition d'oxide de plomb, attendu que quelques-unes des expériences précédentes semblaient avoir démontré la nécessité de semblables combinaisons ; mais il ne faut pas oublier qu'un grand nombre d'ustensiles de ménage couverts de cette manière deviennent dangereux.

N° 34.

On a pris 33 parties de silice, 3 d'argile lavée d'Elbingerode, et on y a ajouté 14,3 parties de litharge et 0,3 partie de salpêtre. On a mis le mélange en fusion parfaite. La masse fondue était blanc de lait, bulleuse, et par une chaleur rouge modérée, elle a bien adhéré sur la fonte qu'elle a recouverte d'un enduit d'un grand éclat. Un essai consécutif sur la quantité d'oxide de plomb contenue dans cette couverte après la fusion, a démontré qu'elle s'élevait à 35,60 p. 0/0.

N° 35.

Lorsqu'on mélange 2 parties de litharge à 4,373 parties de silice et 0,3 de potasse, et qu'on met en fusion complète, on obtient également une masse très-propre à faire une couverte, et dans laquelle on trouve après la formation jusqu'à 29,268 d'oxide de plomb.

Dans les assiettes terro-alcalines plombeuses, dont les recettes ont été données avant ces dernières, il y a infiniment moins d'oxide de plomb après la cuisson.

XIII. *Compositions qui n'ont pas rempli le but proposé, émaux terro-alcalins.*

N° 36.

Verre blanc.	23,5294
Os calcinés.	23,5294
Argile d'Elbingerode.	11,7647
Oxide d'étain.	11,7647
Gypse.	23,5294
Salpêtre.	5,8823
	99,9999

La masse n'était pas fondue ; elle se laissait pulvériser sous le doigt :

N° 37.

Verre blanc.	14,8148
Os calcinés.	14,8148
Argile d'Elbingerode.	7,4074
Oxide d'étain.	11,1111
Gypse.	14,8148
Carbonate de potasse.	22,2222
Silice.	14,8148
	99,9999

Émail blanc de lait, conchoïde, bulleux et translucide sur les bords. Sur l'assiette n° 27, cet émail s'est fritté en 3 minutes, mais la masse avait passé au noir verdâtre. Par le refroidissement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle s'est exfoliée complétement de dessus le fer.

N° 38.

Verre blanc.	14,8148
Os calcinés.	14,8148
Argile d'Elbingerode. .	7,7074
Oxide d'étain.	14,8148
Gypse.	14,8148
Carbonate de potasse. .	33,3333
	100,2999

La masse était blanche, conchoïde, mais çà et là quelques portions de potasse s'en étaient séparées. Au bout de quelques jours, elle avait attiré l'humidité et s'était délitée. Dans cette composition la silice n'était pas en quantité suffisante.

N° 39.

Oxide d'étain.	14
Silice.	40
Os calcinés.	34
Carbonate de potasse. . . .	12
	100

La masse était fortement frittée, blanc grisâtre, et si dure qu'elle rayait le verre et qu'on en tirait des étincelles avec l'acier :

N° 40.

Silice.	38,7096
Os calcinés.	23,5023
Argile d'Elbingerode. .	4,1474
Carbonate de potasse. .	19,3548
Oxide d'étain.	13,8248
Eschel.	0,4608
	99,9997

D'un léger bleu de smalt ; fortement fritté et presque complétement fondu. La matière rayait le verre et donnait quelques étincelles sous le choc de l'acier.

N° 41.

Silice.	33,0882
Sel marin sec.	26,4705
Craie.	19,8529
Argile d'Elbingerode. .	4,4117
Oxide d'étain.	15,4416
Eschel.	0,7352
	100,0001

Blanc verdâtre, onduleux à la surface, d'une saveur salée. Çà et là, et principalement au fond du creuset, il s'était séparé du chlorure de sodium avec un peu de chlorure de fer dans des cavités en forme de druses.

N° 42.

Silice.	20,5128
Craie.	10,2564
Verre blanc.	10,2564
Os calcinés.	10,2564
Argile d'Elbingerode. .	5,1282
Oxide d'étain.	10,2564
Gypse.	10,2564
Carbonate de potasse. .	23,0769
	99,9999

Émail blanc de lait, conchoïde, translucide sur les bords, mince et présentant peu de bouillons. Porté sur l'assiette n° 27, il s'est fondu en moins de 5 minutes; mais il est devenu gris et s'est détaché çà et là du fer après son refroidissement.

N° 43.

Silice.	30,7547
Craie.	22,6415
Argile d'Elbingerode. .	3,7735
Sulfate de baryte. . . .	3,7735
Carbonate de potasse avec un peu de salpêtre.	22,6415
Oxide d'étain.	16,9811
	100,5658

S'est comporté comme le n° 42.

N° 44.

Verre.	50,0000
Os calcinés.	20,8333
Spath fluor.	16,5979
Oxide d'étain.	12,5000
	99,9312

Email blanc de lait, bulleux, translucide en feuillets minces. Un peu de borax et une dose moindre d'os calcinés l'auraient rendu plus fusible. Il n'a pas contracté de combinaison avec l'assiette n° 26 après 5 minutes de feu.

N° 45.

Verre blanc.	62,7450
Salpêtre.	5,8823
Poudre d'algaroth. . . .	5,8823
Oxide d'étain.	22,6143
	97,1239

Émail gris de perle, très-bulleux et vitreux. Cet émail, sur l'assiette n° 26, s'est vitrifié en 5 minutes; mais il est devenu noir et finement ondulé, et il s'est détaché çà et là par un refroidissement rapide du métal.

N° 46.

Silice.	45,5531
Soude calcinée.	19,7396
Carbonate de potasse. .	14,6420
Oxide d'étain.	13,3405
Sel marin.	1,3015
Chaux hydratée.	6,5075
	101,0842

Masse blanche, conchoïde, translucide, vitreuse; elle s'est frittée sur le fer au bout de 5 minutes d'un feu violent.

N° 47.

Verre blanc.	46,1538
Os calcinés.	15,3847
Oxide d'étain.	7,6923
Salpêtre.	3,8461
Soude calcinée.	23,0770
Phosphate de plomb. .	3,8461
	100,0000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Masse pierreuse d'un noir bleuâtre, opaque, homogène, avec une saveur alcaline et caustique.

(*La suite au prochain numéro.*)

Fabrication du chlorate de potasse.

Par M. PELOUZE,
membre de l'Académie des Sciences.

Jusqu'à présent on a toujours décomposé le carbonate de potasse par le chlore. Ce procédé présentant divers inconvénients, je propose d'y remédier en substituant la soude à la potasse. En s'y prenant d'une manière convenable, on obtient du sel marin et du chlorate de soude, puis, par double décomposition, on transforme ce dernier en chlorate potassique en le traitant par un des sels de potasse les moins chers du commerce.

Il y a aussi un autre procédé manufacturier qui peut être employé avec avantage pour le même genre de fabrication, et qui consiste à faire passer du chlore dans un lait de chaux; il se forme alors du chlorure de chaux que l'on fait ensuite bouillir longtemps avec du muriate de potasse.

Propriété décapante d'un chlorure double de zinc et d'ammoniaque.

Par M. GOLFIER BESSEYRE.

Il existe un chlorure double formé équivalent à équivalent de chlorure de zinc et de sel ammoniac, cristallisant avec une grande facilité, tantôt en tables, tantôt en prismes, très-soluble dans l'eau, décomposable par la chaleur en chlorhydrate d'ammoniaque qui se sublime et en chlorure de zinc qui se fond.

Ce composé est remarquable par la propriété qu'il possède de faciliter si bien l'étamage, qu'on peut très-bien étamer du cuivre et du fer avec de l'étain, du plomb et du zinc, du zinc avec de l'étain ou du plomb, et même de l'étain avec du plomb, et réciproquement. Il met si bien à nu les surfaces métalliques sur lesquelles on en fait l'application, qu'aussitôt le contact, il se fait des alliages fusibles qui déterminent l'étamage; c'est ainsi du moins que l'auteur s'explique la possibilité par l'intermédiaire de ce sel d'étamer une lame d'étain au moyen d'une lame de plomb, et réciproquement une lame du même plomb avec une lame du même étain.

On peut tirer partie de ce sel dont la faible valeur peut généraliser l'emploi. M. Besseyre a fait étamer avec du plomb seulement une chaudière en tôle qu'il a employée pendant plusieurs mois à faire cristalliser des liqueurs chargées d'acide sulfurique sans qu'elles aient présenté aucune apparence d'altération.

C'est surtout la dissolution de ce sel qu'il convient d'employer lorsque l'on veut étamer, car il est essentiel pour le succès de l'opération que les surfaces à étamer soient uniformément et très-complétement recouvertes d'une couche de ce composé, ce qu'il est à peu près impossible d'obtenir quand on l'emploie en poudre.

Essai du chlorure de chaux.

M. Fuchs, de Munich, a proposé un procédé pour analyser les minerais de fer et autres matières ferrugineuses, fondé sur la propriété que possède l'acide chlorhydrique de ne pouvoir, sans le contact de l'air, dissoudre du cuivre, tandis que quand on y ajoute de l'oxide de fer, ou bien quand il en contient préalablement, il dissout une quantité correspondante de ce premier métal. Dans cette expérience il se forme, d'un côté, du chlorhydrate de protoxide de fer, ou, si on aime mieux, un chlorure de fer, et, de l'autre, un chlorhydrate de protoxide de cuivre ou du chlorure cuivrique. Si donc on projette une quantité déterminée de cuivre dans une solution de chlorhydrate de fer, et qu'on fasse bouillir jusqu'à ce qu'il ne se dissolve plus de cuivre, puis qu'on décante, qu'on lave le cuivre qui reste avec de l'eau, qu'on le sèche et le pèse, on a, par la différence de poids, la quantité de cuivre qui a été dissoute. On possède alors tous les éléments nécessaires pour déterminer la quantité d'oxide de fer qui était dissoute dans l'acide chlorhydrique. Il suffit en effet de multiplier la quantité de cuivre dissoute par le nombre stochiométrique du fer (=40) et de diviser le produit par le nombre du cuivre (=31,7); le quotient donne la quantité d'oxide de fer contenue dans la dissolution, car le nombre du cuivre est à celui de l'oxide de fer comme le cuivre dissous est à l'oxide de fer qu'il s'agit de déterminer.

Veut-on connaître la quantité de fer correspondante à celle de l'oxide, il faut simplement remplacer le nombre stochiométrique de l'oxide par celui du fer (=28). Le calcul, du reste, est le même.

Lorsque l'oxide et le protoxide sont en même temps présents dans un même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corps, il est nécessaire, pour évaluer la quantité de chacun d'eux, de faire deux épreuves. Dans l'une on fait bouillir, comme il a été dit, le cuivre dans la dissolution chlorhydrique, ce qui permet de déterminer la quantité d'oxyde de fer qu'elle contient; dans l'autre, on fait passer le protoxide présent au maximum d'oxidation, et on conduit l'opération comme précédemment. On retranche ensuite de l'oxide de fer trouvé dans la deuxième épreuve celui qu'on a déterminé par la première, et le reste trouvé est évalué en protoxide par le calcul.

Cette méthode, qui a présenté de bons résultats, paraît pouvoir être employée avec succès à la mesure de la richesse du chlorure de chaux.

Pour cela, on verse de l'eau sur une quantité, pesée avec soin, du chlorure qu'on veut éprouver, et on y ajoute un excès de chlorure simple de fer ou chlorhydrate de protoxide de fer tout fraîchement préparé. Il ne se dégage pas de chlore, mais il se forme de l'oxyde de fer en quantité correspondante à celle du chlore. Maintenant on verse un excès d'acide chlorhydrique; on ajoute un morceau de cuivre pesé, et on fait bouillir jusqu'à ce que la couleur foncée de la liqueur se transforme en un vert jaunâtre pâle, et qu'il ne se manifeste plus de changement. Alors on lave le cuivre restant, on le sèche, on le pèse et on calcule la quantité de chlore par la perte de poids, puisque 64 de cuivre correspondent à 35,4 de chlore. Une épreuve de cette nature est terminée en une ou deux heures; on la fait commodément dans une petite cornue, qu'on plonge jusqu'à son col dans un bain de sable chaud.

Examen d'une poudre tinctoriale animale nommée syria;

Par M. Virey.

On importe de Londres une poudre d'un rouge brun violâtre, très-foncée, assez pesante, inodore et insipide, mais teignant la salive en beau rouge carminé. Cette poudre est dense, peu volatile; elle communique presque instantanément soit à l'eau, soit à l'alcool, une belle teinte purpurine, foncée, solide. Les acides nitrique, acétique, etc., l'éclaircissent en lui donnant une nuance nacarat ou plus jaune qui reprend cependant à l'air un aspect plus violacé. Les alcalis font tourner la couleur vers le bleu pourpre.

Il s'agissait d'abord de connaître la nature de ce produit; les expériences avec divers réactifs et moyens ordinaires ont démontré qu'il était essentiellement de nature animale. Il fallait ensuite déterminer à quel ordre de substances animales on pouvait rapporter cette poudre.

En Orient, dans l'Asie-Mineure, où on recueille une grande quantité de kermès animal (*coccus ilicis*), on se contente d'abord d'en exprimer le suc purpurin, riche en matière colorante (la *coccine* de M. Lassaigne ou *carmine* de M. Pelletier). Après cette expression du suc de kermès qui est employé soit en teinture, soit pour des sirops, des liqueurs excitantes très-usitées en Orient (*l'alkermès*, etc.), les résidus, les débris de ces gallinsectes contenant l'enveloppe à demi cornée et les autres organes desséchés en boules retiennent encore une quantité notable de coccine. Il a donc suffi de soumettre à la porphyrisation les résidus desséchés de kermès, pour produire le syria qu'on a décoré d'un nom nouveau pour en rehausser la valeur.

Au reste, on obtient une grande quantité de matière colorante purpurine et une teinture plus ou moins solide avec cette poudre, mais non pas les teintes si vives, si brillantes et si pures, que présente le carmin de la cochenille dans les plus magnifiques préparations; cependant il est probable qu'on tirera un emploi utile de la syria en teinture, et pour colorer soit des papiers, soit des tissus et une foule d'objets d'un usage journalier.

On a pu soupçonner que le *lac-lake* ou *lac-dye* pouvait entrer dans cette poudre tinctoriale, parce que l'un et l'autre offrent également une couleur purpurine. Mais les échantillons du lac-dye en pains cubiques rouge brun violâtre, ne sont pas complétement incinérables au feu comme la poudre syria. De plus, le lac-dye contient aussi une portion de talc friable, lequel a reçu la couleur de manière à pouvoir être employé en détrempe, ce qui n'a nullement lieu pour la poudre syria. Celle-ci n'offre pas de parties terreuses, et ne donne aucune effervescence avec les acides. Elle a néanmoins une pesanteur spécifique plus considérable que le lac-dye, car ce dernier retient une portion de la résine de la laque divisée dans le caséum du lait à l'aide de la soude, puis précipitée par l'acide citrique. Au contraire, la poudre syria, également soluble, pour sa partie tinctoriale, dans l'eau et dans l'alcool, ne contient pas une résine abondante comme la laque ni même le lac-dye.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Acide polychromatique.

Nous avons annoncé, à la page 216 de ce volume, les applications que M. Boutin a faites de ce corps à la teinture; aujourd'hui nous compléterons les renseignements que nous avons déjà donnés en présentant un extrait du rapport que M. Pelouze a lu sur ce sujet intéressant à l'Académie des sciences au mois de mars dernier.

« La résine d'aloès soumise à l'action de l'acide nitrique donne naissance à plusieurs produits parmi lesquels se trouve un acide remarquable par ses propriétés chimiques et ses applications à l'art de la teinture.

» L'acide dont nous voulons parler a été signalé pour la première fois en 1808, par M. Braconnot, et désigné par lui sous le nom d'*acide aloétique*. Cet habile chimiste l'obtient sous forme d'une poudre jaune incristallisable, d'une amertume extrême, peu soluble dans l'eau à laquelle il communique néanmoins une belle couleur rouge de sang artériel, et formant avec la potasse un sel rouge foncé, susceptible de détonner avec la violence de la poudre à canon en dégageant une odeur prononcée d'acide prussique et laissant après la combustion une légère trace charbonneuse.

» M. Braconnot a signalé de plus l'acide oxalique parmi les produits de l'acide nitrique sur l'aloès.

» Plus tard, M. Liebig s'occupa aussi du même sujet et annonça qu'outre les deux acides précédents, l'aloès en produisait un troisième, *l'acide carbazotique*, lorsqu'on le soumettait à l'influence prolongée d'une grande quantité d'acide nitrique concentré. Il décrivit plusieurs des principales propriétés de l'acide aloétique et remarqua que la soie qu'on faisait bouillir dans une dissolution aqueuse de cette substance y prend une belle couleur rouge pourprée qui résiste à l'action des alcalis et des acides, que d'un autre côté, la laine s'y teint en beau noir et le coton en rose. Du reste, M. Liebig n'a pas poussé plus loin ses recherches sur ce sujet.

» M. Boutin a tenté de combler les lacunes qui existaient encore dans l'histoire de cet acide, et a cherché à en faire dans son atelier de teinture des applications à l'industrie.

» Il obtient l'acide aloétique par un procédé semblable à celui de M. Braconnot (1), il regarde toutefois comme un signe d'impureté la couleur jaune attribuée à cet acide, et recommande pour le dépouiller des matières qui le souillent, des lavages à l'eau chaude continués jusqu'à ce que l'acide ait acquis une belle couleur rouge pourpre, après quoi il reste à l'unir à la potasse ou à la soude, à faire cristalliser le sel plusieurs fois et le décomposer par l'acide hydrochlorique qui en sépare l'acide aloétique qui n'a plus besoin pour être pur que d'un lavage à l'eau chaude.

» L'acide aloétique que M. Boutin désigne sous le nom d'acide polychromatique, n'offre pas de formes cristallines, quel que soit le dissolvant d'où il ait été séparé. C'est une poudre d'un brun rouge, assez foncé, très-amère et astringente, sans odeur sensible, exigeant pour se dissoudre près de 900 fois son poids d'eau froide et seulement 70 à 80 parties d'alcool.

» Une température de 3 à 400° décompose instantanément l'acide aloétique qui détonne légèrement. Projeté sur un charbon rouge il produit une vapeur pourpre et des gaz d'une odeur

---

(1) Il existe dans le commerce plusieurs espèces d'aloès désignées sous les noms de succotrin, d'hépathique, de caballin, etc. Toutes ne sont pas également bonnes pour fournir l'acide polychromatique, ou du moins M. Boutin annonce qu'il a pu se convaincre, d'après un grand nombre d'expériences, que la quantité qu'elles peuvent fournir est très-variable. Un droguiste de Paris, ayant procuré à l'auteur un grand nombre d'échantillons de diverses espèces qu'il a fait venir directement du Cap de Bonne-Espérance, du Sénégal, des Antilles et de l'Inde, celui-ci a eu à sa disposition des espèces d'origine véritable, et il est résulté des essais, que c'est particulièrement l'*aloès dichotoma* et l'*aloès spirata* qui ont donné les meilleurs produits et en plus grande quantité.

On prend donc une partie de ces aloès, et huit parties d'acide nitrique ordinaire à 36°; on introduit le tout dans un ballon d'une capacité 8 à 10 fois plus grande que le volume des matières employées, et on expose à une douce chaleur sur un bain de sable. La liqueur prend d'abord une couleur vert-émeraude, sans qu'il paraisse y avoir de réaction bien sensible; mais à mesure que la température s'élève, la liqueur se fonce de plus en plus, passe au brun, et la réaction s'annonce bientôt par des vapeurs rutilantes qui remplissent la capacité du ballon. Alors il faut retirer et laisser la réaction se continuer elle-même; elle devient quelquefois tellement vive, et offre un dégagement si abondant de gaz nitreux, que tout passe par le col du ballon.

La réaction terminée, on introduit la liqueur dans une cornue assez grande et munie d'un récipient, et on distille environ la moitié ou les deux tiers du liquide. Pendant la distillation, il se présente une poudre jaune; on retire le tout de la cornue, on laisse réfroidir et on étend d'une certaine quantité d'eau. Il se forme à l'instant un nouveau précipité jaune floconneux, semblable au premier: on le recueille avec lui sur un filtre, on lave parfaitement à l'eau chaude jusqu'à ce que le liquide qui filtre soit d'un beau rouge pourpre, et que le précipité ainsi purifié, puis desséché, se présente sous forme d'une poudre d'un beau rouge-brun, qui est l'acide polychromatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cyanique. Tous les sels sont colorés et le plus souvent insolubles. Quelques-uns, et particulièrement l'aloate d'argent, fulminent lorsqu'on les chauffe. Ceux qui sont insolubles ou peu solubles peuvent être facilement préparés avec l'aloate de potasse par la méthode des doubles décompositions.

» M. Boutin a fait l'observation intéressante que la laine et surtout la soie se teignent avec facilité par l'acide aloétique qui est susceptible de leur communiquer les nuances les plus variées. D'après lui, ces nuances sont plus solides que celles obtenues avec les matières colorantes de nature organique, généralement employées, et comme d'ailleurs l'acide aloétique se prépare facilement et que sa propriété tinctoriale est considérable sous un poids très-petit, il croit que l'art de la teinture est en droit d'attendre d'heureux résultats de l'emploi de cet acide. Le temps décidera si les espérances de M. Boutin sont fondées. Dans tous les cas, les résultats auxquels il est arrivé sont fort curieux et ne peuvent manquer d'appeler l'attention des teinturiers.

» Nous allons indiquer succinctement les principales expériences que M. Boutin a fait connaître et dont il nous a rendus témoins.

» En mordançant la soie dans une dissolution d'acétate de cuivre à une température de 70° à 80°, la lavant ensuite dans une eau ammoniacale et la passant dans un bain d'acide aloétique à la même température que le mordant, et finissant par un avivage avec du vinaigre faible on obtient les nuances bois plus ou moins foncées.

» Les nuances Corinthe se fixent en plongeant la soie dans une dissolution d'acide tartrique ou citrique à une température de 40°, et la passant ensuite dans un bain plus ou moins foncé d'acide aloétique à une température de 30° à 60°.

» La nuance rose s'obtient de la même manière, si ce n'est que le bain de teinture doit être très-peu chargé et contenir une petite quantité d'alun.

» Les nuances violettes méritent une attention spéciale, car on sait combien sont rares les matières organiques qui peuvent les donner. M. Boutin les obtient en ajoutant au bain d'acide aloétique de l'ammoniaque liquide et de l'acide acétique. Ce n'est que quand le bain est bien tourné au violet que la soie doit y être teinte à une température de 40° à 50°. Pour la soie le bain doit contenir un excès d'acide; c'est le contraire pour la laine avec laquelle l'ammoniaque doit dominer. En employant l'acétate d'ammoniaque tout formé, on n'obtient pas les mêmes résultats, les nuances sont moins belles.

La couleur bleue se prépare en tournant le bain d'acide aloétique par un sel double préparé avec le proto-chlorure d'étain et la crème de tartre. Le bain tourne d'abord au violet. On y ajoute ensuite une dissolution de chlorure d'étain et d'acide tartrique; une petite quantité d'ammoniaque liquide suffit ensuite pour tourner le bain au bleu. C'est alors qu'on y plonge la soie qui ne tarde pas à se teindre en un bleu que M. Boutin indique comme très-solide.

Les deux nuances petit-gris sont fixées par un mordant mixte de proto-chlorure d'étain et de proto-chlorure de manganèse; mordançant la soie dans la dissolution chaude de ces sels et la rafraîchissant ensuite dans une eau de rivière, la teignant enfin dans un bain chaud d'acide aloétique auquel on ajoute un peu d'acide tartrique.

Les nuances écrues ou de fantaisie sont obtenues en traitant à la température de l'ébullition l'acide aloétique par la potasse caustique en excès, y ajoutant un peu d'acide acétique, et plongeant la soie dans le bain ainsi préparé, l'avivant ensuite sur une eau acidulée.

» Les nuances aventurine sont obtenues avec le liquide acide provenant de la réaction de l'acide nitrique sur l'aloès, après en avoir précipité l'acide aloétique; ces nuances sont très-solides.

» Le jaune est obtenu avec l'acide carbazotique qui fournit aussi de très-belles nuances sur laine et surtout très-solides.

» Le vert s'obtient en passant la soie teinte en jaune par l'acide carbazotique sur le bain bleu ci-dessus.

» Enfin ont produit un très-grand nombre d'autres nuances avec l'acide aloétique en faisant varier les mordants. »

Sur quelques astringents employés dans la teinture des toiles peintes.

Par M. Ed. Schwartz, de Mulhausen.

Les astringents que l'on emploie en teinture proviennent d'écorces de fruits et de feuilles. Ils semblent devoir leurs propriétés tinctoriales à la présence du tannin, mêlé à plus ou moins de matière colorante jaune. Cette dernière se ternit quelquefois par la dessiccation de la plante ou la vaporisation de son extrait, de manière à ne pouvoir plus servir pour la teinture en jaune, mais à l'état sec, elle n'est pas moins propre pour cela à la production de nuances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grises variées par sa combinaison avec les mordants de fer.

Les teintes de couleur jaune que fournissent les astringents, se distinguent de celles que donne la gaude, en ce qu'elles se rougissent beaucoup plus facilement par l'élévation de température en teinture et par l'exposition à l'air.

Nous appelons substances tinctoriales astringentes, le quercitron, le cachou, l'écorce de grenade, le sumac, la noix de galle, le bablah, etc. Certaines d'entre elles peuvent servir à la fois pour la teinture en jaune et celle en gris, telles que le quercitron et le sumac de Sicile et celui de Malaga. Le cachou sert principalement pour la production de la couleur bois. L'emploi le plus fréquent de l'écorce de grenade est comme addition au bain de quercitron ; enfin le sumac de Donzère, la noix de galle et le bablah ne servent que pour les différents gris. Dans un mémoire, l'auteur a fait voir qu'un grand nombre de feuilles et d'écorces d'arbres les plus communs de nos contrées, peuvent encore être rangées parmi les astringents, par la nature de la matière colorante qu'elles contiennent, mais comme cette matière colorante s'altère et disparaît même complétement par la dessiccation, ces substances ne peuvent être employées qu'à l'état vert, pour la teinture en jaune, tandis qu'à l'état sec, elles peuvent servir pour la production des nuances grises diverses.

Plus la partie jaune en est abondante, plus le gris devient jaunâtre. Dans la série des substances astringentes nommées plus haut, on a eu soin d'adopter l'ordre selon lequel on peut les classer à cet égard. Le jaune de sumac de Sicile est très-pur, mais plus clair que celui de quercitron ; celui du sumac de Donzère est terne ; le jaune d'écorce de grenade est verdâtre ; celui de cachou brunâtre ; on peut à peine appeler jaune les nuances que produisent la noix de galle et le bablah avec le mordant d'alumine. Les gris de quercitron, de cachou et d'écorce de grenade ne diffèrent l'un de l'autre que par leur plus ou moins d'intensité, mais ils sont d'une nuance tout à fait différente de celle que produisent le sumac, la noix de galle et le bablah. Le gris de sumac de Sicile est un peu rougeâtre, et le devient d'autant plus que l'on teint à un degré de chaleur plus élevé ; celui de noix de galle est cendré, et celui de bablah entre ces deux. Le gris de sumac de Donzère devient moins rougeâtre par l'élévation de la température que celui de Sicile. Le sumac de Malaga donne les mêmes couleurs que celui de Sicile.

L'écorce de grenade s'emploie rarement seule ; elle teint le blanc, à cause de la grande quantité de matières extractives qu'elle contient ; mais c'est précisément à raison de ces dernières qu'il est très-convenable de mélanger la décoction de cette écorce au bain de quercitron quand on veut changer les gris et les olives en chocolat, cannelle ou mordoré, par la teinture à la garance. Chaque praticien sait, en effet, que les teintures au quercitron ne supportent pas facilement un degré de chaleur élevé, au bain de garance ; il semble que celle-ci déplace le quercitron aussitôt qu'on atteint les 40° C. ; cet effet n'a pas lieu quand les parties colorantes de quercitron ont été solidifiées par leur mélange avec celles de l'écorce de grenade. Il est rare qu'on emploie la noix de galle pour la teinture des toiles imprimées, parce qu'elle attaque facilement les mordants de fer, à raison de la grande quantité d'acide gallique qu'elle contient. Quand on la joint, en petites doses, au bain de Campêche pour la teinture en noir, on en obtient une teinte plus bleuâtre. Le bablah, tout en donnant un gris aussi pur que celui de la noix de galle, et plus vif que celui du sumac, a encore l'avantage de conserver le blanc.

Je terminerai en faisant mention d'une autre substance tinctoriale que l'on emploie beaucoup en Allemagne : ce sont les *knoppern*, excroissances que l'on trouve sur les feuilles de chêne. Par ses propriétés tinctoriales, cette substance semble tenir le milieu entre le bablah et la noix de galle ; on l'emploie avantageusement comme addition au bain de Campêche pour la teinture en noir.

Sur le vaporisage des étoffes.

Dans la séance de novembre dernier, de la Société industrielle de Mulhausen, M. Ed. Schwartz a présenté un mémoire sur le vaporisage des étoffes de laine. Ce travail, dans lequel l'auteur analyse les conditions d'une bonne opération de ce genre, dont le but est d'opérer la combinaison des matières colorantes avec les étoffes, ainsi qu'avec les sels métalliques qui leur servent de mordants, d'où résulte la vivacité et la solidité des couleurs, se termine par les conclusions suivantes :

1° Pour fixer les couleurs imprimées sur les étoffes, il faut de l'eau et de la chaleur.

2° La vapeur, dans les premiers mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments de l'opération, dépose à la surface de la toile l'eau nécessaire à la fixation des mordants et des couleurs ; le reste du temps elle n'agit que comme véhicule de chaleur.

Séchage à chaud des étoffes de coton.

Par M. le Docteur Ach. Penot.

M. Penot a lu à la Société industrielle de Mulhausen un mémoire sur ce sujet, où il annonce qu'après avoir expérimenté sur divers séchoirs mis à sa disposition, il est arrivé aux résultats suivants :

1° La manière la plus économique et la plus convenable de sécher les toiles de coton est l'emploi des cylindres chauffés à la vapeur, lorsqu'on ne doit avoir égard qu'à la quantité d'eau évaporée.

2° Dans un étendage qui ferme bien et dans lequel on puisse élever la température au moins jusqu'à 45 ou 50 degrés centigrades, on trouvera une économie à n'ouvrir les soupiraux que lorsque les toiles seront à peu près sèches.

3° Si la construction de l'étendage ne permet pas d'élever la température, il vaut mieux opérer comme on le fait généralement aujourd'hui, en renouvelant l'air.

4° Si l'on veut construire un séchoir, on ne devra lui donner pour la hauteur que celle qui est absolument nécessaire pour la manœuvre des pièces, et lui donner la moindre capacité possible, pour contenir les toiles que l'on veut sécher.

5° Quel que soit le genre de marchandises qu'il s'agit de sécher, on devra élever la température autant qu'on le pourra sans nuire à cette marchandise.

6° Dans un grand nombre de cas, on sèche les marchandises dans les ateliers mêmes où on les prépare pendant le travail. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour les machines à parer pour l'impression des toiles.

Moyen pour prévenir les explosions de la poudre.

Par M. Piobert, capitaine d'artillerie.

Les dangers que la poudre présente depuis le moment de sa fabrication jusqu'à celui de son emploi dans les armes à feu, ont fait chercher à différentes époques les moyens de remédier à ce grave inconvénient, soit par un mode de conservation qui éloignerait les chances d'accidents, soit par une modification dans les procédés de fabrication. On a souvent proposé de conserver séparément les composants de la poudre dans un état de pulvérisation complète et d'en former un mélange dans les proportions convenables au fur et à mesure des besoins ; mais un tel mélange, quelque parfait qu'il soit, ne suffit pas pour constituer une poudre d'un bon service. Des expériences faites en l'an IV sur une poudre semblable donnèrent pour résultat la preuve évidente que ce genre de combinaison ne pouvait être employé avec succès pour charger les armes à feu. On ne peut donc se dispenser d'avoir toujours en magasin une grande quantité de poudre confectionnée d'après la méthode ordinaire. Il s'agit donc de chercher comment on pourrait diminuer les dangers de cette agglomération de matières si combustibles.

M. Piobert a fait à ce sujet des expériences desquelles il résulte qu'en remplissant avec du poussier de poudre les vides qui existent entre cette substance mise en grains, on obtient tous les avantages de sécurité qu'on peut désirer. Dans ce mélange, la poudre brûle, en fusant comme certaines pièces d'artifice, mais sans faire explosion ; si l'on veut lui restituer ses propriétés ordinaires pour les usages de la guerre, il suffit de la passer dans une sorte de tamis dont les trous ont un diamètre égal au plus petit volume que doit avoir le grain ; tout le poussier serait alors expulsé, et la poudre en grain resterait sur le tamis et pourrait alors être employée. Ce poussier pourrait être utilisé dans les artifices et à la conservation ou à la confection de nouvelles poudres.

On pourrait encore diminuer le danger des explosions et même faire brûler la poudre comme les combustibles ordinaires en remplaçant le poussier par le salpêtre trituré, qui est beaucoup moins inflammable ; mais il resterait à faire des expériences pour savoir si les grains de poudre s'y conserveraient aussi bien, ce qui est probable, mais doit cependant être éprouvé. Les approvisionnements de salpêtre de l'Inde qu'on est obligé d'avoir continuellement dans la crainte d'une guerre maritime donnent les moyens d'employer cette matière à cet usage sans occasionner de nouvelles dépenses, puisque d'ailleurs on est forcé d'en avoir de grandes quantités en magasin.

L'expérience seule peut décider quelle est celle de ces deux matières, poussière ou salpêtre, qu'il convient mieux d'employer pour conserver les qualités de la poudre, tout en neutralisant ses pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

priétés explosives tant que la séparation n'est pas effectuée.

Si ces résultats étaient confirmés par de suffisantes épreuves, il deviendrait possible d'éviter ces affreux désastres qui surviennent à la suite des explosions des poudrières.

Préparation des drapeaux de tournesol.

Le *chrozophora tinctoria*, le *croton* de Théophraste, le *croton tinctorium* de Linnée, et la *maurelle* ou *morelle dans le midi de la France*, est, comme on sait, une plante qu'on trouve en Barbarie, en Espagne, à Lemnos, en Crète et dans presque tout le midi de la France, dont les propriétés tinctoriales ont été connues par les plus anciens naturalistes. Beaucoup d'auteurs ont parlé de la préparation qu'on fait subir à cette plante, mais parmi tous ceux qui ont écrit sur la fabrication du tournesol en drapeau, M. le pasteur Hugues, dans sa brochure intitulée : *Une excursion dans la commune du Grand-Gallargues*, paraît être celui qui a donné à ce sujet les renseignements les plus exacts.

Selon lui, ce genre d'industrie se trouve mentionné dans les registres les plus anciens de la commune du Grand-Gallargues, où elle est encore aujourd'hui concentrée, registres qui malheureusement ne remontent pas au delà de l'année 1600. A cette époque, les Gallarguais allaient chercher le croton dans les Basses-Cevennes, la Gardonenque, le Roussillon et la Provence; là ils louaient des moulins et se livraient aux manipulations nécessaires pour obtenir le tournesol; d'autres bornaient leurs recherches dans un rayon de 10 lieues autour de leur village.

Aujourd'hui la maurelle se récolte sur les lieux mêmes, et cependant, dit M. Hugues, « peu d'industries sont aussi mystérieuses: ceux qui l'exploitent n'en connaissent pas la destination, ceux qui en profitent n'en connaissent point la préparation, et ceux qui l'ont décrite n'ont débité que des erreurs, parce qu'ils ne transcrivaient que de fausses indications. »

Dans un ouvrage publié à la fin de 1839 et intitulé : *Observations générales sur les plantes qui peuvent fournir des couleurs bleues à la teinture*, M. N. Joly de Montpellier annonce qu'il a désiré voir par lui-même et pénétrer s'il était possible ce curieux mystère, et voici ce qu'on trouve à ce sujet dans cet ouvrage intéressant :

« Vers la fin de septembre 1838 et dans les derniers jours du mois d'août, nous nous sommes transportés, M. le professeur de botanique Delile et moi, au Grand-Gallargues, et nous nous sommes adressés à M. Hugues, qui nous a donné avec une complaisance extrême tous les renseignements que nous lui avons demandés. Nous avons interrogé les paysans qui n'ont été ni moins polis ni plus mystérieux. Nous avons suivi leurs opérations, et voici ce que nous avons appris dans ces deux petits voyages :

» Le lendemain du jour où l'on a recueilli la maurelle, on la soumet pendant un quart-d'heure ou 20 minutes à l'action d'une meule verticale de 1^{m}.70 de diamètre et de plus de 32 centimètres d'épaisseur. Cette meule est mise en mouvement par un cheval et tourne dans une auge circulaire à parois évasées. Quand la plante est suffisamment triturée, on la place dans des cabas formés de joncs tressés ou de feuilles entrelacées de *lygeum spartum*, et tout à fait semblables à ceux dont on se sert dans la fabrication de l'huile d'olives. On porte ces cabas au pressoir, et l'on reçoit le suc dans un vase en bois appelé cornue (en patois *sémâou*). Ce suc paraît d'un vert foncé, presque bleu, et devient très-visqueux à mesure qu'il se sèche.

» Le marc qui l'a fourni est ensuite retiré des cabas; émiété, mélangé avec une quantité d'urine humaine égale en poids à la moitié du suc présumé qu'il peut encore contenir, et soumis de nouveau à l'action du pressoir. Quoi qu'en aient dit la plupart des auteurs, il n'est pas nécessaire que l'urine soit putréfiée, car on l'emploie très-souvent de la veille.

» Immédiatement après avoir obtenu le suc de la première espèce et quelquefois un quart-d'heure après seulement, le maurellier en verse une certaine quantité dans un baquet rectangulaire analogue à ceux dont se servent les blanchisseuses (en patois *gamata*). Il y trempe ensuite des lambeaux grossiers de toile d'emballage, et les imbibe de suc en les frottant comme s'il voulait les imprégner avec de l'eau de savon. Avant de procéder à cette opération, il a soin de s'assurer que les chiffons ne sont ni huileux ni graisseux; c'est la seule précaution qu'il ait à prendre, bien qu'on ait généralement avancé qu'il est obligé de les laver avec soin. Lorsque le fabricant juge que la liqueur a pénétré d'une manière égale dans les mailles du tissu, il cesse de *pétrir* et porte à l'étendage les chiffons ainsi préparés, afin de les faire sécher le plus promptement pos-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sible. A cet effet, il replie les deux angles supérieurs du lambeau, puis les fixe par de longues épines à des cordes horizontalement tendues sur des perches et toujours placées dans un endroit exposé au soleil et au vent. Les chiffons imbibés de suc pur et desséchés portent le nom de *blanquerie*.

» Ici commence une nouvelle opération, sans contredit la plus curieuse et la plus difficile de toutes; je veux parler de l'exposition des drapeaux à *l'aluminadou*.

» *L'aluminadou* n'est autre chose qu'une couche de fumier de cheval ou de mulet, à laquelle on donne à peu près 30 à 40 centim. d'épaisseur. Pour être employé avec succès, ce fumier doit être récent, éprouver un commencement de fermentation et développer, par conséquent, un certain degré de chaleur. On répand par-dessus quelques poignées de paille fraîche et hachée, et sur cette paille on étend les chiffons qu'on recouvre encore d'un peu de paille et d'une légère couche de fumier, ou simplement d'un drap grossier destiné à concentrer les vapeurs ammoniacales de *l'aluminadou*. Il faut avoir soin de retourner et de visiter de temps en temps les drapeaux; car, sans cette précaution, il pourrait se faire que les deux surfaces fussent inégalement colorées, ou, ce qu'il importe encore d'éviter, que la couleur bleue développée d'abord se détruisît ensuite pour ne plus reparaître. Lorsque cet accident arrive, les drapeaux sont jaunâtres, au lieu de présenter cette teinte d'un bleu franc qu'ils offrent à l'œil quand ils n'ont pas trop longtemps été exposés aux vapeurs du fumier. Dans le plus grand nombre de cas il suffit de les y laisser une heure ou une heure et demie; on conçoit cependant que la durée de l'opération doit varier suivant la force du fumier. Aussi, comme le dit le pasteur Hugues, *l'aluminadou est-il la pierre de touche du véritable maurellier*.

» Les chiffons ainsi colorés sont souples, moites, je dirai presque humides. Le fabricant les fait sécher une seconde fois, les imbibe de suc mélangé d'urine, les porte de nouveau à l'étendage et ne les en retire qu'après qu'ils ont acquis par la dessiccation cette couleur pourpre ou vert sombre moins belle peut-être que la première, mais beaucoup plus estimée, dit-on, pour les usages auxquels on la destine. Les drapeaux soumis à cette seconde manipulation semblent pour ainsi dire empesés, et ils ont une roideur que ne possèdent pas ceux passés simplement à l'*aluminadou*.

» Tel est le procédé généralement adopté de nos jours; mais à l'époque où écrivait Nissole on suivait une autre méthode. Pendant que les Gallarguais étaient occupés à la recherche de la maurelle, les femmes faisaient une ample provision d'urine et la laissaient putréfier dans un endroit écarté de la maison: revenus de leurs courses lointaines, les hommes éteignaient de la chaux vive dans cette liqueur (environ 3 kil. pour 50 lit. d'urine), y jetaient un peu d'alun et plaçaient à 30 centim. au-dessus des sarments ou des roseaux sur lesquels ils étendaient les chiffons qu'ils avaient soin de recouvrir d'un drap. Au bout de 24 heures et quelquefois de plusieurs jours seulement, ils les retiraient colorés d'un beau bleu. Cette méthode était beaucoup plus sûre, puisqu'on pouvait laisser les drapeaux exposés à la vapeur de l'urine pendant un temps illimité; mais elle était, comme on le voit, bien moins expéditive, aussi est-elle aujourd'hui complétement abandonnée.

» Dès que les travaux ont cessé, des inspecteurs désignés à cet effet examinent les produits et rejettent impitoyablement tous ceux qui ne sont pas suffisamment chargés de suc ou n'offrent pas une teinte assez foncée. Les autres sont emballés dans de vastes sacs, eux-mêmes entourés de paille et recouverts d'une autre toile, et c'est en cet état qu'ils sont ensuite expédiés en Hollande.

» Si nous consultons les documents fournis par M. Hugues, et ceux que nous avons recueillis nous-mêmes sur les lieux, il paraît que la culture de la maurelle n'offre que de très-modiques avantages sur la récolte en pleine campagne, et qu'elle le cède sous le rapport des produits à celle de la vigne. Cependant cette méthode tout récemment introduite à Gallargues a pris quelque extension, puisque avant son introduction les fabricants ne livraient au commerce que 500 quintaux de tournesol, tandis qu'ils peuvent en livrer aujourd'hui au moins 1,000 à 1,200 quintaux. Suivant M. de Candolle, en vertu d'un marché passé par le commerce avec les négociants de Hollande, le quintal (le poids de table) se vendait chaque année 43 fr., son prix s'est élevé jusqu'à 120 fr., il a été de 60 fr. en 1807, et il s'en est vendu cette année-là pour 40,000 fr. Aujourd'hui le prix du quintal est de 45 à 50 fr. tout au plus, ce qui, pour 1,200 quintaux, donne un produit brut de 60,000 fr.

» L'usage des drapeaux est borné, comme on sait, à donner aux croûtes du fromage de Hollande cette teinte rouge qui les distingue. Pour colorer des fro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mages, suivant M. Delile, il suffit de les tremper dans un baquet rempli d'eau bleuie par les chiffons et de les en retirer presque aussitôt pour les faire sécher. La teinte rouge que la croûte prend ensuite est probablement due à l'acide caséique (1). »

Du chlorure de zinc employé contre la pourriture.

On a beaucoup préconisé depuis un certain nombre d'années l'emploi du perchlorure de mercure pour garantir les substances animales et végétales contre la putréfaction et la décomposition. Cette substance, en effet, a donné de bons résultats dans la conservation des matières animales, et l'on ne doute plus aujourd'hui de son efficacité pour produire cet effet.

Il n'en est pas de même relativement à ses propriétés pour conserver les substances végétales. On a trouvé d'abord que dans les applications en grand, aux bois de construction, par exemple, le perchlorure occasionnait une dépense très-considérable quand il s'agissait de garantir par son moyen des surfaces assez étendues, et ensuite que son action préservatrice ne présentait pas une grande durée.

En effet, on a observé que les bois imprégnés de perchlorure de mercure se maintenaient assez bien quand ils étaient soumis constamment à une même température et peu ou point exposés aux alternatives de la chaleur et du froid, de la sécheresse et de l'humidité. Dans les cas contraires, le bois enduit travaille tout autant que celui qui ne l'est pas, il s'y produit des fissures dans lesquelles les eaux s'infiltrent, et le perchlorure, qui n'a pénétré qu'à une faible profondeur, n'ayant plus d'action dans les fissures, la décomposition marche tout aussi rapidement que dans les bois non préservés.

Au moins c'est ce qui a été observé depuis quelque temps dans des constructions civiles ou maritimes établies avec des bois préparés au perchlorure en Angleterre et en Allemagne après plusieurs années d'expérience; et on comprend de suite qu'un pareil résultat est bien propre à faire abandonner un moyen de conservation déjà très-dispendieux par lui-même et si peu certain.

On se rappelle aussi que lorsque ce moyen fut proposé on a objecté contre lui que dans bien des cas il pourrait devenir nuisible à la santé. Nous devons cependant ajouter que les équipages des bâtiments construits en bois préservés, ne paraissent pas en avoir été affectés, mais ce n'est pas là un motif suffisant pour ne pas croire qu'il y a une foule de circonstances où la substance employée pourrait exercer une influence dangereuse sur la santé de ceux qui travailleront, mettront en œuvre ou feront usage d'une manière quelconque des bois ainsi préparés.

Ce dernier reproche fait à une substance d'ailleurs si peu économique, a donné l'idée de lui en substituer une autre qui fût à la fois à meilleur marché et moins dangereuse pour ceux qui en respireraient les émanations ou qui l'emploieraient. Celle qu'on propose de lui substituer est le chlorure de zinc, ou beurre de zinc, qu'on prépare comme on sait avec la plus grande facilité en dissolvant le zinc dans l'acide chlorhydrique. Hâtons-nous toutefois de dire que nous ignorons encore si ce chlorure possède en réalité des propriétés préservatrices contre la décomposition des matières animales et végétales, et qu'on ne connaît guère non plus l'action qu'il peut exercer sur l'économie animale, action qui n'est probablement pas parfaitement innocente, et que nous manquons d'expériences propres à nous éclairer sur ce point.

Quoi qu'il en soit, voici comment on conseille d'opérer pour préparer les matières ou matériaux qu'on veut préserver de la destruction :

On se procure une cuve en bois et on la remplit aux deux tiers avec du chlorure de zinc dissous dans l'eau froide dans la proportion de 1 kilog. de chlorure pour 45 à 50 litres d'eau. On laisse reposer la solution pendant 10 à 12 heures au bout desquelles elle est propre à l'usage. C'est dans cette solution qu'on plonge jusqu'à ce qu'elles en soient complétement couvertes les matières à préparer.

Si ce sont des bois, ceux-ci resteront dans la solution de 10 à 20 jours suivant leurs dimensions; c'est-à-dire que si le bois présente un équarrissage de 25 à 30 centimètres et au delà, il doit rester immergé pendant 20 jours, tandis que celui de 12 à 25 centimètres n'a pas besoin de plus de 10 jours.

Lorsque le temps de l'immersion est

(1) « Cette année, M. le professeur Delile s'est rendu lui-même avec nous au Grand-Gallargues pour essayer si le *mercurialis tomentosa* pourrait être, au besoin, employé aux mêmes usages que le *chrozophora*. Des chiffons, imprégnés du suc de cette plante, et traités comme ceux qui avaient été trempés dans le suc de maurelle, ont éprouvé des changements de coloration tout à fait analogues. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

écoulé, on enlève ces bois et on les place sous des hangards jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement secs.

Les toiles, les tissus et autres objets déliés n'ont besoin que de 24 heures d'immersion, après lesquelles on les fait sécher à couvert.

Les cordages au delà de 5 centimètres de diamètre doivent rester dans la solution 72 heures, tandis que les fils de caret, dont on les fabrique, n'en exigent que 48.

Quand les cordages doivent être goudronnés, les fils ont également besoin de rester 48 heures dans la solution, et il faut se garder de les goudronner avant leur dessiccation complète.

On se trouvera bien, dit-on, dans les constructions tant civiles que militaires et navales, de peindre les bois ainsi préparés avec de l'oxide impur de zinc ou de la calamine mêlée à de l'huile ou autre véhicule. Cette peinture doit s'appliquer au moment où les bois vont être mis en contact ou se recouvrir entre eux, et sur toutes les surfaces qu'ils présentent en creux ou en relief.

MÉTALLOGRAPHIE.

Notice sur la manière de tracer, de transporter, de graver et d'imprimer sur métal.

Par M. E. Knecht, ancien imprimeur lithographe.

A l'exception du fer et du bronze, tous les autres métaux ont plus ou moins d'affinités chimiques pour recevoir ou repousser les corps gras.

Nous ne parlerons pas des plaques d'*or* et d'*argent*, parce que leur prix élevé s'opposera toujours à ce qu'on en fasse usage, à moins que ce soit par curiosité ou par fantaisie.

Le *platine* se graisse facilement.

Le *cuivre jaune* (le *laiton*) est préférable au précédent; il est à meilleur marché, solide, et donne un tirage pur et brillant.

L'*étain* est trop tendre; les caractères s'élargissent; la planche s'altère facilement.

Le *fer-blanc* s'use fort vite et se rouille.

Le *zinc* serait le plus convenable des métaux pour les impressions chimiques, par la modicité de son prix et par l'étendue des dimensions sous lesquelles il est facile de l'obtenir; mais le zinc du commerce est trop aigre; les corps gras s'y fixent moins bien que sur les autres métaux; sa couleur est défavorable au maniement du dessin et du tirage; l'eau dont on est obligé de faire usage l'altère et laisse toujours quelques traces qui se reproduisent sur les épreuves. Il faudrait pouvoir obtenir des fabricants du zinc allié à du bismuth, laiton et étain; alors ce métal pourrait offrir de grandes ressources pour les impressions chimiques.

Nous donnerons ici la description de le manière de se servir d'une planche de *cuivre jaune*. Cette méthode est du reste la même pour tous les autres métaux, en modifiant plus ou moins la préparation chimique.

Il faut choisir une planche bien homogène, bien polie.

On commence par la poncer, en se servant d'un morceau de pierre-ponce douce et d'eau.

Lorsqu'elle aura été suffisamment poncée à l'eau, on la ponce à sec, en se servant de poudre de ponce lavée et d'un linge sec. Finalement on la frotte avec de la craie et une feuille de papier de soie.

Lorsque la planche est ainsi apprêtée, il faut éviter d'y toucher avec les doigts. On peut y dessiner à la plume ou au pinceau, en se servant d'une encre assez épaisse, et dont nous donnons la recette sous la lettre A.

Le dessin achevé, on chauffe un instant la planche, soit au soleil, soit à un feu tempéré.

On trempe ensuite un blaireau dans la préparation indiquée sous la lettre B, et on le passe à plusieurs reprises sur la planche. Elle changera de ton et deviendra mate et terne. Si la préparation attaquait trop la planche, ce qui s'aperçoit par des raies et des traces inégales, il faudrait y ajouter de l'eau. (Il est prudent d'essayer d'abord sur le coin de la planche.)

Après quelques instants on enlève la préparation en jetant de l'eau sur la planche.

On essuie avec précaution et avec un linge spongieux et propre. Ce linge ne doit pas avoir passé à la lessive. Un morceau de mousseline commune sans apprêt est préférable à la toile et au calicot.

Lorsque la planche ne sera plus que faiblement humide, on peut procéder au tirage, en se servant d'un rouleau bien fait, bien doux, et d'une encre faible, mais non grasse.

On conçoit qu'on peut, au lieu de dessiner, faire de l'autographie ou transporter toute espèce de caractères, dessins et impressions obtenus avec une bonne encre, soit de taille-douce, soit de lithographie, soit d'une imprimerie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaire. Nous recommandons seulement d'affaiblir la préparation et de repasser plusieurs fois le blaireau.

Il ne faut pas oublier non plus d'exposer un instant la planche à une douce chaleur avant d'y faire le transport, et que la feuille que l'on transporte soit très-faiblement humide.

Si l'encre était devenue sèche par suite de l'interruption des travaux, on peut l'enlever à l'essence; mais, dans ce cas, il faudrait tenir la planche constamment humide, et ne pas trop frotter ni promener le linge imbibé d'essence de térébenthine.

La seule précaution que réclame le tirage sur métal, est celle de bien faire rouler le cylindre chargé d'encre. La planche n'absorbant pas l'eau comme la pierre, il tend très-souvent à glisser; on enlèverait alors les caractères. Il suffit par conséquent d'humecter le plus faiblement possible la planche à chaque épreuve qu'on charge.

Le tirage peut se faire dans une presse à taille-douce ou une presse lithographique, en posant, pour ce dernier cas, la planche sur une pierre.

Pour le dessin au crayon.

Il est assez difficile de bien grainer une planche de laiton. On peut obtenir un grain en la frottant avec une molette de verre et du sable fin et tamisé. Mieux vaut sceller avec du plâtre la planche sur une pierre, et la grainer avec une autre pierre de même dimension.

Le dessin au crayon a une douceur inaccoutumée qui le fait ressembler beaucoup au lavis, à l'estompe.

Avant de préparer, il faut chauffer un peu la planche. Le tirage se fait comme sur pierre. Le rouleau ne glisse plus, la planche n'étant plus polie et l'eau séjournant dans les cavités du grainage.

De la gravure au burin ou à la pointe sèche.

Après avoir poli la planche comme pour le dessin à la plume, on y passe plusieurs fois la préparation concentrée. On enduit alors d'une couche de gomme arabique colorée, blanche ou rose. Lorsque la planche est sèche, on y passe un mastic composé de cire, résine et essence de térébenthine (à parties égales), et on laisse sécher ce mastic. On y trace le calque, et on l'enlève ensuite à la pointe ou au burin, en ayant soin d'entamer le métal, mais de ne pas creuser trop profondement les traits prononcés: on peut élargir sans enfoncer le burin.

Lorsque le travail se trouve achevé, on y frotte du vernis faible à l'huile. On enlève ensuite le mastic à l'essence. On frotte de nouveau de l'encre d'impression et du vernis dans les tailles de la planche. Ensuite on enlève à l'eau la couche de gomme.

Le tirage peut se faire au rouleau si l'on n'a pas trop creusé.

On peut également charger au tampon, en ayant soin d'humecter avant la planche.

Ce tirage offre deux tiers d'économie de temps sur le tirage ordinaire en taille-douce. Il s'entend qu'on ne chauffe pas la planche pour la charger.

A. *Recette d'encre.*

4 parties cire.
3 gomme laque.
3 suif.
2 mastic.
2 savon.
1 noir de fumée.
1/2 térébenthine de Venise.

B. *Recette de la préparation.*

8 parties gomme arabique en poudre.
2 noix de Galle en poudre.
1 eau forte.
4 acide phosphorique.
50 eau.

Mettez infuser vingt-quatre heures, et tirez au clair en jetant le dépôt.

Observation. Comme il est rare d'obtenir l'eau forte et l'acide phosphorique partout au même degré, nous conseillons d'essayer avant de s'en servir.

On peut la composer avec 20 parties d'eau, et en ajouter 10 ou 20 autres suivant le besoin. E. K.

Procédés photogéniques divers.

Nous avons donné dans notre N° 4, page 159, le rapport fait par M. Raoul-Rochette à l'Académie des beaux-arts, sur le procédé photogénique de M. Bayard. Ce procédé est encore secret, mais la description en a été déposée à l'Académie des sciences dans un paquet cacheté, le 24 février dernier. En attendant la publication du procédé de M. Bayard, voici les indications que l'auteur a données lui-même dans sa lettre sur un moyen qui fournit d'assez bons résultats.

« Du papier à lettre ordinaire ayant été préparé suivant la méthode de M. Talbot, et noirci par l'influence de la lumière, on le trempe pendant quelques secondes dans une solution d'iodure de potassium; puis, appliquant ce papier sur une ardoise, on le place dans le fond d'une chambre obscure. Lorsque le dessin est formé, on lave ce papier dans une solution d'hypo-sulfite de soude, et ensuite dans une eau pure et chaude,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis on le fait sécher dans l'obscurité.»

D'un autre côté, M. Vérignon a communiqué, sur le même sujet, les détails suivants:

« Le papier blanc doit d'abord être lavé avec de l'eau acidulée par l'acide hydrochlorique, puis, après dessiccation, passé dans une solution d'hydrochlorate d'ammoniaque et de bromure de sodium préparée comme il suit: 14 parties d'eau contre 1 d'un mélange formé de 2 parties de chlorhydrate d'ammoniaque, 2 parties de bromure de sodium, et 1 partie de chlorure de strontium. Le papier desséché de nouveau est passé dans une solution très-étendue de nitrate d'argent. On forme ainsi par double décomposition un chlorure et un bromure d'argent qu'on fait noircir en exposant le papier à la lumière, environ l'espace d'une demi-heure. Le papier ainsi préparé peut rester sensible pendant une quinzaine de jours, mais au bout de ce temps le noir a pénétré de l'autre côté du papier, qui alors a perdu sa sensibilité.

» Pour obtenir l'effet photographique, il suffit de tremper le papier dans une solution très-étendue d'iodure de sodium et de le porter de suite et tout humide dans la chambre obscure, en le plaçant de manière à recevoir l'image lumineuse. Au bout de douze minutes, si le temps est favorable, l'effet photogénique est entièrement produit. L'image une fois obtenue, il ne faut plus, pour fixer le dessin, que le passer dans une solution très-étendue d'hyposulfite de soude et de fer, puis le laver à l'eau pure; l'opération est alors terminée. »

Moyen d'obtenir un grand accroissement dans la quantité de lumière d'une lampe ordinaire d'Argand.

Par sir J. Herschel.

« J'ai fait usage, depuis plusieurs années, dit sir J. Herschel, d'un moyen aussi simple que commode et peu dispendieux pour obtenir un accroissement très-notable dans la quantité de lumière fournie par une lampe ordinaire d'Argand, et que j'ai adapté à ma grande satisfaction depuis lors à ma lampe de travail. Ce moyen consiste tout simplement à élever la cheminée en verre au-dessus de la hauteur actuelle à laquelle on la place dans les becs ordinaires, de manière que son bord *inférieur* dépasse le bord *supérieur* de la mèche circulaire, d'une étendue égale à environ le quart du diamètre extérieur de cette mèche elle-même.

Cette disposition peut être appliquée à un bec quelconque et à peu de frais, en adaptant seulement à la galerie qui soutient la cheminée quatre fils d'acier un peu roides, recourbés de manière à former quatre longs crochets verticaux sur lesquels repose la partie inférieure de la cheminée, ou, ce qui est mieux encore, en construisant la lampe de telle façon que cette cheminée se trouve suspendue à cette hauteur au moyen de lamelles minces de laiton ou de fer, dont le plan est dirigé vers l'axe de la mèche.

» On détermine l'élévation convenable par des essais, et comme les limites entre lesquelles elle est renfermée sont très-étroites, on atteindra plus aisément le but par un mouvement de vis appliqué à la pièce à laquelle les lamelles ci-dessus indiquées se trouvent fixées; ce qui permet d'élever et d'abaisser la cheminée à volonté, sans en même temps élever et abaisser la mèche.

» On peut obtenir approximativement cette élévation en un instant, et l'expérience est aussi curieuse qu'instructive.

» Prenez une lampe d'Argand ordinaire, élevez ou abaissez la cheminée verticalement, ou alternativement à partir de la hauteur où elle repose ordinairement et au-dessus de la mèche par un mouvement vif et ferme. Vous apercevrez immédiatement qu'il existe de grandes différences dans la quantité de lumière aux différentes positions de la cheminée, mais qu'il y a un maximum bien marqué et subit à l'élévation indiquée ou dans les environs, et tellement marqué qu'il produit l'effet d'une sorte d'éclair quand le mouvement est vif, et un éclat subit, comme si on avait élevé la mèche d'un tour de vis. La flamme se contracte légèrement en diamètre, s'allonge, cesse de dégager de la fumée, et acquiert une intensité éblouissante.

» A cet accroissement considérable de lumière on ne voit certainement pas correspondre une consommation proportionnelle d'huile. Au moins depuis que mes lampes sont ainsi dirigées elles ne consomment que bien peu ou même pas plus d'huile qu'une lampe exactement la même et conduite de la manière ordinaire.

Savon hydrofuge.

M. Menotti a présenté il y a quelques mois à l'Académie des sciences un savon qui jouit de la propriété de rendre les tissus imperméables à l'eau, sans qu'ils cessent pour cela d'être perméables aux fluides élastiques. Plusieurs échantillons d'étoffes préparées par ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen étaient joints à l'envoi qu'il a fait alors à cette société savante.

L'utilité du résultat annoncé par M. Menotti a été si généralement sentie, que depuis longtemps il est devenu l'objet d'essais nombreux et d'applications plus ou moins heureuses; mais en général les moyens employés jusqu'à présent ont été assez dispendieux pour que ces tissus imperméables ne puissent être achetés que par des gens aisés, c'est-à-dire précisément par ceux qui en auraient le moins besoin. Le but que s'est proposé M. Menotti a été au contraire de les rendre accessibles pour tous et de mettre l'application de sa méthode entre les mains de tout le monde. Cette méthode est en effet si facile qu'il n'est personne qui ne puisse l'exécuter, car elle consiste tout simplement à immerger une étoffe bien sèche dans une dissolution presque bouillante de ce savon hydrofuge. Lorsque l'étoffe est bien uniformément imprégnée, on exprime modérément, on laisse sécher, et tout est terminé.

M. Menotti, qui n'a pas rendu publique la composition de son savon, a fait préparer devant la commission de l'Académie dont M. Robiquet était le rapporteur, plusieurs coupons d'étoffes qui ont été rendus imperméables, et pour que les effets devinssent plus évidents, M. Menotti a fait asperger plusieurs morceaux de percale avec de la dissolution chaude de son savon, et même tracer quelques caractères avec cette même dissolution. Lorsque les étoffes étaient sèches, aucun vestige de cette préparation n'apparaissait; mais venait-on à les tremper dans de l'eau même bouillante, aussitôt on distinguait parfaitement toutes les parties qui avaient été imprégnées de ce savon, et on voyait reparaître tous les caractères primitivement tracés, parce que tout ce que le savon avait touché ne se laissant pas imbiber, il en résultait une différence de nuance qui rendait ces diverses parties fort distinctes les unes des autres.

Ces épreuves ont été répétées en assez grand nombre pour qu'il soit possible d'établir que l'auteur de ce procédé a réellement atteint le but qu'il s'était proposé, et cela sous le double rapport de l'utilité et de l'économie. Ainsi, en prenant pour base le prix de vente établi par M. Menotti pour son savon, il est certain qu'il deviendra possible avec quelques centimes de dépense, de rendre imperméables plusieurs mètres de toile.

Pour en donner une idée plus précise, nous dirons qu'il ne coûterait pas plus de 40 centimes pour rendre imperméable une blouse ordinaire, et le double environ pour une capote de soldat.

On prévoit les avantages qui pourront résulter pour la santé publique de l'emploi d'un procédé aussi simple que peu dispendieux, et combien tous ceux qui sont forcés d'exercer leur industrie en plein air auront d'obligations à M. Menotti. Il est à désirer que la sanction du temps vienne s'ajouter aux espérances que jusqu'à présent on a le droit de concevoir sur cette utile découverte.

Nouveau procédé pour la fabrication du pain économique.

Par M. Bourdon-d'Aiguisy.

Cette fabrication a eu lieu en présence d'une commission prise dans le sein de la société d'agriculture de l'arrondissement de Compiègne, composée de M. le baron de Tocqueville, président de la société, et de MM. de Breda, Amand Leclercq, Louvet, maire de Margny, Boullenger, maire de la Chelle, membres de ladite société.

Dépense.

Acquisition d'un hectolitre et demi de seigle pesant 110 kilog., au prix de 22 francs.

Les produits 1° en farine.	83 kil.
2° en son.	26
3° déchet.	1
Total pareil au poids du seigle.	110 kil.

D'après ce compte, chaque kilog. de farine de seigle revient au prix de 26 c. 66.

Détail de tous les objets qui sont entrés dans cette fabrication et le prix de chacun d'eux :

1° 50 kilog. de farine de seigle à 26 c. 66 le kilog.	13 fr.	33 c.
2° 156 kilog. de pommes de terre représentant 25 kilog. de fécule au prix de 1 fr. 20 c. les 50 kilog.	3	60
3° 20 kilog. de pommes de terre cuites, au même prix que dessus.	»	48
4° 62 grammes de sel de cuisine pulvérisé.	»	2
5° Eau saturée avec recoupe et son très-frais moulus, 6 kilog.	»	60
	18 fr.	3 c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient de déduire de cette somme de 18 fr. 3 c. celle de 1 fr. 60 c. pour la part que doivent prendre les 50 kilog. de farine de seigle dans la valeur des 26 kilog. de son évalués 1 fr. 60 c.	1	60
Reste en première dépense	16 fr.	43 c.
Frais qu'il convient d'ajouter à cette dépense :		
1° Manutention	»	60
2° Chauffage du four	»	50
3° Frais de mouture de 110 kilog. de seigle, 1 fr. 50 c. ; mais on ne doit porter en dépense que dans la proportion de la farine employée	1	»
4° Frais de combustible pour chauffer l'eau saturée qui a servi au levain et à faire cuire les 20 kilog. de pommes de terre	»	20
Total général des frais	18 fr.	73 c.

Manière de fabriquer le pain. — Une expérience faite en présence des témoins qui en ont dressé procès-verbal, a constaté les résultats suivants :

M. Bourdon-d'Aiguisy a fait faire un levain avec 20 kilog. de pommes de terre cuites dans l'eau, et qui avaient été pelées et coupées par morceaux, puis ensuite passées à la passette de fer-blanc, après avoir ôté de celles-ci la partie aqueuse qu'elles contenaient, que l'on remplace par une quantité suffisante d'eau saturée avec 3 kilog. de recoupette ou petit son ; ensuite on a passé ce mélange de la même manière que l'on fait la purée de pois. On réunit ces pommes de terre, qui avaient conservé une chaleur à un degré que puisse endurer la main, à une quantité de 17 kilog. de farine de seigle, provenant des 50 kilog. annoncés dans la dépense ; et, afin que la fermentation de ce levain soit plus active, on l'a saupoudré avec environ 62 grammes de sel de cuisine pulvérisé.

Sept heures après, on a confectionné la pâte pour faire le pain ; on a jeté au fur et à mesure sur le levain, pour employer les 33 kilog. restant de la farine de seigle et les 25 kilog. de farine de pommes de terre, la quantité d'eau suffisante et saturée. Cette pâte se fait comme celle des autres pains, si ce n'est, cependant, qu'on la tient un peu plus molle ; on a transformé cette fabrication en 42 pains de chacun 1 kilog. 250 grammes, et 10 autres de chacun 8 kilog. ; ces pains sont restés deux heures sur couche, après lequel temps on les a mis au four ; les petits y sont restés une heure, et les plus gros une heure et demie.

Ils étaient tous bien cuits, d'une belle couleur et surtout d'un bon goût.

Le travail de la manutention et de la cuisson étant terminé, on a obtenu pour résultat 128 kilog. de pain ; et comme la dépense totale de cette fabrication a été de 18 fr. 73 c., chaque kilog. de pain revient au prix de 14 centimes et 63 centièmes.

Ce pain ainsi fabriqué, au prix de revient de 7 centimes et 32 centièmes de centime le 1/2 kilogramme, est d'un goût fort agréable, frais, mollet, souple comme une éponge le lendemain de la fabrication, et est préférable, à prix égal même, à celui dont on fait usage dans la plupart de nos habitations rurales.

Le ministre de l'agriculture et du commerce, auquel communication a été faite et un échantillon remis, a donné l'ordre que des essais fussent faits à l'Hôtel des Invalides, d'abord avec les mêmes substances et dans les proportions du procédé, ensuite en substituant à la farine de seigle la même quantité de farine de froment, afin d'arriver à des améliorations successives dans le régime alimentaire de ce vaste établissement.

M. Bourdon-d'Aiguisy nourrit, depuis trois mois, tous les gens de son exploitation rurale avec ce pain, ainsi fabriqué sous ses yeux ; tous jouissent d'une santé parfaite ; les qualités salubres et nutritives de son pain ne paraissent donc pas susceptibles d'être mises en question plus que celles des substances dont il se compose.

La description, telle qu'elle est présentée par le procès-verbal, et à laquelle nous n'avons rien changé, pourrait peut-être paraître trop concise dans une première application ; mais M. Bourdon, ainsi qu'il en a exprimé l'intention, se fera un plaisir de donner toutes les explications dont on serait dans le cas de lui faire connaître le désir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Mécanisme pour perfectionner le tirage des soies.

Par M. Alb. KELLER, de Milan.

M. Alb. Keller est inventeur d'un mécanisme nouveau et particulier pour tirer les soies et dévider les cocons. Par sa méthode, le tirage devient plus avantageux, en ce qu'on y est bien moins exposé à l'inconvénient qu'on nomme en Piémont *capi-doppi*, et en France, *mariage*, que dans le mode pratiqué jusqu'ici, inconvénient occasionné par les ruptures inévitables auxquelles sont exposés les bouts.

La méthode de M. Keller consiste à tenir séparés, pendant le tirage, les deux bouts, dont chacun se croise sur lui-même, et va former sur l'asple une flotte ou écheveau.

M. Keller obtient ce résultat au moyen d'un petit mécanisme qui consiste en un châssis qui s'adapte sur le plan du fourneau, près de la bassine, ou bien en deux règles de bois parallèles et posées sur les côtés de cette dernière. Aux extrémités de chacune de ces règles est placé un barbin, c'est-à-dire un fil métallique haut d'environ 25 centimètres, et terminé supérieurement en un crochet formant deux tours de spirale. Au milieu de la longueur de la règle, mais un peu en dehors, se projette une potence de laiton avec une articulation mobile à boule, dont les mâchoires ou griffes hémisphériques serrent plus ou moins contre la boule au moyen d'une vis de pression. Sur un fût court, porté par la boule, est soudée et fixée une barrette horizontale de laiton ou de bois, longue de quelques centimètres, à l'extrémité de laquelle s'élève verticalement une broche en laiton, longue d'environ 5 centimètres, servant d'axe à une poulie métallique d'un très-petit diamètre, dont la gorge est à la hauteur du barbin correspondant.

Dans le modèle présenté à l'Académie des sciences de Milan, une des broches, au lieu d'une poulie, porte un tube métallique tournant qui en tient lieu. C'est une manière de varier cette partie de l'appareil.

D'après cette disposition, le bout composé du nombre voulu de fils ou brins, après être sorti du trou du guide, est passé dans le barbin le plus voisin, puis sur la poulie de la broche la plus éloignée, en se repliant de dedans en dehors; on le fait passer alors de dehors en dedans sur la poulie opposée, on le replie vers le barbin le plus éloigné; mais à mi-route on le croise plusieurs fois sur lui-même en le roulant entre le pouce et l'index, et enfin, après l'avoir fait passer par ledit barbin, on le conduit et on le dévide sur l'asple.

Dans ce mécanisme, lorsqu'un des fils vient à se rompre, il cesse aussitôt de se rendre à l'asple sans être entraîné par l'autre fil, ainsi que cela arrive dans la méthode ordinaire, ce qui obligeait à faire tourner l'asple en sens contraire pour enlever toute la partie du mariage qui s'y était enroulée, toujours avec une perte sensible de temps et de marchandise.

Ces avantages, que la seule inspection du petit mécanisme de M. Keller fait présumer, ont été confirmés par des expériences entreprises par l'inventeur en présence d'une commission de la chambre royale d'agriculture de Turin, et, mieux encore, par une expérience en grand qui a eu lieu dans un des ateliers les plus considérables de tirage de Novi par les soins et sous la direction de l'intendant de cette province. Par suite de ces expériences, les commissaires, qui ont fait leur rapport, ont été d'avis :

1° Que la soie tirée par la méthode de M. Keller n'est en aucun point inférieure à la soie qu'on tire suivant la méthode ordinaire;

2° Que l'impossibilité des mariages, dans cette méthode, augmente nécessairement la quantité de soie qu'on retire d'un poids déterminé de cocons, augmentation qui compensera certainement la plus grande dépense de la nouvelle méthode;

3° Que le mécanisme proposé par M. Keller, quoique ingénieux, n'est peut-être pas une chose qui lui soit entièrement propre; non pas que les commissaires, en s'exprimant ainsi, doutent de la nouveauté de l'invention du sieur Keller, mais afin de rappeler seulement deux inventions, l'une déjà fort ancienne, dans laquelle on trouve le germe de celle proposée. En effet, le mécanisme de M. Keller, pour éviter les mariages, a beaucoup d'analogie avec celui qu'on a proposé pour s'opposer à ce que les mariages, quand ils sont formés, n'aillent s'envider sur l'asple, mais soient rejetés sur l'arbre de celui-ci, disposition proposée par M. Armand il y a déjà quelques années (1).

(1) On connaît aussi en France, sous le nom de purge-mariage, deux mécanismes de ce genre; l'un de M. Tastevin, qui rejette le fil hors de l'asple aussitôt qu'il se forme un mariage; et l'autre de M. Chambon, qui casse aussitôt les deux fils mariés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à l'idée de M. Keller, de ne pas croiser les deux bouts de la soie l'un sur l'autre, mais respectivement sur eux-mêmes, et de les conduire séparément à l'asple, on pensera peut-être qu'elle est la même que celle de filer à un seul bout, méthode déjà mise en pratique à Turin il y a plus d'un siècle et demi, ainsi qu'il résulte d'un manifeste de la chambre royale des comptes, du 19 mai 1681, dans lequel on lit, à l'article 5, les paroles suivantes :

« Et lorsque lesdites fileuses voudront apprendre la manière de filer la soie à un bout seul, laquelle soie ne sera ni plus ni moins fine, mais où les cocons, ainsi qu'il a été constaté, rendront vingt pour cent de plus que dans le tirage à deux bouts, elles pourront se rendre à la maison de refuge ou au séjour de Vertu, etc. »

La justice, toutefois, exige qu'on dise que la méthode de tirer la soie à un bout n'a pas continué longtemps à être mise en pratique, et l'on ignore même si le fil unique était croisé, et de quelle manière il pouvait l'être. Aujourd'hui qu'on fait revivre cette méthode après tant d'années, on peut assurément en attribuer tout le mérite à M. Keller, et lui présager un succès plus durable que celui qu'elle a eu précédemment, ainsi qu'il paraît démontré par les expériences faites à Novi et dans plusieurs autres grands ateliers où elle a été bien accueillie.

L'expérience fera sans doute naître quelques perfectionnements utiles, indépendamment de ceux indiqués déjà par l'auteur; mais les commissaires croient qu'on ne tardera pas à abandonner l'articulation à boule des deux tiges, et à y substituer une disposition moins dispendieuse; dans tous les cas, ils pensent que cet ingénieux mécanisme est très-digne d'éloge et d'encouragement, et qu'on doit le faire connaître pour en propager autant que possible l'usage.

Sur les effets de la tuyère dans la production de vapeur des locomotives.

Par M. de Pambour.

Dans les machines locomotives on se sert de la vapeur perdue pour exciter le feu et augmenter par conséquent la vaporisation de la chaudière. A cet effet, la vapeur, après avoir terminé son effet dans le cylindre, est conduite dans la cheminée par une *tuyère*, ou tuyau rétréci, par où elle s'élance en jets intermittents, en produisant à chaque jet une aspiration d'air au travers du foyer.

Ce mode d'excitation du feu est l'un des éléments les plus actifs de l'effet des locomotives, et il a été reconnu, dans l'usage de ces machines, que si la tuyère est trop large le feu languit dans le foyer, et qu'en la rétrécissant suffisamment, on peut rendre au feu toute son activité. Mais on n'a fait aucune recherche sur la part qui, dans la vaporisation totale, est l'effet propre de la tuyère, ni sur l'orifice de tuyère qui produit les effets les plus avantageux. Les recherches de M. de Pambour ont pour but de remplir autant que possible cette lacune.

Dans ce but, il a fait placer dans une locomotive une tuyère variable, et qu'il pouvait augmenter ou diminuer à son gré instantanément et sans arrêter la machine, et il a observé les effets qui en résultaient dans la machine. Il conclut de ces expériences : 1° que l'emploi de la tuyère dans les locomotives quintuple la vaporisation naturelle de la chaudière; 2° qu'en adoptant l'orifice de tuyère le plus avantageux à la machine, on peut augmenter sa vaporisation tout en diminuant la quantité de combustible nécessaire pour une vaporisation déterminée; et 3° enfin, qu'en faisant usage d'une manière permanente, dans les locomotives, de la tuyère variable qui a servi aux expériences précédentes, on pourrait reconnaître en quelques voyages la tuyère la plus avantageuse à la machine, la conserver tant qu'elle continuerait de paraître convenable, et la diminuer sans difficulté quand le mauvais état de la chaudière rendrait ce changement nécessaire.

Locomotive à 8 roues.

Nous avons lu dans les journaux américains l'annonce d'une machine locomotive portée par huit roues, et dont l'invention serait due à MM. Eastwick et Harrison. Dans cette locomotive on remarquerait suivant ces journaux un nouveau mode de suspension de l'appareil générateur sur le train ou le cadre qui diminuerait beaucoup l'étendue de ses oscillations pendant une marche rapide sur un chemin même très-inégal. Si nous recevons des détails sur cette invention, nous nous empresserons de les communiquer à nos lecteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, ingénieur civil.

(Suite.)

DEUXIÈME PARTIE.

Théorie des locomotives ; calculs des dimensions relatives des différentes parties qui les composent, et détermination de ces dimensions pour un certain nombre de cas particuliers.

CHAPITRE PREMIER.

Travail de la vapeur dans les locomotives.

Les machines locomotives sont *sans condensation*, *à détente* ou *sans détente*. Les machines sans détente pouvant être considérées comme un cas particulier de la machine à détente, nous rechercherons la formule générale du travail, pour ce dernier cas seulement. La résistance faisant équilibre à la puissance, dans le cas de vitesse uniforme, se composera de :

1° Le frottement du convoi remorqué.
2° Le frottement de la machine marchant seule ;
3° Le frottement additionnel de la machine résultant du remorquage du convoi.

Appelant :

D, le diamètre des pistons.
r, le rayon de l'essieu coudé.
R, le rayon des roues motrices.
π, le rapport de la circonférence au diamètre.
p, le poids d'eau vaporisée par heure et par mètre quarré de surface de chauffe réduite (1).
n, le nombre de mètres quarrés de surface de chauffe réduite.
h, la pression de la vapeur sur les pistons, en mètres d'eau, avant la détente.
V, le volume de vapeur dépensée par seconde à la pression h.
Q, le poids du convoi remorqué.
K, le coefficient du frottement de toutes les parties de Q.
K′, le coefficient ou frottement additionnel de la machine par suite du remorquage du convoi Q.
P, le poids de la machine complète.
K″, le coefficient du frottement total de la machine sans charge.
v, la vitesse des pistons par seconde.
z, la portion de cette vitesse pendant laquelle la vapeur est introduite dans les cylindres.
T m le travail.

Nous aurons :

1° *Puissance.*

Le travail produit par seconde se compose de :
1° Le travail effectué avant la détente ;
2° Le travail pendant la détente.

Le tout diminué du travail en sens contraire produit par la résistance de l'air contre les pistons.

1° Le travail avant la détente est égal à la pression sur les pistons multipliée par le chemin parcouru, ce qui donne :

Pression sur les pistons $2 \times 0.785 \times D^2 \times h \times 1000^{kil.}$

Chemin parcouru z.

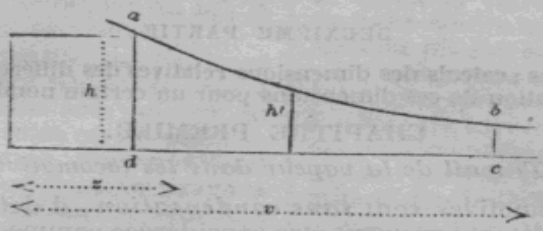
Travail avant la détente $2 \times 0.785\ D^2\ h \times 1000\ z$.

2° Le travail pendant la détente est aussi égal à la pression sur les pistons

(1) La surface de chauffe réduite se compose de la surface de la caisse à feu, augmentée du tiers de la surface des tubes de fumée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

multipliée par le chemin parcouru, à la différence près que cette pression est variable et en raison inverse du volume de la vapeur dans le cylindre, si toutefois on admet la loi de *Mariotte* pour la machine à détente. Donc, à mesure que le piston avancera, la pression diminuera. La valeur de h sera donc de la forme $h = \frac{m}{v}$, m étant un coefficient quelconque. Cette équation, considérée géométriquement, est celle d'une hyperbole rapportée à ses asymptotes; on aura alors le travail total produit en exprimant en chiffres la valeur d'une surface hyperbolique de la forme a, b, c, d :



dans laquelle on a $h' = \frac{zh}{v}$ en posant $m = zh$, par suite de l'égalité $h' = h$ que l'on doit avoir en faisant $v = z$.

La surface $abcd$, calculée par M. Coriolis, a été trouvée égale à $zh \times \log \frac{v}{z}$ 2.3026.

2.3026 étant le rapport entre les logarithmes dont la base est 10 et les logarithmes népériens.

Le travail pendant la détente sera donc :

$$2 \times 0.785\, D^2 \times 1000\, zh \log. \frac{v}{z} 2.3026;$$

5° Le travail absorbé par la résistance de l'air, en sens contraire des pistons, est égal à :

$$-2 \times 0.785\, D^2 \times 1000k \times 10^m.32 \times v,$$

$10^m.32$ étant la hauteur de la colonne d'eau équivalente à 1 atmosphère.

Faisant la somme de ces 3 quantités, nous aurons pour travail de la puissance par seconde :

(n° 1) $$2 \times 0.785\, D^2 \times 1000\, hz \left(1 + \log. \frac{v}{z} 2.3026 - \frac{v}{z} \frac{10.32}{h} \right),$$

si on veut exprimer ce travail au moyen de la quantité de vapeur dépensée par seconde, on remarquera que $2 \times 0.785\, D^2 z$ n'est autre que le volume V de vapeur dépensée par seconde à la pression h, lequel est lui-même égal au volume de 1 kil. de vapeur à la pression h multiplié par $\frac{np}{3600}$, volume que nous déterminerons tout à l'heure; on aura donc, comme 2e expression de la puissance :

(n° 2) $$Vh \times 1000 \left(1 + \log. \frac{v}{z} 2.3026 - \frac{v}{z} \frac{10^m.32}{h} \right).$$

Cette expression contient 4 variables :

$$V,\ h,\ z \text{ et } v.$$

Pour quelles valeurs de ces variables ce volume sera-t-il un maximum ?

1° V et h. Le volume V de la vapeur dépensée par seconde est, d'après la loi de Mariotte, en raison inverse de la pression h. Donc, plus h sera grand, plus V sera petit; le maximum de valeur de l'expression ci-dessus, dépendant de V, correspondra donc à la valeur maxima du produit Vh, valeur que l'on obtiendra en faisant passer h par tous les degrés de hauteur et cherchant la valeur correspondante de V.

La valeur de V, en fonction de h, a été déterminée par expérience par M. Dulong, et se trouve consignée dans le tableau ci-dessous.

Volume de 1 k. de vapeur à différentes pressions :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pressions en atmosphères.	En mètres d'eau.	Volume de 1 k. de vapeur. m. c.	Température correspondante. °
1.	10.32.	1.700.	100
1.5	15.42.	1.172.	112 4
2.	20.64.	0.900.	121.55
2.5	25.80	0.733.	128.85
3.	31. »	0.620.	135. »
3 5	36. »	0.539.	140.35
4	41.28.	0.477.	144.85
4.5	46.40.	0.428.	149.15
5.	51.50.	0.389.	153.30
5.5	56 60.	0.357.	156.70
6.	61.80.	0.329.	160 »

d'où pour : $h = 10^{m}.32 \quad V = \frac{np}{3600}\,1^{m\,c}.7$, et $Vh = \frac{np}{3600}\,17.50$

15. 42.	1.172.	18.10
20. 64.	0.900.	18.60
25. 80.	0.733.	18.90
31. »	0.620.	19.20
36. »	0.539.	19.40
41. 28.	0.477.	19.70
46. 40.	0.428.	19.90
51. 50.	0,389.	20. »

etc.

C'est-à-dire que plus h augmente, plus le travail produit par une même quantité de vapeur est considérable. Il y a donc avantage à marcher à une haute pression ; mais, en pratique, il y a une limite de pression résultant de la difficulté que l'on éprouve à maintenir la vapeur renfermée dans les chaudières sans fuites. Cette limite, si nous nous en rapportons à ce qui existe le plus généralement aujourd'hui, est 4 atmosphères, et c'est d'après cette valeur de h que nous devons baser tous nos calculs sur les machines, quoique nous soyons convaincus qu'avec le temps et les perfectionnements cette valeur augmentera.

Pour $h = 41^{m}.28, \quad V = \frac{np}{3600}\,0^{m}.^{c}.477$,

la formule n° 2 devient :

(n° 3) $$\frac{np}{3600}\,0.477 \times 1000 \times 41.28\left(1 + \log.\frac{v}{z}\,2.3026 - \frac{v}{z}\,\frac{1}{4}\right),$$

2° z et v.

z étant la portion de la vitesse pendant laquelle la vapeur est introduite dans le cylindre, on peut poser : $z = mv$.

D'autre part on a :

$$V = 2 \times 0.785\,D^{2}z,$$

donc $$z = \frac{V}{2 \times 0.785\,D^{2}} = \frac{np \times 0.477}{2 \times 3600 \times 0.785\,D^{2}}$$

Réduisant,

(n° 4) $$z = 0.000085\frac{np}{D^{2}},$$

(n° 5) et $$v = 0.000085\frac{np}{D^{2}m};$$

On pourra avoir :

$$m = 1, \ \frac{1}{2}, \ \frac{1}{3}, \ \frac{1}{4}, \ \frac{1}{5}, \ \frac{1}{6}, \ \frac{1}{7}, \ \frac{1}{8},$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Substituant ces valeurs de m dans l'équation (n° 1) qui est :

$$2.\times 0.785\,D^2\times 1000\,h\,z\left(1+\log.\frac{v}{z}\;2.3026-\frac{V\;\;10.32}{z\quad h}\right),$$

nous aurons : pour $h = 41^m 28$.

$m=1, z=v$	$Tm=49.\ D^2v$
$m=\frac{1}{2}, z=\frac{v}{2}$	$Tm=38.7\ id.$
$m=\frac{1}{3}, z=\frac{v}{3}$	$Tm=29.2\ id.$
$m=\frac{1}{4}, z=\frac{v}{4}$	$Tm=22.5\ id.$
$m=\frac{1}{5}, z=\frac{v}{5}$	$Tm=17.8\ id.$
$m=\frac{1}{6}, z=\frac{v}{6}$	$Tm=14.\ id.$
$m=\frac{1}{7}, z=\frac{v}{7}$	$Tm=11.1\ id.$
$m=\frac{1}{8}, z=\frac{v}{8}$	$Tm=8.9.\ id.$

Supposant les diamètres constants, et les volumes de vapeur dépensée constants pour des temps égaux, et égaux au volume correspondant à $z=v$, les valeurs de v, d'après l'équation (5), seront variables et en raison inverse de leur rapport avec z, ainsi :

pour :

$z=v$	on a	$v=1$
$z=\frac{1}{2}v$		$v=2$
$z=\frac{1}{3}v$		$v=3$
$z=\frac{1}{4}v$		$v=4$
$z=\frac{1}{5}v$		$v=5$

etc.

d'où nous tirons pour expression du travail produit :

			Travail produit.
$m=1$	$z=v$	$v=1$	$49\,D^2$
$m=\frac{1}{2}$	$z=\frac{1}{2}v$	$v=2$	$77\,D^2$
$m=\frac{1}{3}$	$z=\frac{1}{3}v$	$v=3$	$88\,D^2$
$m=\frac{1}{4}$	$z=\frac{1}{4}v$	$v=4$	$90\,D^2$
$m=\frac{1}{5}$	$z=\frac{1}{5}v$	$v=5$	$89\,D^2$
$m=\frac{1}{6}$	$z=\frac{1}{6}v$	$v=6$	$84\,D^2$
$m=\frac{1}{7}$	$z=\frac{1}{7}v$	$v=7$	$77{,}7\,D^2$
$m=\frac{1}{8}$	$z=\frac{1}{8}v$	$v=8$	$71{,}2\,D^2$

Le maximum de travail produit 90 D^2 correspond à $z=\frac{1}{4}v$, c'est-à-dire que l'on a :

$$z : v :: 41.28 : 10.32.$$

On démontrerait de même que, quelle que soit la valeur de h, le maximum de travail produit correspond à :

$$z : v :: h : 10.32.$$

Pour $z=\frac{1}{4}v$ la formule (n° 5) devient :

(n° 6) $$\frac{np}{3600}\;0.477\times 1000\times 41.28\times\log.4\times 2.3026.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour $z = v$ la formule (n° 3) devient :

(n° 7) $$\frac{np}{3600}\ 0.477 \times 1000 \times 41.28 \times 0.75$$

n et p dépendent de la chaudière. Telles sont les 2 formules de machines à détente et sans détente.

Pour avoir le rapport entre le travail produit dans les 2 cas, il suffit de diviser 90 par 49, ce qui nous donne :

Travail à détente = 1.84 travail sans détente pour une même quantité de vapeur dépensée dans un même temps.

2° *Résistance.*

La résistance sera :

1° Frottement total du convoi.	K Q
2° Frottement additionnel de la machine.	K′ Q
3° Frottement de la machine sans charge.	K″ P
Total :	Q (K + K′) + P K″

Le tout appliqué tangentiellement aux roues motrices ; or, quand la roue motrice avance de 1/2 circonférence, le piston avance d'une course ; les chemins parcourus par la résistance et la puissance, dans le même temps, sont :

Pour la résistance π R.

Pour la puissance 2 r.

La vitesse de la puissance étant v, celle de la résistance sera $\frac{\pi R}{2r} v$, et on aura pour le cas d'équilibre de mouvement :

$$\left(Q(K+K')+PK''\right)\frac{\pi R}{2r} v = 2 \times 0.785 D^2 \times 1000 hz \left(1 + \log.\frac{v}{z} \times 2.3026 - \frac{vh}{z\ 10.32}\right).$$

Simplifiant et remplaçant h par sa valeur, on aura :

$$Q(K+K')+PK'' = \frac{rD^2}{Rv}\ 1000 \times 41.28 z \left(1 \times \log.\ \frac{v}{z}\ 2.3026 - \frac{v}{z}\ \frac{1}{4}\right)$$

et pour $$z = \frac{1}{4} v,$$

(n° 8) $$Q(K+K') + PK'' = \frac{rD^2}{4R}\ 1000 \times 41.28 \log. 4 \times 2.3026.$$

Pour $z = v$,

(n° 9) $$Q(K+K')+ PK'' = \frac{rD^2}{R}\ 1000 \times 41.28 \times 0.75.$$

Dans le 1er cas on a (3) :

$$v = 0{,}000085\ \frac{4np}{D^2}.$$

Dans le 2e cas, on a :

$$v = 0.000085\ \frac{np}{D^2}.$$

Les quantités K, K′, K″ et p ont été déterminées par expérience. D'après M. Guyonneau de Pambour, on a :

$$K = \frac{1}{200} = 0.005$$

$$K' = \frac{1}{2000} = 0.0005$$

$$K'' = \frac{1}{150} = 0{,}0066.$$

D'après M. Nicolas Wood, pour une vitesse de la machine = 44 kilomètres par heure, la quantité d'eau évaporée ou entraînée en suspension dans la vapeur est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en total de 160 kil. par mètre carré de surface de chauffe réduite et par heure.

D'après M. Guyonneau de Pambour : pour une vitesse de la machine = 35 kilomètres par heure, la quantité d'eau évaporée ou entraînée est en total de 125 kil. par mètre carré de surface de chauffe réduite et par heure.

D'après MM. Flachat et Pétiet, en admettant une production moyenne d'eau entraînée et de vapeur de 144 kil. par mètre carré de surface de chauffe réduite et par heure, correspondant à une vitesse de 40 kilomètres, la quantité de vapeur réellement utilisée ne serait que 90 kil., en ne chauffant pas la vapeur, avant son envoi aux cylindres, ce qui est le cas généralement employé.

Admettant 90 kil. comme quantité de vapeur utilisée par mètre carré de surface de chauffe réduite et par heure, nous avons pour la chaleur totale absorbée par cette vapeur :

1° $90 \times 650 = 58500$ unités de chaleur.

$(144 - 90) \times 145 = 7800$

Total. 66300 unités de chaleur (1).

Chaque kil. de vapeur coûte donc : $\frac{66300}{90} = 737$ unités de chaleur.

Si, au contraire, la vapeur est chauffée assez pour que toute l'eau qu'elle tient en suspension soit vaporisée, la dépense par kil. d'eau est 650 unités de chaleur, il y a alors une économie de $\frac{737-650}{737} = \frac{1}{12}$ sur la méthode actuelle.

Substituant ces valeurs de K, K′, K″, et p dans les formules donnant la charge remorquée et la vitesse, nous avons :

1° Machine à détente au 1/4.

$$0.0055\,Q + 0.0066\,P = \frac{rD^2}{R}\,14300;$$

d'où
$$Q = \frac{rD^2}{R}(2600000 - 1.21\,P), \qquad (10)$$

et
$$v = 0{,}03060\,\frac{n}{D^2}.$$

2° Machine sans détente.

$$0.0055\,Q + 0{,}0066\,P = \frac{rD^2}{R}\,31000,$$

d'où
$$Q = \frac{rD^2}{R}(5630000 - 1.21\,P,) \qquad (11)$$

et
$$v = 0.00765\,\frac{n}{D^2}.$$

Expressions dans lesquelles n et D jouent le principal rôle. On en conclut que, une machine étant donnée, il suffit de connaître le diamètre du piston pour déterminer la charge qu'elle peut remorquer, et ce diamètre joint à la surface de chauffe pour déterminer sa vitesse, le tout pour le maximum d'effet utile.

L'emploi des machines à détente présente deux inconvénients ?

Le premier, de ne lancer la vapeur dans la cheminée qu'à la pression de 1 atmosphère, ce qui n'est pas suffisant, du moins nous le pensons, pour produire le tirage. Le deuxième, d'avoir une vitesse quadruple de la vitesse sans détente, laquelle est déjà assez considérable. La conséquence d'une vitesse quadruple pour une course constante, est un nombre de coups de piston quadruple dans le même temps ; on peut obvier à cela en faisant la course quadruple, mais alors on éprouve des difficultés dans l'exécution des essieux coudés, comme nous le verrons lors de la construction.

Jusqu'ici on n'a employé que des machines sans détente. Comme des essais se tentent de toute part pour appliquer la détente, nous avons cru devoir donner les deux systèmes, et nous les envisagerons ensemble jusqu'à la fin.

(1) 650 est le nombre d'unités de chaleur nécessaire pour vaporiser 1 kil. d'eau, et 145 est le nombre d'unités de chaleur nécessaire pour élever 1 kil. d'eau à 145°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

Détermination des dimensions relatives des différentes parties qui composent une locomotive.

§ Ier. *Roues motrices et essieux coudés.*

Le rapport entre les rayons des roues motrices et ceux des essieux coudés sera donné par le rapport moyen existant entre les vitesses des machines sur la voie et les vitesses de leurs pistons.

D'après MM. Flachat et Pétiet, le rapport moyen entre les vitesses des machines existantes et celles de leurs pistons est de 6 à 1.

Quand la roue décrit une 1/2 circonférence, le piston parcourt une course; on aura donc :

$$3{,}1416\,R = 6 \times 2r,$$

d'où

$$r = 0.2618\,R. \quad \ldots\ldots\ldots\

$$\frac{1^{m}.30 - 0.40}{2} = 0^{m}.45.$$

La course des pistons est donc égale au diamètre maximum que peuvent avoir ces pistons pour une largeur de voie donnée; il n'y aura ainsi qu'une course par largeur de voie, et nous poserons :

$$\text{Diamètre maximum des pistons} = 2r. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (e)$$

§ 4. Distribution de la vapeur dans les cylindres et injection dans la cheminée.

Ce paragraphe comprend :
1° Les tiroirs et lumières;
2° Les excentriques;
3° Le régulateur et le tuyau d'arrivée de la vapeur aux cylindres;
4° Le tuyau d'injection dans la cheminée.

1° Tiroirs et lumières.

La dimension des tiroirs et lumières varie suivant les quantités de vapeur qui doivent arriver dans des temps égaux.

Soit v la vitesse d'écoulement par '' de la vapeur dans l'air à 3 atmosphères de pression en sus de la pression atmosphérique, g l'intensité de la pesanteur, H la colonne de vapeur imaginaire génératrice de cette vitesse, on a :

$$v = \sqrt{2gH}.$$

Or H multiplié par le poids de 1^{m}. c. de vapeur à 4 atmosphères est égal à la pression sur 1^{m}. q. de surface, pression égale à 31^{m}. d'eau $\times$ 1000 $^{k} = 31000^{k}$.

Le poids de 1^{m}. c. de vapeur à 4 atmosphères est égal à $2^{k}.1$; on a donc :

$$H \times 2^{k}.1 = 31000 \qquad \text{d'où} \qquad H = 14800^{m}. \qquad g = 9.8088;$$

donc
$$v = \sqrt{19.62 \times 14800} = 537^{m} \text{ par}''.$$

Suivant que l'écoulement a lieu en mince paroi, par un ajutage cylindrique ou par un ajutage conique, le coefficient de la dépense varie ainsi :

$$\begin{aligned} \text{En mince paroi} &= 0.63, \\ \text{Par un ajutage cylindrique} &= 0.85, \\ \text{Par un ajutage conique} &= 0.95. \end{aligned}$$

Admettant le premier pour l'écoulement de la vapeur par les lumières, nous aurons, en appelant :

S la surface du piston,
s la section des lumières,
v la vitesse du piston,

$$0.65 \times 537 \times s = S \times v$$

d'où
$$s = \frac{Sv}{350}.$$

Plus la vitesse des pistons sera grande, plus la section des lumières sera grande aussi; supposant une vitesse maxima des pistons $= 3^{m}$, on aura $s = \frac{1}{116} S$.

En pratique on est loin de baser les dimensions des lumières sur ce résultat, parce que l'ouverture totale du tiroir ne se fait pas instantanément; ce que l'on cherche, au contraire, c'est de rendre cette section la plus grande possible.

D'après MM. Flachat et Pétiet, la vitesse moyenne d'écoulement de la vapeur de la chaudière aux pistons, dans les locomotives, est de 60^{m}. par '', ce qui correspond à une section de lumières, pour le cas de vitesse des pistons $= 3^{m}$:

$$s = \frac{S \times 3}{0.65 \times 60} = \frac{1}{13} S. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (f)$$

De plus, le rapport entre la largeur et la longueur de la lumière varie entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{9}$, et est en moyenne $\frac{1}{6}$; on a donc :

$$l = \tfrac{1}{6} L. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (g)$$

Comme la surface du piston $= 0{,}785\ D^{2}$, la section des lumières $= \frac{1}{13}\ 0.785\ D^{2}$,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'où :

$$l \times 6l = 6l^2 = \frac{1}{13} 0.785\, D^2,$$

ce qui donne :

Largeur des lumières = 0,1 D. . . . . (*h*).
Longueur des lumières = 0,6 D. . . . . (*i*).

2° *Excentriques.*

La communication entre les tiroirs et les excentriques s'opère au moyen d'une tige traversant la boîte à vapeur dans un stuffing-box, et allant recevoir son mouvement d'un levier, dit levier du tiroir, fixé sur un arbre appelé arbre du tiroir. Cet arbre reçoit son mouvement oscillatoire d'un levier dit levier de l'excentrique, fixé à son extrémité, et communiquant par un bouton à un crochet, dit crochet d'excentrique, qui est séparé de l'excentrique même par une barre, dite barre de l'excentrique. L'arbre du tiroir est toujours fixé entre la tige du tiroir et la tige du piston à vapeur.

Le levier de l'excentrique est simple ou double :

Quand le levier est simple, il se présente deux cas : ou le tiroir est mû par une seule excentrique, qui, pour produire la marche tantôt en avant, tantôt en arrière, affecte deux positions déterminées sur l'essieu coudé ; ou le tiroir est mû par deux excentriques fixées sur l'essieu coudé et agissant alternativement suivant le sens de la marche ; ces deux excentriques peuvent se trouver d'un même côté ou de chaque côté du cylindre ; dans la première position du levier, le bouton a une longueur double ; dans la deuxième, il y a deux leviers à bouton simple.

Dans le cas où le levier est double, il n'y a qu'une excentrique dont le crochet est double et prend tantôt dans le bouton du haut, tantôt dans celui du bas, suivant le sens de la marche.

a. Levier simple.

Soit A B (fig. 1, pl. 9) la ligne horizontale d'axe du cylindre à vapeur, ligne passant par le centre *o* de l'essieu coudé, A′B′ celle du tiroir. Soit *om* le rayon de cet essieu, *c* le centre de l'arbre du tiroir, situé en un point quelconque entre A B et A′ B′.

Quand la manivelle sera dans la position *om*, c'est-à-dire que le point *m* sera à la fin de sa course, le tiroir sera au milieu de la sienne, fermant également les deux lumières ; l'excentrique sera au milieu de sa course, ainsi que le levier *ca* du tiroir et le levier *cb* de l'excentrique, lequel peut se trouver indifféremment au-dessus ou au-dessous de *c*.

Le milieu de la course du levier du tiroir sera la verticale *ca*, de chaque côté de laquelle oscille le point *a*, de manière que l'on a $aa' = aa'' = \frac{1}{2}$ course du tiroir.

Le milieu *b* de la course du levier d'excentrique se déterminera en remarquant que la transmission du mouvement circulaire continu de l'excentrique au mouvement circulaire alternatif de son levier s'opère suivant une ligne droite moyenne *ob* passant par le centre *o* et le bouton *b*. Donc de même que pour le levier du tiroir la ligne *cb* sera perpendiculaire à *ob*, et on aura : $bb' = bb'' = \frac{1}{2}$ course d'excentrique.

et

$$bb' : aa' :: cb : ca,$$

course de l'excentrique :

$$2bb' = 2\frac{aa' \times cb}{ca}.$$

Le centre de l'excentrique se trouve sur une circonférence décrite autour du point *o* comme centre avec *bb′* pour rayon ; et, lorsque le tiroir est au milieu de sa course, si *e* et *e′* représentent les deux positions milieu du centre de l'excentrique correspondantes, on a : $eb = e'b$, donc *ee′* est perpendiculaire à *ob*.

Ainsi quand le levier est simple, pour poser l'excentrique et les leviers, on mettra la manivelle à la fin de sa course, et le tiroir au milieu de la sienne ; on élèvera du centre *c* une perpendiculaire à A′B′ pour avoir la direction du levier du tiroir ; on décrira du point *c* comme centre une circonférence dont le rayon sera *cb* arbitraire, on mènera une tangente à cette circonférence par le point *o*, on joindra le point de contact *b* avec le point *c*, par une droite qui donnera la direction du levier de l'excentrique, par le point *o* on élèvera une perpendiculaire *ee′* à *ob*, et on aura la direction du centre de l'excentrique.

Si l'extrémité *b* du levier (fig. 2) de l'excentrique se trouve au-dessous du centre *c*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et sur la ligne AB, les perpendiculaires cb et ee' sont perpendiculaires à cette ligne, et l'excentrique est à angle droit avec la manivelle.

b. Levier double.

Les positions des points b et β se déterminent comme pour le levier simple; c'est-à-dire que les deux lignes cb et $c\beta$ sont perpendiculaires à ob et $o\beta$.

Il faut que le tiroir arrive au milieu de sa course aux mêmes époques, soit que le crochet d'excentrique engrène dans le bouton b, ou soit qu'il engrène dans le bouton β. Pour satisfaire à cette condition, il faut que ee' soit perpendiculaire à la fois à ob et $o\beta$, deux lignes concourant au même point, ce qui est impossible. Pour obvier à cet inconvénient, on mène $\varepsilon\varepsilon'$ perpendiculaire à oc.

Dans ce cas, on a :

$$\begin{aligned} b\varepsilon &< be, \\ b\varepsilon' &> be', \end{aligned} \qquad \text{comme } be = be', \text{ on a } b\varepsilon > b\varepsilon'.$$

Ce qui indique que la position milieu du tiroir correspondant à ε ne sera pas la même que celle correspondant à ε'. Le même raisonnement a lieu pour le bouton du bas; et comme ils sont placés symétriquement, les erreurs sont égales, et les deux positions milieu du tiroir sont les mêmes que pour le bouton du haut. Ces deux positions milieu du tiroir se trouvent de chaque côté de sa position milieu naturelle, et à une distance égale à $\frac{e\varepsilon \times ca}{cb}$ de cette dernière.

Il en résulte pour la marche en avant, avance du tiroir, et pour sa marche en arrière, retard, et ce, lorsque la manivelle et l'excentrique sont dans les positions relatives représentées (fig. 3). Si le centre ε de l'excentrique, au lieu d'être au-dessus, était au-dessous, le contraire aurait lieu.

Ajoutons à cela : pour la marche en avant, lorsque le centre de l'excentrique marche devant la manivelle, le crochet d'excentrique doit prendre dans le bouton du haut. Lorsque le centre de l'excentrique marche derrière la manivelle, le crochet d'excentrique doit prendre dans le bouton du bas.

La longueur de la barre d'excentrique se déterminera en faisant l'épure comme si le levier était simple, c'est-à-dire, en déterminant les deux points e et b par la méthode du levier simple.

RÉSUMÉ.

Avec le levier simple, il faut deux excentriques dont les centres soient opposés, afin que leurs efforts soient égaux et contraires; ou bien il faut une seule excentrique mobile sur l'essieu coudé, et pouvant y occuper deux positions égales et opposées.

Avec le levier double, il n'y a qu'une seule excentrique, et le crochet est double.

Pour les deux leviers, les crochets sont munis d'allonges en forme de V, qui doivent embrasser le bouton, ou à volonté dans quelque position qu'il se trouve.

3° Tuyau d'arrivée de la vapeur.

Connaissant la section des lumières, nous aurons la section du tuyau d'arrivée de la vapeur, en augmentant cette dernière de $\frac{1}{5}$ pour compenser les coudes et le refroidissement possible.

1° Section du tuyau d'arrivée pour un cylindre seul :

$$\begin{aligned} 0.785 d^2 &= 1.2 \tfrac{1}{11} 0.785 D^2 \\ d^2 &= 0.092 D^2, \\ d &= 0.3 \quad D \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (k) \end{aligned}$$

2° Section du tuyau d'arrivée pour 2 cylindres :

$$\begin{aligned} 0.785 d'^2 &= 2 \times 0.785 d^2, \\ d'^2 &= 2d^2, \\ d' &= 0.425 D. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (l) \end{aligned}$$

4° Tuyau d'injection dans la cheminée.

Dans le mouvement ordinaire des pistons et tiroirs, lorsque le piston est arrivé au bout de sa course, toutes les communications sont fermées par le tiroir; puis, quand le piston reprend son mouvement en sens contraire, le tiroir s'ouvre, et, d'une part, il arrive de la vapeur dans le cylindre, de l'autre il en sort qui se rend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la cheminée. Ce second effet se divise en deux distincts pour les machines sans détente : 1° la vapeur, qui était soumise à une pression de 4 atmosphères dans le cylindre, se dilate jusqu'à tant que sa pression soit devenue égale à celle de l'air, et cette dilatation se fait d'autant plus promptement que les orifices d'écoulement sont plus considérables ; 2° la vapeur, une fois réduite à la pression atmosphérique dans le cylindre, n'en sort plus que par la pression que produit sur elle la marche du piston : la résistance qu'elle oppose à cette marche est d'autant plus faible que les orifices d'écoulement sont plus considérables.

De ces deux effets, nous concluons que les orifices d'écoulement de la vapeur à la cheminée doivent être le plus grands possible.

L'effet de la dilatation de la vapeur devant se produire, autant que possible, avant que le piston commence à chasser la vapeur restante, cela, parce que la résistance que cette vapeur opposera au mouvement du piston sera d'autant plus grande que sa pression sera plus élevée, il est bon d'ouvrir la communication avant que le piston n'ait pris son mouvement en sens contraire. On arrive à ce résultat en donnant ce qu'on appelle de l'*avance* au tiroir, c'est-à-dire, en faisant arriver le tiroir au milieu de sa course avant que le piston ne soit à la fin de la sienne.

Une avance du tiroir trop grande a pour inconvénient de faire marcher le piston à contre-vapeur pendant la fin de sa course.

Entre le retard et l'avance trop prononcée du tiroir, il est une moyenne à laquelle correspond le maximum d'effet utile de la vapeur; c'est la recherche de cette moyenne qui a été la base des expériences utiles et intéressantes de MM. Flachat et Pétiet sur les locomotives des chemins de fer de Saint-Germain et Versailles.

Suivant ces ingénieurs, avec une avance de 25° à l'excentrique sur sa position normale ordinaire, le travail théorique de la vapeur se trouve augmenté de 12 pour 100 en moyenne ; si à l'avance du tiroir on ajoute un *recouvrement* extérieur des lumières égal aux $\frac{2}{3}$ de cette avance mesurée sur la plate-forme du tiroir, le travail théorique de la vapeur augmente d'au moins 25 pour 100.

L'effet du recouvrement extérieur du tiroir est d'empêcher la vapeur de la chaudière d'arriver d'un côté quand déjà celle qui est de l'autre commence à s'écouler dans la cheminée. En faisant le recouvrement total, il n'entre pas de contre-vapeur pendant toute la fin de la course ; en le faisant nul, il en entre au contraire pendant tout le temps de l'avance. La planche 9 représente les différents cas de l'avance :

Fig. 1, 2, 3, sans avance ni recouvrement ;
Fig. 4, avance sans recouvrement ;
Fig. 5, avance et recouvrement de $\frac{2}{3}$;
Fig. 6, avance et recouvrement total.

Revenons au tuyau d'injection.

Si, d'une part, l'accroissement de section des orifices d'écoulement de la vapeur des cylindres à la cheminée diminue la résistance contre les pistons, et augmente par conséquent le travail utilisé, de l'autre, cet accroissement de section diminue la vitesse d'injection de la vapeur dans la cheminée, et ralentit le tirage du foyer, effet dont le résultat est une combustion moins vive, d'où une production de vapeur moindre dans un temps donné.

Donc, d'une part, augmentation de charge remorquée et diminution de vitesse ; de l'autre, diminution de charge remorquée et augmentation de vitesse.

Car la charge remorquée est proportionnelle à la surface du piston utilisée, et la vitesse proportionnelle à la quantité de vapeur produite, comme on peut s'en assurer sur les formules (1) et (5) pour une pression constante h.

De là, pour machines devant remorquer de fortes charges à de petites vitesses, élargissement du tuyau d'injection.

Pour machines devant remorquer de faibles charges à de grandes vitesses, rétrécissement du tuyau d'injection.

Cette variation dans les dimensions de l'orifice du tuyau d'injection dans la cheminée conduit à la recherche d'un tuyau d'injection à section variable. On peut arriver à ce résultat en plaçant dans le tuyau d'injection, ayant une valeur maxima, un bouchon doublement conique en tôle, et pouvant se mouvoir à la main suivant une ligne verticale. D'après le degré de hauteur de ce bouchon, la section d'écoulement de la vapeur sera grande ou faible, d'où le tirage, et par suite la vaporisation augmenteront ou diminueront, d'où résultera que la vitesse sera petite ou grande.

On a employé, pour produire un effet à peu près analogue, un appareil que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous ne recommandons pas. Cet appareil a pour but, le tuyau d'injection ayant sa section minima, de diminuer le tirage à volonté. Pour cela on fait arriver de l'air dans la boîte à fumée par une petite porte mobile à la main. Il en résulte que, pour marcher à de petites vitesses, la résistance opposée par la vapeur utilisée contre le piston est aussi grande que pour une grande vitesse, et cela sans aucune utilité. Il nous semble qu'il convient beaucoup mieux, puisqu'il faut, dans l'intérêt du travail des cylindres, que l'orifice d'échappement soit grand, que l'on puisse diminuer cet orifice à volonté, plutôt que de lui donner une section contraire à l'effet utile, surtout si on est obligé de détruire les avantages que peut présenter cette section dans certains cas par un appareil étranger.

D'après MM. Flachat et Pétiet, la section moyenne des tuyaux d'échappement des locomotives usitées est égale aux 0.02 de la surface de 2 pistons; on a donc:

$$0.785\ d^2 = 0.02 \times 2 \times 0.785\ D^2;$$

d'où

$$d^2 = 0.04\ D^2$$

$$d = 0{,}2\ D. \quad \ldots \quad (m)$$

Cette dimension est pour le cas général : si on adoptait la section variable, cette valeur de d serait augmentée.

§ 5. *Chaudière à vapeur.*

La chaudière à vapeur se divise en trois parties :
La caisse à feu et sa grille ;
Les tubes ;
La cheminée.

Le chauffage par la caisse à feu est dit chauffage direct ; celui par les tubes est dit chauffage par contact.

D'après les expériences de M. Stephenson, la quantité de vapeur donnée par un mètre carré de surface des tubes est égale au $\frac{1}{3}$ de la quantité de vapeur donnée par un mètre carré de surface de caisse à feu. C'est pourquoi on appelle surface de chauffe réduite la surface de chauffe de la caisse à feu, augmentée du $\frac{1}{3}$ de la surface des tubes ; c'est la surface de chauffe totale exprimée en chauffe directe.

1° *Caisse à feu.*

Soit l la largeur de la caisse à feu ;
h sa hauteur ;
L sa longueur dans le sens de la voie.

La surface de chauffe directe se composera de :

$$\left.\begin{array}{l} 1^\circ\ 2\,lh; \\ 2^\circ\ 2\,Lh \\ 3^\circ\ L \times l \end{array}\right\}, \text{ total } L(2h + l) + 2lh;$$

La surface de la grille est simplement égale à $L \times l$.

Soit S la surface de chauffe totale des tubes, la surface de chauffe réduite sera :

$$L(2h+l) + 2lh + \frac{S}{3}, \qquad (n)$$

Nous avons dit que chaque mètre carré de surface de chauffe réduite vaporise 90 kil. d'eau par heure : pour produire cette vapeur il y a une dépense constante de combustible, et partant une section correspondante de surface de grille. D'après MM. Flachat et Pétiet, la quantité de coke brûlé par heure et par mètre carré de surface de chauffe réduite dans les locomotives actuelles est de 24 kil. ; de plus, on brûle 5 kil. de coke par décimètre carré de surface de grille ; pour le même temps on a donc :

$$\overset{\text{k.}}{24} : \overset{\text{m. q.}}{1} :: \overset{\text{k.}}{5} : x = \overset{\text{m. q.}}{0.208} \text{ de surface de chauffe.}$$

et

$$\overset{\text{m. q.}}{0.208} : \overset{\text{m. q.}}{0.01} :: \overset{\text{m. q.}}{1} : x = \frac{1}{20} \text{ en nombres ronds.}$$

$$\text{Surface de la grille} = \frac{1}{20} \text{ surface de chauffe réduite.} \quad \ldots \quad (o).$$

La largeur de la caisse à feu, égale au diamètre de la chaudière cylindrique, est déterminée par la largeur de la voie; la hauteur de la caisse à feu est égale à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hauteur de la première rangée de tubes au-dessus de la grille, plus la hauteur des tubes dans la chaudière.

La hauteur des tubes au-dessus de la grille est en moyenne de $0^m.50$ pour des chaudières dont les diamètres varient entre $0^m,90$ et $1^m,10$; nous pouvons donc faire cette hauteur égale à la moitié du diamètre de la chaudière $= \frac{1}{2} l$.

La hauteur de l'eau dans la chaudière est égale aux $\frac{3}{4}$ de son diamètre; comme il doit y avoir au moins $0^m,10$ d'eau au-dessus de la boîte à feu, nous ferons la hauteur de la boîte à feu au-dessus du premier rang des tubes égale aux 0.65 du diamètre $= 0.65\, l$; donc :

$$\text{hauteur totale } h = 1.15\, l. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (p).$$

Pour avoir L il nous suffira de résoudre l'équation :

$$\text{Surface de la grille} = \frac{1}{20} \text{ surface de chauffe réduite.}$$

$$L \times l = \frac{1}{20}\left(L(l + 2h) + 2lh + \frac{1}{3} S. \right),$$

d'où nous tirons, en remplaçant h par sa valeur $1.15\, l$:

$$L = \frac{6\,9l^2 + S}{50.1\,l}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (q)$$

2° *Tubes.*

L'emploi des tubes comme surface de chauffe dans les locomotives est basé sur le principe suivant :

La somme des longueurs des circonférences d'un nombre quelconque de surfaces circulaires égalant ensemble une surface donnée, sera d'autant plus grande que le nombre des surfaces composantes sera plus considérable.

En effet, soient D et d les diamètres de deux cercles pour lesquels on a :

$$\text{surf. D} = \text{N surf. } d.$$

Les surfaces sont entre elles comme les carrés des diamètres, donc :

$$\text{surf. D} : \text{surf. } d :: D^2 : d^2,$$

et $$\text{circ. D} : \text{circ. } d :: D : d;$$

d'où $$\text{surf. D} : \text{surf. } d :: \text{circ. } {}^2D : \text{circ. } {}^2d.$$

Ce qui nous donne :

$$\text{circ. } d : \text{circ. D} :: \sqrt{\text{surf. } d} : \sqrt{\text{surf. D}},$$

et $$\text{circ. } d = \sqrt{\frac{\text{surf. } d}{\text{surf. D}}} \times \text{cir. D},$$

Remplaçant surf. D par N surf. d :

$$\text{circ. } d = \frac{1}{\sqrt{N}} \text{ circ. D},$$

et $$N \text{ circ. } d = \sqrt{N} \text{ circ. D},$$

N circ. d = somme des longueurs des circonférences d.

La somme des longueurs des circonférences des cercles composants est proportionnelle à la racine carrée du nombre de ces cercles.

La surface de chauffe d'un tube est égale à sa circonférence multipliée par sa longueur; donc, pour une même section d'écoulement de la fumée, la surface de chauffe par les tubes sera d'autant plus considérable que le nombre des tubes sera plus grand.

Mais de l'accroissement du nombre des tubes résulte la diminution du diamètre par suite de la formule :

$$\text{surf. D} = N \text{ surf. } d,$$

d'où $$d^2 = \frac{D^2}{N},$$

et $$d = \frac{D}{\sqrt{N}}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le diamètre minimum des tubes des chaudières est $0^m,04$, et l'espace qu'on laisse généralement entre les tubes est 2 à 2.5 centimètres; admettant que cet espace est moitié du diamètre des tubes, l'espace occupé par un tube sera un hexagone dont le diamètre du cercle inscrit est $1.5\,d$.

On a : rayon du cercle inscrit $0.75\,d$,

$$\text{rayon du cercle circonscrit} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times 0.75\,d\,;$$

hexagone
$$= 6 \times 0.75d \times \frac{1}{2} \frac{2}{\sqrt{3}} \times 0.75\,d,$$
$$= 1.95\,d^2.$$

A cause des pertes de surface par les contours de la chaudière nous poserons $2\,d^2$. Les $\frac{2}{3}$ de la section de la chaudière sont occupés par les tubes; on a donc, en appelant Δ le diamètre de la chaudière :

$$\tfrac{2}{3}\,0.785\,\Delta^2 = N\,2\,d^2\,;$$

d'où :
$$N d^2 = 0.261\,\Delta^2. \quad \ldots\ldots\ldots\

Cette chaleur est emportée par un poids d'air représenté par 3.25 S ; on aura la température de cet air en posant

$$3.25\,S \times t \times 0.267 = 650\,S',$$

d'où $$t = \frac{650}{0.87} = 745°.$$

C'est la température maxima que pourra avoir l'air entrant dans les tubes, pour 18 mètres cubes d'air par kil. de coke. Substituant cette valeur de t dans l'expression du volume d'air chaud passant par les tubes, nous aurons :

$$2.5\,S'(1 + 745 \times 0.00375) = 2.5\,S' \times 3.8.$$

Le volume de l'air entrant dans les tubes est 4 fois, en nombres ronds, le volume de l'air passant à travers la grille.

D'après MM. Flachat et Pétiet, la section d'écoulement de l'air à travers la grille n'est pas plus du $\frac{1}{4}$ de cette surface, et la section d'écoulement de l'air à travers les tubes est égale aux 0.80 de leur section totale.

Si μ est le rapport entre la vitesse à travers la grille et celle à travers les tubes, celle de la grille étant 1, on a :

$$\mu \times 0.80 \times s = 4\,\frac{1}{4}\,S' \quad \text{d'où} \quad s = \frac{1.25}{\mu}\,S'. \qquad \ldots\ldots\ldots\

geur de voie déterminée. Or, pour largeur extérieure de boîte à feu = 1m.30, on a $r = \frac{0.45}{2}$, ce qui donne :

$$l(1+0.2) = 1.2l = 1^{m}.30,$$
$$r = 0^{m}.225,$$
$$1.30 : 0.225 :: 1.2l : r = 0.207l.$$

Nous poserons en nombres ronds :

$$r = 0.2l. \quad \ldots \quad (u$$

ce qui nous donnera r, en remplaçant N par $0.261 \frac{l^2}{d^2}$:

$$S = 3.1416d \times 0.261 \frac{l^2}{d^2} 2,1l$$
$$= 1.72 \frac{l^3}{d}. \quad \ldots \quad (u')$$

et
$$L = \frac{6.9l^2 + 1.73\frac{l^3}{d}}{50.1l} = \frac{l(0.138d + 0.0345l)}{d}. \quad \ldots \quad (v)$$

Enfin pour la largeur de la voie par rapport à $l = \Delta$, nous aurons :

Pour largeur de voie = 1m.50
$$\Delta = l = 1^{m}.10$$
$$\frac{1.50}{1.10} = 1.36,$$

Largeur de voie $\lambda = 1.36\, l = 1.36\, \Delta$. $\ldots$ (v').

§ 6. *Cheminée.*

Nous avons admis pour température minima de la fumée sortant des tubes, 150°; nous admettrons pour température maxima de cette fumée entrant dans la cheminée 300°, car c'est pour le maximum de dilatation de cet air que l'on doit calculer la section de la cheminée.

Le volume d'air entrant par '' dans la cheminée sera :

$$2.5\,S'(1 + 300 \times 0.00375) = 2.5\,S' \times 2.125,$$

ou 2.125 fois celui qui passe par la grille. Si μ' est le rapport entre la vitesse dans la cheminée et la vitesse à travers la grille, cette dernière étant 1, on aura, en représentant la section de la cheminée par s', et admettant le coefficient de contraction, 0.85 :

$$0.85\mu' s' = 2.125 \frac{1}{4} S',$$

d'où
$$s' = 0.62 \frac{S'}{\mu'}. \quad \ldots \quad (x)$$

La section de la cheminée est arbitraire ; plus elle sera grande, plus sera petite la vitesse de la fumée qui la traversera. Pour déterminer quelle est la section la plus convenable, nous devons avoir égard à l'action de la vapeur injectée dans cette cheminée.

La vapeur, en s'élançant dans la cheminée, rencontre l'atmosphère qui oppose une résistance à son mouvement telle qu'à une certaine distance de l'orifice d'injection, elle se dilate horizontalement jusqu'à la rencontre des parois intérieures de la cheminée. A ce point, elle forme une espèce de piston se mouvant dans la cheminée qui est son cylindre, et, à mesure qu'il arrive de nouvelle vapeur, celle d'en dessus monte jusqu'au sommet et s'échappe dans l'atmosphère. Il se produit de cette manière, à chaque instant, un vide sous ce piston, lequel vide est immédiatement rempli par de l'air venant du foyer ; cet air une fois arrivé dans la cheminée ne peut rétrograder, puisque tout est rempli derrière lui, et sort avec la vapeur ; tel est, à notre avis, le tirage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En supposant que les choses se passent ainsi, on voit que plus la section de la cheminée sera grande, plus la surface du piston de vapeur sera grande aussi, et par conséquent plus la résistance de l'atmosphère à vaincre sera grande. s' étant la section de la cheminée en mètres quarrés, cette résistance sera $s' \times 10\,300^{k}$. avec une vitesse μ', la vitesse à travers la grille étant 1.

La section de l'orifice d'écoulement de la vapeur dans la cheminée est, avons-nous dit (m), 0.04 de la surface d'un piston ; appelant x le rapport entre la section d'écoulement de la fumée de la cheminée et celle du tuyau d'injection, on aura :

$$\text{Section totale....} \quad S' = 0.04 \times 0.785\, D^{2}(x+1);$$

ou, si δ représente le diamètre de la cheminée,

$$0.785\,\delta^{2} = 0.04 \times 0.785\, D^{2}(x+1),$$

d'où

$$\delta = 0.2\, D \sqrt{x+1},$$

la vitesse d'injection dans la cheminée sera :

pour machine sans détente $537 \times 0.95 = 500^{m}$ par ". (*Voir tiroirs et lumières.*)

Pour machine à détente au $\frac{1}{4}$, 25 fois celle du piston, qui étant en moyenne 2^{m} par ", donne pour vitesse de la vapeur s'échappant de la cheminée 50^{m}. Nous adopterons pour machines sans détente $\frac{500+50}{2} = 275^{m}$ seulement, parce qu'il n'y a 500^{m} qu'au commencement de la sortie, et qu'à la fin la vitesse est 50^{m}, comme pour machine à détente.

1° *Pour machine sans détente.*

La vitesse de la vapeur dans la cheminée sera :

$$\frac{275^{m}}{x+1} \times 0.85,$$

0.85 étant le coefficient de la dépense pour un ajutage cylindrique.

D'autre part, en adoptant que la pression moyenne d'écoulement de la vapeur par l'orifice d'injection est deux atmosphères, comme il y a une atmosphère en sens contraire, il restera une atmosphère réelle de pression pour la section de l'orifice d'écoulement, ce qui fait $\frac{1}{x+1}$ d'atmosphère dans la cheminée.

Pour souffler un feu de forge de maréchalerie, il faut une pression de vent de 3 centimètres de mercure : admettant que pour le foyer d'une locomotive il faut 5 centimètres ou $\frac{5}{76} = 0.066$ d'atmosphère, nous aurons :

travail dépensé $$= \frac{275}{x+1} \times 0.85\, \frac{10300^{k}}{x+1} \times s',$$

travail utilisé $$= 2.5\, S' \times 0.066 \times 10300^{k},$$

en remarquant que le travail utilisé est $\frac{1}{4} S' \times 0.066 \times 10300^{k}$ multiplié par la vitesse à travers la grille. Or $\frac{1}{4} S' \times$ la vitesse à travers la grille, c'est le volume écoulé $2.5\, S'$.

On aura donc :

$$2.5\, S' \times 0.066 \times 10300^{k} = \frac{275}{x+1} \times 0.85\, \frac{10300}{x+1} S',$$

d'où

$$(x+1)^{2} = \frac{s'}{S'}\, 1420,$$

remarquant que

$$s' = (x+1)0.04 \times 0.785\, D^{2}$$
$$= 0.0314(x+1)D^{2},$$

nous aurons :

$$1+x = \frac{45\, D^{2}}{S'}.$$

Ainsi pour un diamètre de piston $= 0^{m}.30$, et une surface de grille $= 1^{m}.q.$, on a :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$1+x=\frac{45\times 0.09}{1}=4.05,$$

et

$$\delta=0.2\times 0.3\times 2.25$$
$$=0.135,$$

Ceci est le diamètre théorique ; en pratique, on donne un diamètre double environ, d'où une section quadruple ; mais il est bon de dire que d'une part le diamètre que l'on donne n'est basé sur aucun calcul, et que de l'autre on ignore si réellement il passe 18m. c. d'air froid par kil. de coke brûlé. Toute la conséquence qu'on peut tirer de ce résultat est qu'il serait utile d'essayer de rétrécir le diamètre des cheminées, pour s'assurer si cette diminution rend le tirage plus fort et plus économique.

Nous devons nous conformer quant à présent aux résultats pratiques, et nous poserons :

$$1+x=\frac{4\times 45\,D^2}{S'}. \qquad (y)$$

d'où

$$\delta=0.2D\sqrt{\frac{180\,D^2}{S'}}=\frac{2.78\,D^2}{\sqrt{S'}}. \qquad (z)$$

2° *Machine à détente.*

Dans les machines à détente, la pression de la vapeur sortant des cylindres est égale à la pression atmosphérique ; son action sur la fumée n'a donc d'autre but que de l'entraîner par frottement, comme cela a lieu dans les trompes pour l'air qui est entraîné par l'eau. Il n'est donc pas certain qu'en détendant au $\frac{1}{4}$ on pourra produire un tirage suffisant dans la cheminée ; c'est ce que l'expérience prouvera. Dans le cas de non-réussite pour la détente, on serait dans la nécessité d'employer des ventilateurs. Nous conserverons pour les machines à détente variable, pour déterminer le diamètre de la cheminée, la même formule que pour les machines sans détente.

§ 7. *Pompes alimentaires.*

Les pompes alimentaires ont la même vitesse que les pistons, et doivent fournir chacune assez d'eau pour alimenter la chaudière à une seule.

Or 0m.c.001 d'eau pèse 1k,
0m.c.477 de vapeur pèse 1k ;

cette vapeur entraîne avec elle $\frac{144-90}{90}=0^{k}.6$ d'eau, donc 0m. c..477 de vapeur dans les cylindres représente 1k.6 d'eau, donc :

$$1.6 : 0.477 :: 1 : x = 0^{m.c}.300.$$

1 kil. d'eau représente 1 litre,
1 kil. de vapeur représente 300 litres.

Si δ' représente le diamètre du piston de la pompe alimentaire, on aura :

$$0.785\,\delta'^2=\frac{1}{300}2\times 0.785\,D^2,$$

d'où

$$\delta'^2=\frac{1}{150}D^2,$$

$$\delta'=0.1\,D \text{ en nombres ronds.} \qquad (z')$$

RÉSUMÉ.

En réunissant ensemble toutes les formules que nous avons obtenues, nous formerons le tableau général ci-dessous :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des dimensions proportionnelles de toutes les parties des machines à vapeur locomotives.

1° Roues motrices et essieux coudés :

$$r = 0.2816\,R. \quad \ldots \quad (a).$$

2° Longueur de la bielle $= 5\,r.$ . . . . . (*b*).
3° Longueur des entretoises et de la chaudière cylindrique $= 10\,r.$ . . . (*c*).
4° Longueur des guides de la tige des pistons $= 3\,r.$ . . . . . (*d*).
5° Diamètre maximum des cylindres $= 2\,r = 0.4\,l.$ . . . . . (*e*).
6° Section des lumières $\frac{1}{11}$ section du cylindre. . . . . (*f*).
7° Largeur des lumières $= 0.1$ D. . . . . (*h*).
8° Longueur des lumières $= 0.6$ D. . . . . (*i*).
9° Diamètre du tuyau d'arrivée de la vapeur :
1° Pour 1 cylindre $= 0.5$ D. . . . . (*k*).
2° Pour 2 cylindres $= 0.423$ D. . . . . (*l*).
10° Diamètre du tuyau d'injection dans la cheminée $= 0.2$ D. . . . . (*m*).
11° Surface de la grille $= \frac{1}{250}$ de la surface de chauffe réduite . . . . . (*o*).
12° Largeur intérieure de la boîte à feu = diamètre de la chaudière cylindrique : $l = \Delta$.
13° Hauteur de la boîte à feu au-dessus de la grille $h = 1.15\,l.$ . . . . . (*p*).
14° Nombre des tubes $N = \frac{0.261\,\Delta^2}{d^2}$ . . . . . (*r*).
15° Section d'écoulement de la fumée à travers les tubes $= \frac{1.25}{\mu}$ Surface de la grille. . . . . (*s*).
16° Rayon de l'essieu coudé $r = 0.2\,l.$ . . . . . (*u*).
17° Surface de chauffe par les tubes $= 1.72\,\frac{l^3}{d}$ . . . . . (*u'*).
18° Longueur de la grille ou de la caisse à feu : $L = \frac{l(0{,}0345\,l + 0.138\,d)}{d}$ . . . (*v*).
19° Surface de chauffe directe : $= l(3.34\,L + 2.3\,l)$.
20° Largeur de la voie $\lambda = 1.36\,l = 1.36\,\Delta$. . . . . (*v'*).
21° Section de la cheminée :

$$= \frac{0.62}{\mu'}\,l \times L. \quad \ldots \quad (x).$$

μ étant le rapport entre les vitesses.
22° Diamètre de la cheminée

$$\delta = \frac{2.78\,D^2}{\sqrt{l+L}}. \quad \ldots \quad (z).$$

23° Diamètre du piston des pompes alimentaires : $\delta' = 0.1$ D. . . . . (*z'*).

CHAPITRE III.

Application des chapitres précédents à quelques cas particuliers.

§ 1er. *Largeur de la voie et force nominale des locomotives.*

Jusqu'ici la largeur de la voie des chemins de fer a été déterminée par des considérations tout à fait étrangères aux locomotives. Or cette largeur a la plus grande influence sur leur travail en ce qu'elle limite, d'une part, la surface de chauffe, de l'autre, le diamètre des pistons.

La largeur de la voie des chemins de fer les plus récents est en moyenne de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$1^m,30$. Si on reporte l'attention sur les chemins antérieurs, on voit que cette largeur est allée sans cesse en croissant jusqu'à ce jour.

Pour bien faire ressortir l'influence de la largeur de la voie sur les locomotives, nous considérerons les 3 largeurs de voie :

$$1^m.50. \ldots\ldots \quad 1^m.75. \ldots\ldots \quad 2^m,$$

et nous aurons :

$$l = \frac{\lambda}{1.36},$$

	1°.	2°.	3°
$l =$	$1^m.10$.	$1^m.30$.	$1^m.50$

en nombres ronds.

Le diamètre minimum des cylindres à vapeur pour locomotives de chemins de fer est, en général, $0^m.25$, les diamètres maximum seront :

$$D = 0.4l,$$

$$D = 0^m.44 \ldots\ldots \quad 0^m.52 \ldots\ldots \quad 0^m.60,$$

que nous transformerons en

$$D = 0^m.40. \ldots\ldots \quad 0^m.50 \ldots\ldots \quad 0^m.60.$$

Nous pourrons donc supposer les cas de machines suivants :

Largeur de voie	$1^m.50$.	$1^m.75$.	2^m.
Diamètre des pistons	0 .25.	0 .25.	0 .25
	0 .30.	0 .30.	0 .30
	0 .35.	0 .35.	0 .35
	0 .40.	0 .40.	0 .40
	»	0 .45.	0 .45
		0 .50.	0 .50
			0 .55
			0 .60
Totaux.	4 D.	6 D.	8 D.

TOTAL GÉNÉRAL. . . . . 18 machines sans détente.
18 machines à détente.
ou 36 cas particuliers.

C'est par le diamètre des pistons que l'on énonce la force des locomotives. Cette méthode provient de ce que pour une même machine, et par conséquent pour une dépense constante de vapeur, la charge à remorquer est variable suivant que les marchandises ou voyageurs sont en plus ou moins grand nombre, suivant que le chemin est droit ou courbe, horizontal ou incliné ; suivant la force et la direction du vent ; suivant l'état d'entretien et d'humidité des rails ; suivant l'état d'égalité des roues de wagons et de régularité dans le graissage des coussinets d'essieux, etc.

Il en résulte que la résistance sur le piston est variable ; or dans l'équilibre du mouvement la pression de la vapeur est égale à la résistance ; cette dernière étant variable, la pression est variable. Nous avons dit, lors du travail de la vapeur, que l'effet utile était d'autant plus grand que la pression de la vapeur sur les pistons était plus grande ; or puisqu'elle est variable, il en résulte que l'effet utile est aussi variable.

L'énonciation du diamètre du piston est loin d'être suffisante pour exprimer la force des locomotives, parce que cette force dépend non-seulement de la surface des pistons, mais encore de leur vitesse, laquelle est indiquée par la surface de chauffe, la pression de la vapeur dans les cylindres étant supposée maxima, c'est-à-dire $41^m.28$ d'eau. Il faudrait donc donner, outre le diamètre des pistons, la surface de chauffe réduite, et au moyen des formules (10) et (11) du premier chapitre, on déduirait immédiatement la force maxima, c'est-à-dire celle correspondant à $41^m.28$. On n'agit pas ainsi, parce que, ce que l'on recherche avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout, sur un chemin de fer, c'est que la machine puisse remorquer le convoi dont on la charge ; si elle a beaucoup de surface de chauffe elle ira vite, si elle en a peu elle ira doucement ; aussi se contente-t-on de déterminer le nombre des wagons correspondants à chaque diamètre de pistons, en n'admettant pour chaque service que les machines qui ont la surface de chauffe correspondante à la vitesse que l'on veut y obtenir.

D'après la manière dont nous avons calculé nos surfaces de chauffe, il s'ensuit qu'elles ne varient que lorsque le diamètre des tubes ou la largeur de la voie varient. De même que nous avons considéré trois largeurs de voie, nous considérerons trois diamètres des tubes les plus usités et qui ont :

$0^m.03$. . . . . $0^m.045$. . . . . $0^m.04$.

Aux premiers correspondra la vitesse minima pour une largeur de voie donnée, au dernier correspondra la vitesse maxima.

§ 2. *Roues motrices et essieux coudés.*

On aura r par la formule :

$$r = 0.2l,$$

1°	2°	3°
$r = 0^m.22$.	$0^m.26$.	$0^m.30$,

et R par la formule :

$$R = \frac{r}{0.2618},$$

1°	2°	3°
$R = 0^m.85$.	1^m.	$1^m.15$.

§ 3. *Transmission du mouvement.*

Pour les trois largeurs de voie considérées, nous aurons :

Longueur des bielles = $5r$,
Id. des entretoises. = $10r$,
Id. des guides. . . = $5r$.

donc	1°	2°	3°
Longueur des bielles	$1^m.10$.	$1^m.30$.	$1^m.50$
Id. des entretoises	2 .20.	2 .60.	3 .00
Id. des bielles. . .	0 .66.	0 .78.	0 .90

§ 4. *Distribution.*

1° Section des lumières.

Diamètres des cylindres.	0.1 D Largeur.	0.6 D Longueur.
$0^m.25$.	$0^m.025$.	$0^m.15$
0 .30.	0 .030.	0 .18
0 .35.	0 .035.	0 .21
0 .40.	0 .040.	0 .24
0 .45.	0 .045.	0 .27
0 .50.	0 .050.	0 .30
0 .55.	0 .055.	0 .35
0 .60.	0 .060.	0 .36

2° Tuyaux d'arrivée de la vapeur dans les cylindres.

Diamètres des cylindres.	Diamètres des tuyaux pour 1 cylindre. 0.3 D	pour 2 cylindres. 0.45 D
$0^m.25$.	$0^m.0075$.	$0^m.11$
0 .30.	0 .009.	9 .13
0 .35.	0 .011.	0 .15

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

0 .40.	0 .012.	0 .17
0 .45.	0 .014.	0 .19
0 .50.	0 .015.	0 .22
0 .55.	0 .017.	0 .24
0 .60.	0 .018.	0 .26

3° Tuyaux d'injection de la vapeur dans la cheminée.

$0^m.2\ D$

Diamètre des cylindres.	Diamètre minimum du tuyau.
$0^m.25$.	$0^m.050$
0 .30.	0 .060
0 .35.	0 .070
0 .40.	0 .080
0 .45.	0 .090
0 .50.	0 .100
0 .55.	0 .110
0 .60.	0 .120

§ 5. *Chaudière à vapeur.*

Nous considérerons les 3 diamètres de tubes suivants :

$0^m.03$ . . . . . $0^m.045$. . . . . $0^m.04$.

La conséquence de ces différents diamètres des tubes est, comme nous l'avons dit, une variation dans la surface de chauffe pour chacun. Comme nous avons 3 largeurs de voie et partant 3 diamètres de chaudière, nous aurons en total $3 \times 3 = 9$ surfaces de chauffe différentes pour chaque diamètre de piston, d'où 9 forces différentes de machines seulement par la vitesse, la charge remorquée étant déterminée par la surface des pistons.

La formule (r) qui donne le nombre des tubes en fonction du diamètre de la chaudière et de celui des tubes est :

$$N = \frac{0.261\,\Delta^2}{d^2};$$

les diamètres Δ sont égaux à l, on a donc :

	$1°\ \Delta = 1.10^{m.}$			$2°\ \Delta = 1.30^{m.}$			$3°\ \Delta = 1.50^{m.}$		
d =	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
N =	126	156	198	176	217	275	236	290	370

Les surfaces de chauffe correspondantes s'obtiendront par la formule :

$$S = 1.72\,\frac{\Delta^3}{d}.$$

	1°			2°			3°		
d	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
S	m. q. 46	m. q. 51	m. q. 57	m. q. 75	m. q. 84	m. q. 95	m. q. 116	m. q. 129	m. q. 145

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la caisse à feu on a

	1°	2°	3°
l. . .	1m.10.	1m.30.	1m.50

$$h = 1.13\,l,$$

h. . .	1m.25.	1m.50.	1m.75

et hauteur du 1er rang des tubes au dessus de la grille $= 0.3\,l$;

donc	0m.38.	0m.65.	0m75 ,

$$L = \frac{l(0.0345\,l + 0.138\,d)}{d},$$

	1°			2°			3°		
d	m. 0.05	m. 0.045	m. 0 04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
L	m. 0.98	m. 1.08	m. 1.20	m. 1.35	m. 1.49	m. 1.64	m. 1.78	m. 1.95	m. 2.16

Surface de chauffe directe.

$$l(3.3\,L + 2.3\,l).$$

	1°			2°			3°		
d	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
	m. q. 6.32	m. q. 6.70	m. q. 7.10	m. q. 9.70	m. q. 10.30	m. q. 10.90	m. q. 14.	m. q. 14.80	m. q. 15.80

Surface de la grille.

$$S' = L \times l.$$

	1°			2°			3°		
d	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
S′	m. q. 1.08	m. q. 1.19	m. q. 1.31	m. q. 1.75	m. q. 1.93	m. q. 2.13	m. q. 2.67	m. q. 2.92	m. q. 3.24

Surface de chauffe réduite.

= surface de la caisse à feu, plus $\frac{1}{4}$ surface des tubes.
= 20 fois surface de la grille.

	1°			2°			3°		
d	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
	m. q. 21.72	m. q. 23.70	m. q. 26.15	m. q. 34.7	m. q. 38.3	m. q. 42.6	m. q. 52.7	m. q. 57.8	m. q. 64.8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 6. *Cheminée.*

Nous obtiendrons le diamètre de la cheminée par la formule :

$$\delta = \frac{2.78\,D^2}{\sqrt{l+L}}.$$

	1°			2°			3°		
d =	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0 05	m. 0.045	m. 0.04	m. 0.05	m. 0.045	m. 0.04
D									
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
0.25	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.105	0.10
0.30	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
0.35	0 32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0 25	0.24
0.40	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35	0.39	0.31	0.29	0.27
0.45	»	»	»	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37
0·50	»	»	»	0.56	0.53	0.50	0.47	0.44	0.41
0.55	»	»	»	»	»	»	0.64	0.61	0.58
0.60	»	»	»	»	»	»	0.71	0.67	0.62

Ces dimensions sont loin d'être rigoureuses; elles ne peuvent qu'indiquer des essais à faire.

§ 7. *Pompes alimentaires.*

$$\delta' = 0,1\,D,$$

D	δ'	D	δ'
0m.25.	0m.025	0m.45.	0m.045
0 .50.	0 .050	0 .50.	0 .050
0 .35.	0 .035	0 .55.	0 .055
0 .40.	0 .040	0 .60.	0 .060

CHAPITRE IV.

Poids des machines, charges remorquées, vitesse des pistons et des machines, effet utile, consommation en eau et combustible pour les différents cas envisagés dans le chapitre précédent.

1° *Poids des machines.*

Le poids des machines est déterminé théoriquement par l'adhérence que doivent avoir les grandes roues sur les rails pour ne pas tourner; pratiquement par la quantité des matières qui entrent dans la confection d'une locomotive. Il est indispensable de déterminer le poids théorique, afin de savoir si le poids pratique sera suffisant pour produire l'effet demandé.

Le frottement de glissement des grandes roues sur les rails doit être égal à la résistance opposée par le convoi remorqué. Afin de nous tenir toujours en dessus de cette limite, faisons le frottement des grandes roues égal à la résistance totale, c'est-à-dire à la puissance, nous aurons :

D'après MM. Flachat et Pétiet, la charge sur les grandes roues est 0.45 du poids total de la machine.

D'après M. Poncelet, le coefficient du frottement de glissement fer sur fer est 0.28.

Le frottement de glissement des grandes roues sur les rails, sera :

$$0.28 \times 0.45\,P = 0.126\,P,$$

$$0.126\,P \times \pi R = 2r \times 2 \times 0,785\,D^2 \times 31^m. \times 1000.$$

La puissance et la résistance multipliées par les chemins parcourus par chacune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'elles dans des temps égaux, sont égales entre elles, pour machines sans détente. La même chose a lieu pour machines à détente, parce que la pression au commencement de la course est la même.

On tire de cette équation :

$$P = \frac{D^2 r \times 31000}{0.126\,R}$$

$$\frac{r}{R} = 0.2618 \qquad \text{donc :} \qquad P = 64000\,D^2,$$

ce qui donne pour les diamètres de pistons considérés :

	D	P
N° 1.	0.25.	4,000 kil.
N° 2.	0.30.	5,770
N° 3.	0.35.	7,850
N° 4.	0.40.	10,300
N° 5.	0.45.	13,000
N° 6.	0.50.	16,000
N° 7.	0.55.	19,400
N° 8.	0.60.	23,000

Si l'on s'en rapporte à ce qui existe généralement, ces poids théoriques sont au-dessous des poids pratiques des machines d'au moins moitié pour les diamètres 0m.25 et 0m.30 et une largeur de voie 1m.50. Nous ignorons complétement quels pourront être les poids des machines pour des largeurs de voie 1m.75 et 2m, mais nous pourrons, par induction, les donner approximativement, ceux pour largeur de voie 1m.50 étant parfaitement connus.

Nous avons admis pour toutes nos machines que les dimensions générales resteraient constantes pour chaque largeur de voie, que les diamètres des tubes seuls et des cylindres changeraient.

D'après cela, adoptons pour poids des machines dont les cylindres ont 0m.25 de diamètre, les nombres suivants :

Largeur de voie. . . .	1m.50	1m.75	2m.
Poids P.	12000. . . .	18000. . . .	24000.

et supposons que le changement des cylindres amène une augmentation de poids de 1,000 kil. par diamètre, nous aurons :

Diamètres des cylindres.	Poids des machines.		
	1°	2°	2°
0m.25. . . .	12,000k. . . .	18,000k. . . .	24,000k
0 .30. . . .	13,000	19,000	25,000
0 .35. . . .	14,000	20,000	26,000
0 .40. . . .	15,000	21,000	27,000
0 .45. . . .	»	22,000	28,000
0 .50. . . .	»	23,000	29,000
0 .55. . . .	»	»	30,000
0 .60. . . .	»	»	31,000

2° *Charges remorquées.*

Les charges remorquées sont données par les formules (10) et (11) du premier chapitre, qui sont :

1° A détente : $$Q = \frac{rD^2}{R}\,2600000 - 1.21P;$$

2° Sans détente : $$Q = \frac{rD^2}{R}\,5630000 - 1.21P,$$

Supposant le rapport $\frac{r}{R}$ constant et égal à 0.2618, on aura :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *A détente.*

$$Q = 680000\,D^2 - 1.21\,P,$$

D	1°	2°	3°
m.	k.	k.	k.
0.25	28000	20700	13500
0.30	45400	38200	31000
0.35	66400	59200	51900
0.40	90800	83500	76300
0.45	»	111400	104000
0.50	»	142200	135000
0.55	»	»	169800
0.60	»	»	207500

2° *Sans détente.*

$$Q = 1470000\,D^2 - 1.21\,P.$$

D	1°	3°	2°
m.	k.	k.	k.
0.25	77500	70200	63000
0.30	116200	109000	101800
0.35	163000	155800	148500
0.40	216800	209500	202300
0.45	»	271400	264000
0.50	»	339200	332000
0.55	»	»	408800
0.60	»	»	492500

3° *Vitesses.*

Les vitesses des pistons sont données par les formules (10) et (11) du chapitre premier, qui sont :

1° A détente : $v = 0.0306\,\frac{n}{D^2}$;

2° Sans détente : $v = 0.00765\,\frac{n}{D^2}$,

n est variable suivant le diamètre des tubes et la largeur de la voie, on aura :

1° *A détente.*

Diamètres des pistons.	1°			2°			3°		
	n. 21.72	n. 23.70	n. 26.15	n. 34.70	n. 38.30	n. 42.6	n. 52.70	n. 57.8	n. 64.8
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
0.25	10.50	11.50	12.70	16.8	18.60	20.80	25.70	28. »	31.50
0.30	7.40	8. »	8.90	11.80	13. »	14.50	17.90	19.60	22. »
0.35	5.45	5.95	6.60	8.75	9.60	10.70	13.30	14.50	16.30
0.40	4.20	4.56	5.05	6.70	7.40	8.20	10.20	11.20	12.50
0.45	»	»	»	5.25	5 80	6.50	8. »	8.75	9.80
0.50	»	»	»	4.25	4.70	5.25	6.45	7.10	7.95
0.55	»	»	»	»	»	»	5.38	5.90	6.60
0.60	»	»	»	»	»	»	4.48	4.90	5 50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Sans détente.*

Diamètres des pistons.	1°			2°			3°		
	n. 21.72	n. 23.70	n. 26.15	n. 34.7	n. 38.3	n. 42.6	n. 52.7	n. 57.8	n. 64.8
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m
0.25	2.62	2.87	3.17	4.20	4.65	5.20	6.40	7. »	7.85
0.30	1.85	2. »	2.22	2.95	3.25	3.62	4.48	4.90	5.50
0.35	1.36	1.49	1.65	2.19	2.40	2 68	3.32	3.62	4 07
0.40	1.05	1.14	1.26	1.68	1.85	2.05	2.55	2.80	3.13
0.45	»	»	»	1.31	1.45	1.62	2. »	2.18	2.45
0.50	»	»	»	1.06	1.17	1.31	1.61	1.78	1.99
0.55	»	»	»	»	»	»	1.34	1.48	1.65
0.60	»	»	»	»	»	»	1.12	1.22	1.37

Les vitesses des machines sur la voie par seconde, s'obtiendront en multipliant les vitesses des pistons par 6, et par heure par $6 \times 3600 = 21600$.

Les vitesses sur la voie varient entre 8 et 25 lieues à l'heure, c'est-à-dire 32 et 100 kilom.; si nous considérons quelques-unes de ces vitesses, nous aurons :

Pour vitesse de la machine sur la voie à l'heure.	Vitesse correspondante des pistons par seconde.
8 lieues = 32 kilomètres.	1m.48
10 . . . . . 40.	1 .85
12 . . . . . 48.	2 .22
15 . . . . . 60.	2 .77
20 . . . . . 80.	3 .70
25 . . . . . 100.	4 .60

4° *Force des locomotives en chevaux.*

Pour nous, la force d'une locomotive sera égale au $\frac{1}{200}$ du poids remorqué multiplié par la vitesse sur la voie.

Le travail dépensé sera constant pour une même largeur de voie et un même diamètre de tubes ; nous aurons donc neuf forces théoriques différentes. La force pratique ne variera que par suite des variations de P ; et comme P varie pour chaque diamètre de piston et chaque largeur de voie, nous aurons :

$$\begin{aligned} 1°\ & 4 \times 3 = 12 \\ & 6 \times 3 = 18 \\ & 8 \times 3 = 24 \end{aligned}$$

TOTAL . . . . . 54 forces pratiques.

Les forces théoriques des locomotives seront, d'après les formules (6) et (7) premier chapitre :

1°A détente : $V h \log. 4 \times 2.3026 \times 1000$,

expression dans laquelle $V = 0.477 \frac{n \times 90}{3600}$

$h = 41^{m}.28$,

Ce qui donne $0\,477 \frac{90}{3600} 41.28 \times 1.385 \times 1000 \times n$,

et toute réduction faite : $680\,n$.

2° Sans détente : $n \frac{90}{3600} \times 0.477 \times 1000 \times 31$,

et toute réduction faite : $570\,n$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	1°			2°			3°		
Valeurs de n.	21.72	23.70	26.15	34.70	38.30	42.6	52.70	57.8	64.8
Travail produit par "	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.	kilogra-mètres.
à détente	14800	16100	17800	23600	26000	29000	35800	39200	44000
Sans détente	8000	8800	9700	12800	14200	15800	19500	21400	23800

Les forces en chevaux correspondantes s'obtiendront en divisant ces nombres par 75 :

	1°			2°			3°		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
A détente.	ch. 198	ch. 215	ch. 238	ch. 315	ch. 346	ch. 386	ch. 478	ch. 522	ch. 586
Sans détente.	106	118	129	170	190	210	260	285	318

Les forces pratiques s'obtiendront en remplaçant dans l'expression :

$$\frac{Q \times 0{,}0055\, v \times 6}{75} = 0{,}00044\, Q\, v,$$

Q et v par leurs différentes valeurs, ce qui donnera :

1° *A détente.*

Diamètres des pistons.	1°			2°			3°		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
m.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.
0,25	129	142	156	153	169	189	154	167	188
0,30	148	160	178	198	220	244	243	266	300
0,35	160	174	193	228	250	280	304	330	372
0,40	168	183	202	246	272	300	340	371	415
0,45	»	»	»	257	284	318	365	400	447
0,50	»	»	»	266	295	329	384	421	472
0,55	»	»	»	»	»	»	400	430	492
0,60	»	»	»	»	»	»	408	446	500

2° *Sans détente.*

Diamètres des pistons.	1°			2°			3°		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
m.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.
0,25	86	98	108	130	144	161	177	194	217
0,30	95	102	114	141	156	174	200	220	246
0,35	98	107	118	150	164	184	217	237	266
0,40	100	108	120	154	170	188	226	250	278
0,45	»	»	»	156	173	193	232	253	284
0,50	»	»	»	158	175	197	235	260	290
0,55	»	»	»	»	»	»	240	264	296
0,60	»	»	»	»	»	»	243	265	297

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De ces deux tableaux nous concluons que l'effet utile est d'autant plus grand que la vitesse de la machine est plus faible, ou le diamètre du cylindre plus grand. Cela s'explique facilement en remarquant que pour une vitesse donnée il faut d'abord prélever le travail absorbé par les frottements de la machine du travail dépensé, pour avoir l'effet utile. Or le travail absorbé par les frottements est un poids constant multiplié par une vitesse variable. Plus la vitesse sera grande, plus ce travail sera grand, plus par conséquent l'effet utile sera petit. C'est encore un motif pour ne pas exprimer la force des locomotives en chevaux.

On peut désirer savoir quelle sera la vitesse de la machine marchant seule. Dans ce cas on aura : $Q = o$, mais alors la pression sur les pistons ne sera pas déterminée à l'avance, car il n'y aurait plus de variable dans l'équation :

à détente : $$PK'' \frac{\varpi R}{2r} v = 1000\, V h \left(1 + \log. \frac{v}{z}\, 2.3026 - \frac{v}{z} \frac{10.32}{h} \right),$$

sans détente : $$PK'' \frac{\varpi R}{2r} v = V h \left(1 - \frac{10.32}{h} \right) 1000.$$

En supposant pour la machine à détente qu'on a toujours $v : z :: h : 10.32\, r$.

Suivant les différentes valeurs que l'on donnera à P dans ces équations, valeurs déterminées pour chaque machine, on aura des valeurs correspondantes pour h, v, z et V.

On peut aussi supposer, pour la machine à détente, que l'on conserve la pression $h = 41.28$ et demander à quel point il faudra détendre.

Nous ne ferons pas tous ces calculs qui sont inutiles, nous indiquerons seulement les moyens d'y parvenir en préparant la formule à l'avance :

1° *A détente.*

1° h inconnu et $v : z :: h : 10.32$,

on a : $$PK'' \frac{\varpi R}{2r} v = 1000\, V h \left(1 + \log. \frac{v}{z}\, 2.3026 - \frac{v}{z} \frac{10.32}{h} \right)$$

$$V = 2 \times 0.785\, D^2 \times z, \text{ or } v = \frac{zh}{10.32},$$

$$PK'' \frac{\varpi R}{2r} \frac{zh}{10.32} = 2 \times 0.785\, D^2 zh \left(1 + \log. \frac{h}{10.32}\, 2.3026 - 1 \right) 1000,$$

simplifiant :

$$PK'' \frac{\varpi R}{2r \times 10.32} = 2 \times 0.785\, D^2 \log. \frac{h}{10.32} 2.3026 \times 1000.$$

Équation dont la seule inconnue est $\log. \frac{h}{10.32}$. On résoudra par rapport à ce terme ; connaissant $\log. \frac{h}{10.32}$, on aura $\frac{h}{10.32}$ et h, d'où V par la formule $V = \frac{np}{3600} \times x$, x étant le volume de 1 kil. de vapeur à la pression h ; connaissant V, on aura z par la formule.

$$z = \frac{V}{2 \times 0.785\, D^2} \quad \text{et } v \text{ par celle} \quad v = z \frac{h}{10.32},$$

2° $h = 41^m.28$, V connu, v et z inconnus :

$$PK'' \frac{\varpi R}{2r} v = V h \left(1 + \log. \frac{v}{z}\, 2.3026 - \frac{v}{z} \frac{10.32}{h} \right) \times 1000,$$

v se trouvant dans les deux membres, faisons $v = m\, z$, nous aurons :

$$PK'' \frac{\varpi R}{2r} z = 1000 \frac{V h}{m} \left(1 + \log. m\, 2.306 - m \frac{10.32}{h} \right),$$

nous avons en outre :

$$V = 2 \times 0.785\, D^2 \times z,$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'où $$z = \frac{V}{2 \times 0.785\, D^2},$$

Remplaçant z par cette valeur dans l'équation ci-dessus, il ne restera plus qu'une inconnue m que l'on déterminera en tâtonnant, c'est-à-dire en lui donnant toutes les valeurs au dessus de 4, car nous savons que pour $m = 4$ la machine peut remorquer plus que son poids P. Connaissant m on aura V.

2° *Sans détente.*

$$PK'' \frac{\varpi R}{2r} V = 1000\, V h \left(1 - \frac{10.32}{h}\right) = 1000\, V (h - 10.32) \quad v = \frac{V}{2 \times 0.785\, D^2},$$

donc : $$PK'' \frac{\varpi R}{2r} \frac{V}{2 \times 0.785 D^2} = V(h - 10\,32)1000,$$

d'où $$PK'' \frac{R}{rD^2} = (h - 10^m.32)\,1000,$$

d'où on tire : $$h = \left(PK'' \frac{R}{rD^2} + 10^m.32\right) 0{,}001.$$

Mise en marche de la machine.

Nous avons dit : La pression de la vapeur sur les pistons est égale à la somme des résistances rapportée à la tige des pistons, c'est-à-dire :

$$(QK(+K') + PK'') \frac{\varpi R}{2r} = 2 \times 0.785\, D^2 h \times 1000,$$

Il suit de là que le convoi étant en repos, si on ouvre le régulateur, la pression h s'établissant sur les pistons, il n'y aura pas de mouvement, car la puissance et la résistance sont égales. Comment produira-t-on le mouvement? Il y a 2 moyens; le 1er en fermant les soupapes de sûreté et élevant la pression dans la chaudière au-dessus de $h = 41^m.28$, pression que je suppose adoptée, cela afin d'obtenir une force accélératrice donnée par cet accroissement de pression sur les pistons; le 2e en décomposant la charge totale à remorquer en plusieurs, séparées les unes des autres par des chaînes non tendues, de manière que quand on ouvrira le régulateur, la résistance dans le premier moment n'étant qu'une fraction de la résistance totale, la pression sur les pistons jouera le rôle de force accélératrice et fera avancer la machine et la première partie du convoi d'une longueur égale à la chaîne. Une fois cette première partie en mouvement, elle continuera à avancer, si les frottements sont équilibrés. La machine alors réagira sur la 2e partie comme elle a réagi sur la 1re, seulement avec une force moindre, c'est-à-dire que la force accélératrice ira en diminuant à mesure que le nombre des parties du convoi en mouvement augmentera, et sera nulle quand le convoi tout entier sera en marche.

De ces 2 méthodes on adopte la 2e; elle est d'autant plus facile à appliquer que les convois se composent généralement d'une série de wagons à la file les uns des autres.

5° *Consommation en eau et combustible.*

Connaissant la surface de chauffe, nous aurons la consommation en eau en multipliant cette surface par 144 kil., et la consommation en vapeur seulement en la multipliant par 90, si on ne chauffe pas la vapeur, et 144, comme pour l'eau, en supposant toute l'eau convertie en vapeur par suite du chauffage de cette dernière.

Nous formerons ainsi le tableau suivant :

	1°			2°			3°		
Surfaces de chauffe par heure.	21.72	23.7	26.15	34.70	38.30	42.6	52.7	57.8	64.8
Consommation en eau.	k. 3150	k. 3420	k. 3770	k. 5000	k. 5500	k. 6150	k. 7600	k. 8300	k. 9400
Consommation en vapeur.	1960	2140	2360	3140	3450	3850	4750	5200	5850

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons trouvé, dans le chapitre premier, que 1 kil. de vapeur, pour 90 kil. par mètre quarré de surface de chauffe réduite, coûtait 757 unités de chaleur, et en supposant 144 kil. par mètre quarré, 630 unités de chaleur, ce qui donne une économie de $\frac{1}{12}$ dans la quantité de chaleur dépensée actuellement. Nous ajouterons que non-seulement il y aura économie dans le combustible, mais encore augmentation de vitesse et par conséquent de travail dans une même machine, dans le rapport de 144 à 90 ou 1.6 à 1, en dépensant bien entendu la quantité de combustible nécessaire à la production de ce surcroît de vapeur. Ainsi une machine de 100 chevaux, sans chauffe de la vapeur, pourra devenir de 160 en chauffant la vapeur de manière à ce qu'elle ne contienne plus d'eau.

Pour 90 kil. de vapeur par heure et par mètre quarré de chauffe réduite, les dépenses en combustible, dans le même temps, seront données, en supposant que, d'après MM. Flachat et Pétiet, on brûle 24 kilog. de coke par mètre quarré de chauffe réduite, ce qui fait $\frac{90}{24} = 3^{k}.75$ de vapeur par kil. de coke, ou $3.75 \times 757 = 2760$ unités de chaleur utilisée par kil. de coke, le reste passant à la cheminée.

Consommation en combustible par heure.

1°			2°			3°		
1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
k. 520	k. 570	k. 630	k. 839	k. 920	k. 1030	k. 1270	k. 1390	k. 1560

Si nous comparons cela aux forces théoriques en chevaux données précédemment, nous aurons :

1° *A détente.*

$\frac{520}{198} = 2^{k}.63$ par cheval théorique et par heure.

$\frac{570}{215} = 2\ .65.$

$\frac{630}{238} = 2\ .64.$

$\frac{839}{315} = 2\ .69.$

$\frac{920}{346} = 2\ .66.$

etc. . . . . En moyenne, $2^{k}.65$ coke par cheval théorique et par heure.

2° *Sans détente.*

$\frac{520}{106} = 4^{k}.90$

$\frac{570}{118} = 4\ .85$

$\frac{630}{129} = 4\ .89$

etc.

$\frac{839}{170} = 4^{k}.91$

$\frac{920}{190} = 4\ .85$

$\frac{1030}{210} = 4\ .90$

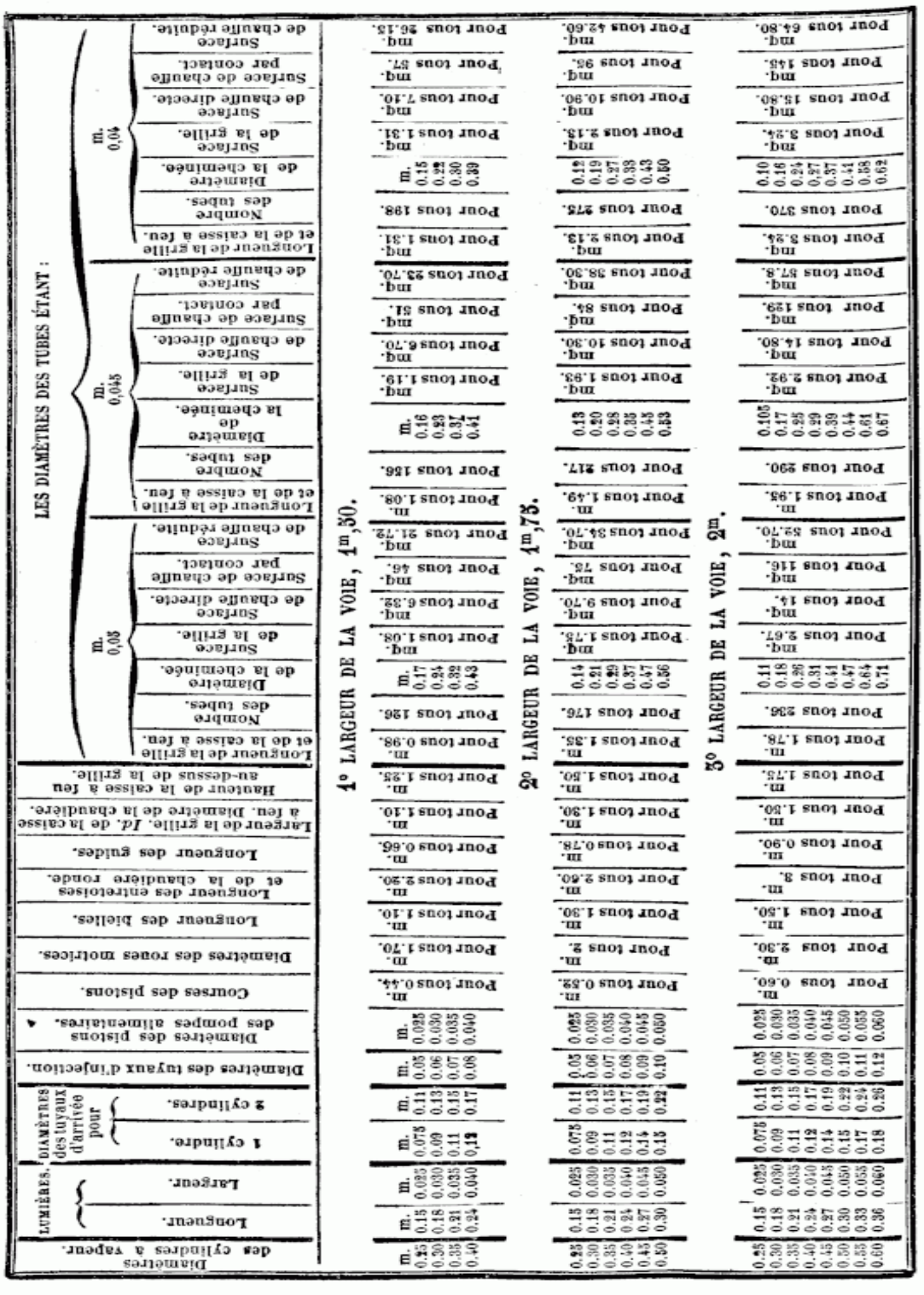
etc.

En moyenne $4^{k}.90$ coke par cheval théorique et par heure, c'est-à-dire 1.84 de la dépense à détente.

Réunissant tous les résultats que nous avons obtenus dans les deux chapitres précédents, nous formerons le tableau ci-contre :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DES LOCOMOTIVES, PAR C. E. JULLIEN, INGÉNIEUR CIVIL.



Diamètres des cylindres à vapeur.	LUMIÈRES. Longueur.	LUMIÈRES. Largeur.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 1 cylindre.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 2 cylindres.	Diamètres des tuyaux d'injection.	Diamètres des pistons des pompes alimentaires.	Courses des pistons.	Diamètres des roues motrices.	Longueur des bielles.	Longueur des entretoises et de la chaudière ronde.	Longueur des guides.	Largeur de la grille. *Id.* de la caisse à feu. Diamètre de la chaudière.	Hauteur de la caisse à feu au-dessus de la grille.	LES DIAMÈTRES DES TUBES ÉTANT : m. 0,05	m. 0,045	m. 0,04
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.			
0.25	0.15	0.025	0.075	0.11	0.05	0.025	Pour tous 0.44.	Pour tous 1.70.	Pour tous 1.10.	Pour tous 2.30.	Pour tous 0.66.	Pour tous 1.10.	Pour tous 1.35.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.
0.30	0.18	0.030	0.09	0.13	0.06	0.030								Nombre des tubes.	Nombre des tubes.	Nombre des tubes.
0.35	0.21	0.035	0.11	0.15	0.07	0.035								Pour tous 126.	Pour tous 126.	Pour tous 198.
0.40	0.24	0.040	0.12	0.17	0.08	0.040								m.	m.	m.
0.45	0.27	0.045	0.14	0.19	0.09	0.045								0.17	0.16	0.15
0.50	0.30	0.050	0.15	0.22	0.10	0.050								0.24	0.23	0.22
0.55	0.33	0.055	0.17	0.24	0.11	0.055								0.32	0.30	0.30
0.60	0.36	0.060	0.18	0.26	0.12	0.060								0.43	0.41	0.39
														Pour tous 46.	Pour tous 1.19.	Pour tous 1.31.
														Surface de chaudre par contact.	Pour tous 6.70.	Pour tous 57.
														Pour tous 6.52.	Surface de chaudre directe.	Surface de chaudre directe.
														Pour tous 1.08.	Pour tous 51.	Pour tous 7.10.
														Surface de la grille.	Surface de la grille.	Surface de la grille.
														Pour tous 1.08.	Pour tous 25.70.	Pour tous 1.31.
														Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.
														m.	m.	m.
														0.17	0.16	0.15
														0.24	0.23	0.22
														0.32	0.30	0.30
														0.43	0.41	0.39
														Pour tous 21.72.	Pour tous 1.08.	Pour tous 26.13.

1° LARGEUR DE LA VOIE, 1m,50.

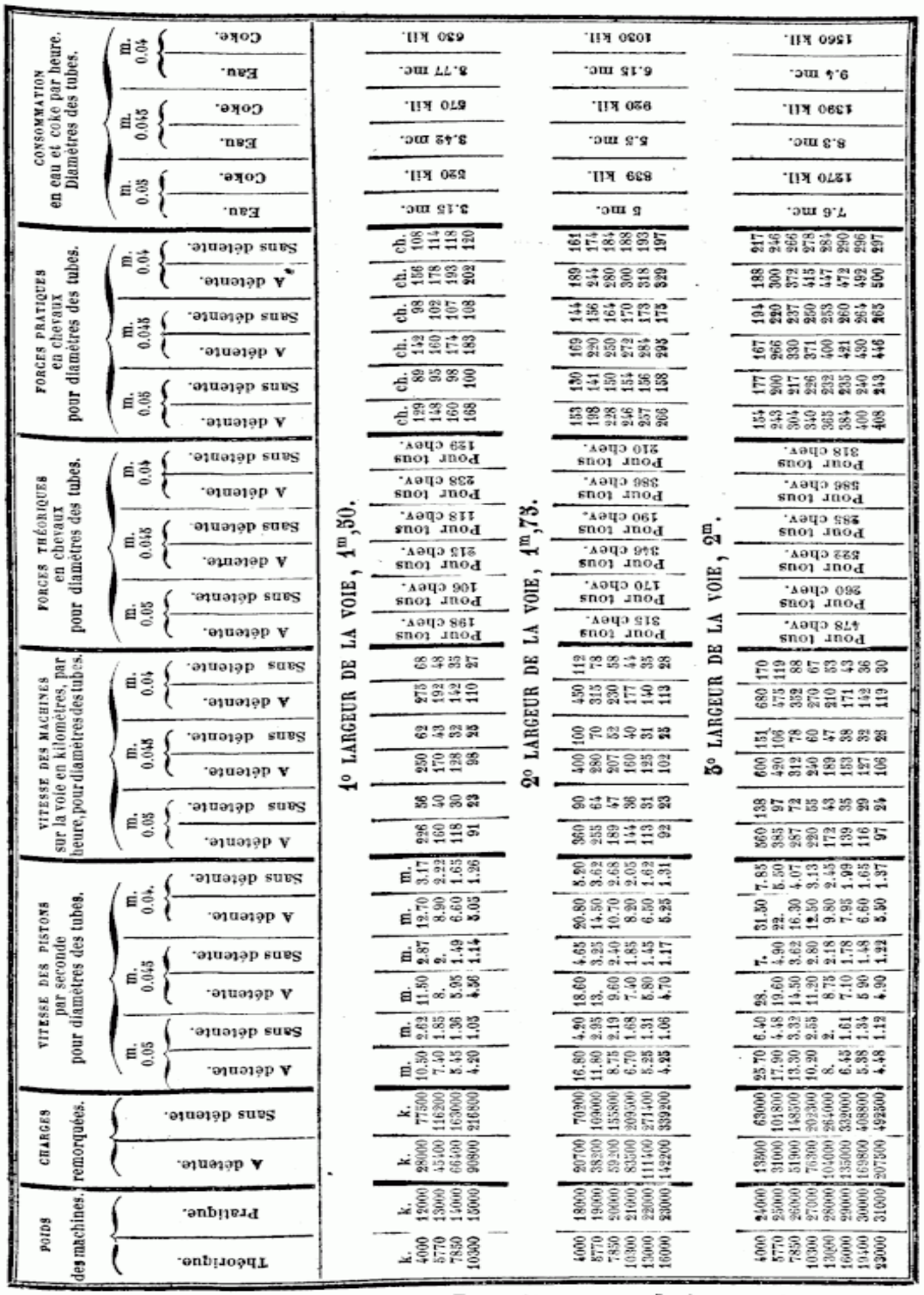
Diamètres des cylindres à vapeur.	LUMIÈRES. Longueur.	LUMIÈRES. Largeur.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 1 cylindre.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 2 cylindres.	Diamètres des tuyaux d'injection.	Diamètres des pistons des pompes alimentaires.	Courses des pistons.	Diamètres des roues motrices.	Longueur des bielles.	Longueur des entretoises et de la chaudière ronde.	Longueur des guides.	Largeur de la grille. *Id.* de la caisse à feu. Diamètre de la chaudière.	Hauteur de la caisse à feu au-dessus de la grille.	LES DIAMÈTRES DES TUBES ÉTANT : m. 0,05	m. 0,045	m. 0,04
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.			
0.25	0.15	0.025	0.075	0.11	0.05	0.025	Pour tous 0.52.	Pour tous 2.	Pour tous 1.30.	Pour tous 2.60.	Pour tous 0.78.	Pour tous 1.30.	Pour tous 1.50.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.
0.30	0.18	0.030	0.09	0.13	0.06	0.030								Nombre des tubes.	Nombre des tubes.	Nombre des tubes.
0.35	0.21	0.035	0.11	0.15	0.07	0.035								Pour tous 176.	Pour tous 176.	Pour tous 217.
0.40	0.24	0.040	0.12	0.17	0.08	0.040								m.	m.	m.
0.45	0.27	0.045	0.14	0.19	0.09	0.045								0.14	0.13	0.13
0.50	0.30	0.050	0.15	0.22	0.10	0.050								0.21	0.20	0.20
0.55	0.33	0.055	0.17	0.24	0.11	0.055								0.29	0.28	0.28
0.60	0.36	0.060	0.18	0.26	0.12	0.060								0.37	0.35	0.33
														0.47	0.45	0.43
														0.56	0.53	0.53
														Pour tous 1.75.	Pour tous 1.49.	Pour tous 1.93.
														Pour tous 9.70.	Pour tous 10.30.	Pour tous 14.80.
														Pour tous 78.	Pour tous 84.	Pour tous 129.
														Surface de la grille.	Surface de la grille.	Surface de la grille.
														Pour tous 34.70.	Pour tous 38.30.	Pour tous 57.8.
														Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.
														m.	m.	m.
														0.18	0.18	0.18
														0.26	0.25	0.25
														0.37	0.35	0.35
														0.47	0.45	0.43
														0.56	0.53	0.53
														Pour tous 1.75.	Pour tous 1.49.	Pour tous 1.93.

2° LARGEUR DE LA VOIE, 1m,75.

Diamètres des cylindres à vapeur.	LUMIÈRES. Longueur.	LUMIÈRES. Largeur.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 1 cylindre.	DIAMÈTRES des tuyaux d'arrivée pour 2 cylindres.	Diamètres des tuyaux d'injection.	Diamètres des pistons des pompes alimentaires.	Courses des pistons.	Diamètres des roues motrices.	Longueur des bielles.	Longueur des entretoises et de la chaudière ronde.	Longueur des guides.	Largeur de la grille. *Id.* de la caisse à feu. Diamètre de la chaudière.	Hauteur de la caisse à feu au-dessus de la grille.	LES DIAMÈTRES DES TUBES ÉTANT : m. 0,05	m. 0,045	m. 0,04
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.			
0.25	0.15	0.025	0.075	0.11	0.05	0.025	Pour tous 0.60.	Pour tous 2.30.	Pour tous 1.50.	Pour tous 3.	Pour tous 0.90.	Pour tous 1.50.	Pour tous 1.75.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.	Longueur de la grille et de la caisse à feu.
0.30	0.18	0.030	0.09	0.13	0.06	0.030								Nombre des tubes.	Nombre des tubes.	Nombre des tubes.
0.35	0.21	0.035	0.11	0.15	0.07	0.035								Pour tous 236.	Pour tous 290.	Pour tous 370.
0.40	0.24	0.040	0.12	0.17	0.08	0.040								m.	m.	m.
0.45	0.27	0.045	0.14	0.19	0.09	0.045								0.18	0.17	0.16
0.50	0.30	0.050	0.15	0.22	0.10	0.050								0.26	0.25	0.24
0.55	0.33	0.055	0.17	0.24	0.11	0.055								0.37	0.35	0.32
0.60	0.36	0.060	0.18	0.26	0.12	0.060								0.47	0.45	0.43
														0.64	0.61	0.58
														0.71	0.67	0.62
														Pour tous 1.78.	Pour tous 1.93.	Pour tous 2.92.
														Pour tous 52.70.	Pour tous 64.80.	Pour tous 14.80.
														Pour tous 116.	Pour tous 129.	Pour tous 57.8.
														Pour tous 14.	Pour tous 15.80.	Pour tous 3.24.
														Pour tous 2.67.	Pour tous 3.24.	Pour tous 5.24.
														Surface de la grille.	Surface de la grille.	Surface de la grille.
														Pour tous 236.	Pour tous 290.	Pour tous 370.
														Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.	Diamètre de la cheminée.
														m.	m.	m.
														0.11	0.10	0.10
														0.18	0.16	0.16
														0.26	0.24	0.24
														0.31	0.27	0.27
														0.41	0.37	0.37
														0.47	0.41	0.41
														0.64	0.58	0.58
														0.71	0.67	0.62
														Pour tous 1.78.	Pour tous 1.93.	Pour tous 2.92.

3° LARGEUR DE LA VOIE, 2m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Poids des machines.	Charges remorquées.	Vitesse des pistons par seconde pour diamètres des tubes.						Vitesse des machines sur la voie en kilomètres, par heure, pour diamètres des tubes.						Forces théoriques en chevaux pour diamètres des tubes.						Forces pratiques en chevaux pour diamètres des tubes.						Consommation en eau et coke par heure. Diamètres des tubes.					
		m. 0.05		m. 0.045		m. 0.04		m. 0.05		m. 0.045		m. 0.04		m. 0.05		m. 0.045		m. 0.04		m. 0.05		m. 0.045		m. 0.04		m. 0.05		m. 0.045		m. 0.04	
Théorique.	A détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	Eau.	Coke.	Eau.	Coke.	Eau.	Coke.
Pratique.	A détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.	A détente.	Sans détente.						
k.	k.	k.	k.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.	ch.						
1° LARGEUR DE LA VOIE, 1m,50.																										3.15 mc.	630 kil.	3.49 mc.	670 kil.	3.77 mc.	630 kil.
4000	18000	10.50	98000	11.80	2.87	19.70	3.17	296	58	250	62	275	68	129	148	89	95	142	160	98	100	144	156	98	108	154	177	167	188	217	
5770	19000	7.40	45400	8.	2.	8.90	2.92	160	40	170	43	192	48	160	168	160	174	183	193	107	108	178	193	114	118	243	266	266	300	246	266
7850	13000	5.45	66400	5.95	1.49	6.60	1.65	118	30	128	32	142	35	168	188	100	183	193	202	108	120	202	220	118	120	304	340	330	372	266	278
10300	14000	4.20	90800	4.56	1.14	5.05	1.26	91	23	98	25	110	27													340	385	371	415	278	284
13000	15000																									385	432	421	480	284	290
16000																										384	430	430	492	290	296
19400																										400	448	446	500	296	297
23000																										408	243	465	297		
2° LARGEUR DE LA VOIE, 1m,73.																										5 mc.	839 kil.	5.3 mc.	850 kil.	6.15 mc.	1030 kil.
4000	18000	16.80	20700	18.60	4.65	30.80	5.80	380	90	400	100	450	112	153	198	141	228	246	257	266	150	169	144	156	164	189	161	174	184	193	197
5770	19000	11.80	38300	13.	3.25	14.50	3.62	255	64	280	70	315	78	198	228	199	250	272	284	293	165	186	156	164	170	208	174	184	188	193	197
7850	20000	8.75	59300	9.60	2.40	10.70	2.68	189	47	207	52	232	58	228	250	250	272	284	293	295	175	164	170	173	175	208	184	188	193	197	
10300	21000	6.70	83500	7.40	1.85	8.20	2.05	144	36	160	40	177	44	246	272	284	293	295								229	197	193	197		
13000	22000	5.25	111400	5.80	1.45	6.50	1.62	113	31	125	31	140	35	257	284	293	295									240	208	197			
16000	23000	4.25	142200	4.70	1.17	5.25	1.31	92	23	102	25	113	28	266	293	295										243	213				
3° LARGEUR DE LA VOIE, 2m.																										7.6 mc.	1570 kil.	8.3 mc.	1390 kil.	9.4 mc.	1560 kil.
4000	24000	25.70	13800	6.40	28.	7.	31.50	7.85	360	138	600	151	680	170	154	177	167	188	217											
5770	25000	17.90	31000	4.48	19.60	4.90	22.	5.50	385	97	420	106	475	119	243	300	266	300	246											
7850	26000	13.30	51900	3.33	14.50	3.62	16.30	4.07	287	72	312	78	339	88	304	217	330	372	266											
10300	27000	10.30	70300	2.58	11.30	2.80	12.50	3.13	220	55	240	60	270	67	340	226	371	250	278											
13000	28000	8.	104000	2.	8.75	2.18	9.80	2.45	172	43	189	47	210	53	385	232	400	253	284											
16000	29000	6.45	135000	1.61	7.10	1.78	7.95	1.99	139	35	153	38	171	43	384	235	421	260	290											
19400	30000	5.35	169800	1.34	5.90	1.48	6.60	1.65	116	29	127	32	142	36	400	240	430	264	296											
23000	31000	4.48	207800	1.12	4.90	1.22	5.50	1.37	97	24	106	26	119	30	408	243	446	265	297											

La suite au prochain numéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique, accompagnés d'instructions pratiques sur la reproduction de pièces analogues.

Par M. J.-H. Ibbetson.

(Suite.)

6° *Notice sur le chariot géométrique.*

Cette notice a pour but de faire connaître au public, spécialement aux amateurs du tour et à tous ceux qui prennent plaisir à la description organique des courbes, les effets et le mécanisme de mon chariot géométrique.

Le mécanisme de ce chariot est essentiellement différent de celui de tout autre chariot, ou instrument de cette espèce qui, sous toute autre de forme, a été offert au public. Il ressemble cependant, en un point, à un instrument déjà connu, et je vais l'expliquer, voulant rendre aux autres ce qui leur appartient. Quand je travaillai pour la première fois à mon chariot, le *Manuel du tourneur* de M. Bergeron était un livre peu connu en Angleterre, et je n'en avais jamais entendu parler. Je l'achetai plus tard, et j'y trouvai la description d'un instrument appelé « *Machine épicycloïde*, » qui se vissait sur le nez de l'arbre du tour, et qui marchait par des roues et des pignons. Mais cet instrument diffère entièrement de mon chariot, comme on devait naturellement s'y attendre : ils sont mis en fonction sur un plan différent, et l'ajustement excentrique de mon chariot est *en ligne droite*, tandis qu'il est *circulaire* dans la machine épicycloïde. Dès que je vis le mode circulaire, je lui donnai la préférence sur celui que j'avais adopté, trouvant qu'il donnait, pour la construction et pour le travail, des facilités qui contre-balançaient celles qui résultaient du mouvement en ligne droite; je changeai donc mon chariot pour le faire profiter de cette bonne disposition. Depuis je suis revenu au mouvement en ligne droite; mais enfin je me suis décidé pour le mouvement circulaire, que je regarde en définitive comme le meilleur.

Les effets de ce chariot surpassent de beaucoup tous ceux de la *plume géométrique de Suardi*, ou paraissent avoir remplacé ce qui lui manquait. J'ai introduit dans le chariot plusieurs principes que Suardi n'indique sous aucun rapport dans son livre; et quelques-uns de ces principes sont d'une si heureuse nature, qu'ils défient l'art humain de produire, avec un autre chariot, des copies du travail de ce chariot.

Les effets de mon chariot ont été mis sous les yeux du public, de diverses manières, depuis 1817 jusqu'à ce jour. En 1820, je présentai un mémoire à la Société des arts, relativement aux moyens d'empêcher la contrefaçon des billets de banque. Ce mémoire contenait un grand nombre de gravures exécutées par mon chariot. Je constatai le fait du travail de l'instrument dans le genre le plus fini, avec toute la correction, l'exactitude, la symétrie et la beauté convenables, par d'autres modèles divers que je publiai, et par plusieurs dons, que je fis à mes amis, de son travail sur ivoire, sur bois, sur métaux, et même sur verre.

En août 1829, MM. Holzapffell et compagnie me prièrent de leur permettre d'ajouter mon chariot à leur catalogue d'appareils pour le tour, à l'usage des amateurs; j'entrai donc en arrangement avec eux pour la construction basée sur les principes mécaniques et les dispositions que j'avais arrêtées; je remis en même temps entre leurs mains trois livres d'échantillons, pour qu'eux et leurs habitués prissent connaissance de l'étendue des effets de mon chariot, en les engageant à les faire connaître. Les effets du chariot géométrique, tel qu'il est construit par MM. Holzapffell et compagnie, furent ainsi bien déterminés, et garantis pour tout le travail relaté dans les livres; car je voudrais que mes lecteurs fussent bien convaincus que je n'ai jamais communiqué ni le mécanisme ni les effets de mon chariot à aucun autre mécanicien ou ingénieur de profession.

Je range les effets du chariot géométrique en trois grandes divisions, et les trois livres que possèdent MM. Holzapffell et compagnie déterminent les courbes et les figures correspondantes à chacune de ces divisions.

La première partie du chariot géométrique est faite séparément, et forme elle-même un chariot; les modèles qui en résultent, à l'exception des spirales (fig. 109 à 112), sont rangés dans les effets de cette première partie.

La seconde partie peut être ajoutée à la première, et ces deux parties combinées possèdent la faculté de placer toutes les lignes et toutes les courbes qu'on peut obtenir de la première partie seulement, dans toute direction et excentricité possibles, en les combinant de toutes les manières.

La troisième partie consiste dans l'extension des facultés du chariot, et lui donne la propriété de *diviser l'ellipse*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'autres courbes en un nombre quelconque de parties égales; et ce principe de la division de l'ellipse en parties égales, sert de base aussi à la production de plusieurs courbes et figures très-curieuses.

Je vais maintenant entrer dans les détails de ces modèles, et les faire connaître au lecteur dans l'ordre des effets du chariot géométrique.

Premier effet.

Les fig. 113 à 116 (pl. T. V) proviennent du simple mouvement épicycloïde.

Fig. 113, les cercles sont le résultat de deux mouvements circulaires d'égale vitesse, en directions contraires, et ce resultat est assez curieux de sa nature.

Supposons autant de points fixes qu'il y a de cercles, et qui doivent être amenés en contact en même temps avec la surface mobile; en faisant tourner l'arbre du tour, tous les cercles seraient décrits simultanément.

Fig. 114, tous les cercles se coupent en différents points.

Fig. 115, tous les cercles se coupent en un même point.

Fig. 116, aucun de ces cercles ne se coupe, mais tous viennent en contact au même point, en forme de croissant. La courbe de M. Carré rentre dans ce mouvement épicycloïde et dans l'action du chariot; chaque ligne de la figure est la courbe même de M. Carré, telle qu'il l'a décrite dans les mémoires de l'Académie des sciences pour l'année 1705.

Second effet.

Le chariot géométrique offre, pour cet effet, un cercle complet, avec des moyens extensifs d'ajustage angulaire. Il décrit toute espèce d'ellipse, depuis la ligne droite jusqu'au cercle, et depuis le plus petit diamètre jusqu'au plus grand que le tour puisse permettre. Il place l'ellipse dans toute direction angulaire possible, et cela donne les moyens de former la ligne droite, qui procède du mouvement elliptique, pour chaque division et chaque nombre de rayons.

Les fig. 117 à 123 sont toutes des modèles de mouvement elliptique.

Fig. 117, les trois courbes du centre sont des ellipses parallèles. Les deux mouvements circulaires sont en sens inverse. Quand les mêmes mouvements sont dans la même direction, on obtient la figure des deux boucles en dedans; mais cette figure des deux boucles en dedans appartient plus spécialement au troisième effet.

La fig. 118 se compose d'ellipses parallèles, commençant par la ligne droite, et se croisant à *angles droits*; le chariot peut d'ailleurs les croiser sous tout autre angle.

La fig. 118 *bis* n'est qu'une série d'ellipses. Le même diamètre est le conjugué de quelques-unes, le transverse des autres, et de même longueur que la ligne droite du centre. Ce modèle commence par la ligne droite, et va jusqu'au cercle, puis du cercle à d'autres ellipses. Il comprend *une* ligne droite, *un* cercle parfait, et *toutes* les autres courbes, sauf les ellipses parfaites.

La fig. 119 consiste en un grand nombre d'ellipses du même diamètre transversal. Le diamètre conjugué s'accroît continuellement, tandis que le transverse reste le même, jusqu'à ce que, à la dernière courbe, les deux diamètres deviennent égaux. et forment par conséquent un cercle.

La fig. 120, pl. T. VI, est une série d'ellipses à partir de la ligne droite.

La fig. 121 est une série d'ellipses dont la grandeur s'accroît régulièrement.

La fig. 122 est une série d'ellipses se croisant en sections diverses. Elle peut se varier d'une foule de manières.

La fig. 123 est un modèle d'étoile produite par la ligne droite provenant du mouvement elliptique.

La figure d'une boucle en dehors ne rentre pas dans les limites de la combinaison du mouvement circulaire; c'est une curiosité, par rapport à l'effet des deux mouvements en *sens inverse* ou dans le *même sens*, et qui appartient au quatrième effet.

Du reste, les fig. 99 à 108 (pl. t. V), qui sont des exercices faits avec le chariot géométrique, contribueront encore à donner une idée plus nette de ce second effet de mon instrument.

Troisième effet.

Cet effet produit des figures avec deux boucles ou ganses internes. La fig. 124 appartient spécialement à cet effet. Les courbes sont susceptibles de combinaisons innombrables. Les trois exemples 124 à 126 indiquent simplement les principes dont ils proviennent.

Dans la fig. 124, les lignes sont distinctes les unes des autres, et se coupent toutes en différents points.

La fig. 125 se compose de lignes dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tinctes. Elles coïncident en deux points de la courbe, tandis qu'elles s'écartent dans les autres points.

Dans la fig. 126, des courbes se coupent en différents points, et dépendent de divers ajustages du chariot, et de la pointe à tracer par rapport aux fig. 124 et 125. Suardi classe toutes ces courbes tournées de deux ganses internes, dans le mouvement elliptique. Cela paraît convenable, car les vitesses des deux mouvements circulaires qui produisent les ellipses sont comme *deux* est à *un* en sens *inverse*, et comme *deux* est à *un* dans le *même* sens, pour les figures de deux ganses en dedans. Par exemple, supposons deux anneaux de métal dont le bord intérieur de l'un et le bord extérieur de l'autre soient de même diamètre, et dont chacun se divise en 96 dents. Supposons un autre cercle de métal, juste de diamètre moitié, et divisé en 48 dents à son bord extérieur. Si la roue de 48 dents tourne en rond en dehors de l'une des grandes roues, et en dedans de l'autre, elle tournera toujours, dans les deux cas, deux fois sur son axe pendant qu'elle achèvera le circuit des 96 dents de chaque grande roue. Une pointe fixe, attachée par un bout à la roue de 48 dents, de manière qu'elle s'étende au delà des dents, décrira une ellipse dans l'un des cas, et, dans l'autre, les courbes à deux ganses internes. La figure à deux *ganses internes* ne rentre pas dans la combinaison du mouvement circulaire. C'est une curiosité qui se rapporte à l'effet occasionné par les mouvements en sens inverse ou dans le même sens, comme on le verra dans l'exemple suivant.

Quatrième effet.

Cet effet comprend les triangles et les figures de trois ganses internes et de trois ganses externes. C'est un fait digne de remarque que, dans les figures de trois ganses et au delà, la seule altération qui résulte du mouvement circulaire dans le même sens ou en sens inverse, c'est que les ganses sont tournées en dedans ou en dehors. Supposons qu'au lieu de la roue de 48 dents dont nous venons de parler, on applique une roue de 32 dents, de la même manière par rapport aux deux grandes roues, le nombre de ganses sera de trois, parce que la roue de 32 dents tournera trois fois en faisant le tour de chaque grande roue; dans l'un des cas, les ganses seront internes, et dans l'autre elles seront externes.

La fig. 127 est une combinaison de ganses internes et externes.

Dans la fig. 128 les mouvements circulaires sont en sens inverse, produisant des triangles, etc.

La fig. 129 est du même genre que la précédente; mais elle comprend quatre ajustages différents du chariot.

La fig. 130 est un arrangement de trois ganses externes donné par l'ajustage du chariot.

La fig. 131 se compose de trois ganses différentes externes.

La fig. 132 est une série de trois ganses externes, produite par un arrangement particulier du chariot.

La fig. 133 est une combinaison de trois arrangements distincts, de trois ganses externes.

La fig. 134 est une combinaison de trois ganses internes produite par un ajustage du chariot.

Cinquième effet.

Cet effet comprend des carrés et des figures à quatre ganses internes et externes. Si au lieu de roues de 48 et de 32 dents dont nous avons parlé dans les deux effets précédents, on emploie une roue de 24 dents en combinaison avec une des grandes roues, on aura quatre ganses externes et quatre ganses internes avec l'autre grande roue.

La fig. 135 est une combinaison de quatre ganses externes et de quatre ganses internes.

La fig. 136 est une combinaison de plusieurs figures à quatre ganses.

La fig. 137 est un modèle de carrés produit pour la combinaison de mouvements qui donne quatre ganses externes. Le centre de la figure est une série de quatre ganses externes.

La fig. 138 est une série de figures à quatre ganses externes, diminuant graduellement à partir du bord extérieur de la figure.

Sixième effet.

Cet effet du chariot produit des figures gansées et festonnées; ainsi que toute combinaison de travail épicycloïde depuis 6 ganses jusqu'à 156 ganses dans le même cercle. On peut obtenir tous les nombres pairs entre 6 et 156, mais rien que des nombres pairs.

Le centre de la fig. 139 se compose de cercles concentriques; puis viennent des séries de séries ganses internes; en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fin des séries de seize ganses externes forment la bordure.

Septième effet.

Le chariot dans cet effet est complétement excentrique avec un ajustage circulaire excentrique qui s'étend jusqu'à 96 divisions ; tout le travail qu'on peut exécuter avec cet excentrique est très-fini.

Fig. 140. Les coquilles externes sont l'ouvrage de l'excentrique. Le cercle est une étoile produite par le mouvement elliptique que donne la ligne droite.

La fig. 141 est de toutes parts un ouvrage circulaire excentrique.

Huitième effet.

Cet effet du chariot géométrique offre la combinaison de tout ce qu'il peut exécuter, dans tout arrangement qu'il peut plaire à l'amateur d'obtenir.

La fig. 142 a dans son centre une étoile produite par le mouvement elliptique de la ligne droite ; puis vient une série de ganses internes et externes ; enfin d'autres séries de ganses épicycloïdes externes.

La fig. 143 est un mélange de travail excentrique épicycloïde. Le centre et son entourage appartiennent au travail excentrique. Puis viennent des ganses épicyloïdes externes ; une combinaison de ganses internes et externes entremêlées ; puis une série de cercles obtenus par l'ajustage excentrique du chariot ; enfin les deux bordures extérieures se composent de ganses épicycloïdes externes.

Ces modèles doivent convaincre l'amateur du tour de la grande étendue des effets du chariot géométrique, et je serai satisfait si chacun des tourneurs à qui ces modèles plairont convient avec moi que *l'instrument qui les produit est digne de l'attention du public.* Le chariot géométrique accomplit son travail avec la plus grande précision, la correction la plus minutieuse produisant les lignes les plus fines dans un parallélisme parfait, et d'un autre côté, pouvant les creuser et les découper avec une netteté parfaite, aussi profondément qu'on le désire ; on n'a d'ailleurs besoin pour ce travail que du tour ordinaire auquel s'ajuste le chariot.

Au moyen d'une faible charpente en bois pour recevoir la tête du tour, qui repose sur une table, l'arbre peut être placé verticalement et le chariot travailler horizontalement, au moyen d'une manivelle communiquant à la main le mouvement au chariot ; dans cet arrangement le chariot géométrique devient un appareil capable de donner toutes les facultés pour tracer des courbes sur des plaques d'acier et de cuivre par le procédé de la gravure ; de cette manière il peut servir à ceux qui ne savent pas tourner ou à ceux qui veulent graver par le moyen du tour.

Avant de terminer je ferai observer que le chariot géométrique ni aucune des parties du mécanisme qui le compose n'ont été employés à l'exécution du spirale, fig. 109, 110 et 111 et 112, Pl. T. V, ce travail dépendant d'une combinaison de mouvement qu'on ne peut assigner à ce chariot, ni à aucun autre chariot attaché et qui tourne sur l'arbre du tour. Les autres modèles sont tous faits comme je l'ai expliqué pour les effets de la *première partie* du chariot.

Je publierai plus tard la collection de modèles de la seconde et de la troisième partie du chariot géométrique.

Du caoutchouc appliqué dans la bonneterie.

Parmi les applications qui ont été faites du caoutchouc dans la bonneterie, on remarque principalement celle qui a pour but de garnir d'une ceinture élastique tous les produits de cet art, tels que bas, gants, jupons de femmes, caleçons, bonnets de coton, etc., qui doivent ainsi rester intimement adhérents sur les parties du corps où on les applique sans le secours de ces liens toujours incommodes et qui ont d'ailleurs quelques inconvénients pour la santé des individus.

La manière de garnir ainsi l'entrée ou l'ouverture des bas, des gants, des caleçons, des jupes de femmes, des bonnets, etc., avec un bandeau élastique qui les maintient à leur place, paraît bien simple ; cependant elle a donné lieu à l'invention de divers procédés que nous croyons utile de rappeler en peu de mots, mais qui ne paraissent pas avoir complétement atteint le but.

D'abord les uns ont pris des bandes de caoutchouc et les ont introduites entre les deux surfaces du tissu ou du tricot rabattu à cet effet. Ce mode a présenté des inconvénients et des difficultés, ainsi qu'il est aisé de le concevoir.

En effet, si au moment ou l'on renfermait la bande de caoutchouc dans le tissu rabattu, cette bande était à l'état naturel, il s'ensuivait qu'elle n'avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus ensuite la force de ressort nécessaire pour serrer fortement la partie qu'elle devait embrasser; et d'un autre côté, si on l'étirait lors de son introduction, il arrivait qu'en revenant sur elle-même, elle faisait faire au gant ou au bas un grand nombre de plis peu agréables. On a bien cherché à éviter ces grimaces en rétrécissant l'entrée des bas ou des gants, mais il a toujours été difficile d'ajuster ainsi l'élasticité du tricot et celle de la gomme, et souvent même le rétrécissement, était devenu tel qu'il était impossible de chausser, mettre ou coiffer les articles sans les ouvrir au delà du terme de leur extension ou sans en rompre les mailles. Ce procédé est donc peu répandu s'il n'est même abandonné aujourd'hui.

Le second moyen qu'on a mis en usage a consisté à prendre des bandes du tissu élastique en gomme dont on fabrique actuellement les bretelles, et dont le mode de fabrication est bien connu, et à le coudre sur l'ouverture des objets de bonneterie ou à l'introduire entre les doubles du tricot rabattu. Ce moyen a présenté les mêmes inconvénients que le précédent, et n'a pas eu plus de succès.

Il faut remarquer en outre que ces bandes ou ces tissus ont besoin pour embrasser les jambes, les bras, la tête ou le corps, d'être rapprochés et cousus par leurs extrémités, et que dans ces points de jonction qui ne sont plus élastiques, il y a une prompte détérioration; le fil de soie, de lin ou de coton dont on se sert pour faire cette réunion coupant très-promptement la bande ou le tissu dans les tiraillements qu'on opère pour élargir les ouvertures au moment où on va revêtir les objets.

Le troisième moyen a consisté à former un tissu avec le fil de caoutchouc, c'est-à-dire à le tisser sur un métier comme le galon, et à en former des bandes qu'on découpe suivant la largeur voulue pour en former, après en avoir réuni les bouts, des espèces de jaretières ou de ceintures qu'on cousait sur le bord des bas, gants, caleçons, jupons, etc. Ce moyen, qui offre une partie des défauts des précédents, ne s'est pas beaucoup propagé, et nous ne nous rappelons même pas d'avoir vu des articles de bonneterie qui fussent établis d'après ce principe.

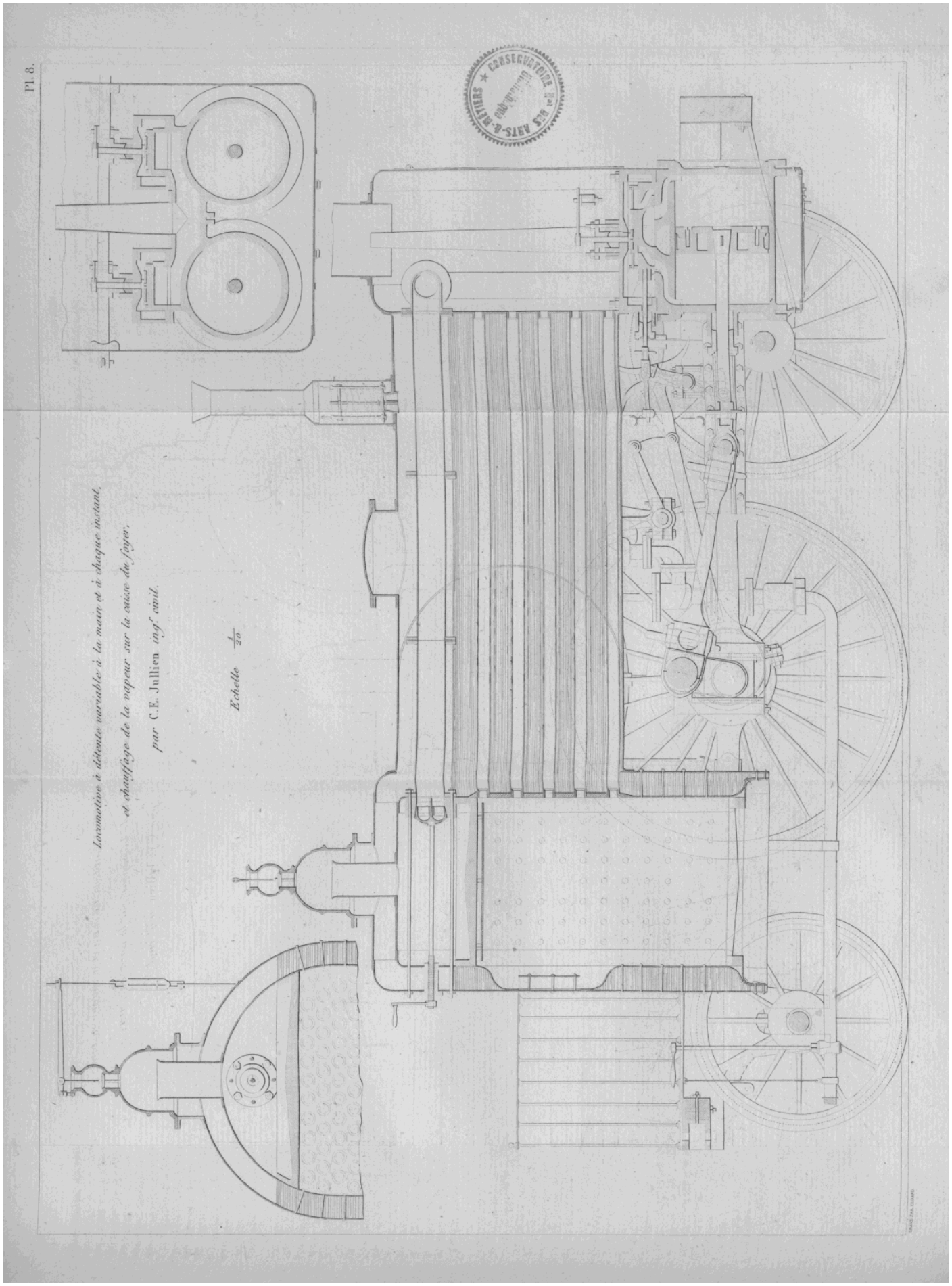
Un quatrième moyen qui a eu un peu plus de vogue et qui est encore appliqué, consiste, au moment où les objets sont sur le métier, à faufiler avec une longue aiguille d'acier des fils de caoutchouc dans toutes leurs mailles jusqu'à une certaine distance, afin d'y former des bandes élastiques et susceptibles d'embrasser fortement les parties du corps sur lesquelles on les applique. Ce moyen n'est pas mauvais, et il n'a contre lui que la longueur du procédé pour introduire ainsi le fil de gomme dans tous les intervalles du tricot.

Enfin nous venons de voir divers articles de bonneterie rapportés d'Angleterre, où l'on a employé tout récemment un cinquième moyen qui aurait peut-être dû se présenter un des premiers à l'esprit des inventeurs, et qui se réduit tout simplement à se servir du fil de caoutchouc comme du fil ordinaire, c'est-à-dire à en faire sur le métier à bas un tricot dans une certaine hauteur de bande qu'on détermine, et à continuer ensuite avec la laine ou le coton le travail comme à l'ordinaire, en passant dans la dernière maille du fil de gomme la première maille de ces matières textiles.

Dans ce procédé, on ne se sert pas du caoutchouc en fil étiré qu'on fait ensuite revenir sur lui-même par la chaleur, mais du fil revenu déjà à son état naturel et avec toute son élasticité. Ce fil dans certains produits est enveloppé comme à l'ordinaire d'un autre fil végétal ou animal en spirale et dans d'autres il est à nu.

Nous devons dire que ce dernier moyen nous a paru présenter de l'avantage sur les précédents sous le rapport de la pression égale et uniforme qu'il donne sur les parties du corps où les vêtements sont appliqués, et que le tricot de caoutchouc offre une facilité d'extension et d'élasticité vraiment extraordinaire. Nous craignons seulement que les fils de coton ou de laine ne coupent un peu trop promptement les mailles de caoutchouc dans lesquelles ils sont passés, ce qui serait un inconvénient auquel les fabricants devraient chercher à apporter remède.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Perfectionnement dans la fabrication du fer,

Par M. W. Gossage, chimiste manufacturier.

La méthode pour convertir la fonte en fer malléable, en mettant d'abord en fusion les fragments de gueuse dans un fourneau dit de finage, pour en séparer une portion considérable des terres et des impuretés que cette fonte contient, puis en la soumettant ensuite au puddlage, et enfin au cinglage de la loupe est assez connue pour qu'il ne soit pas nécessaire d'entrer à cet égard dans des détails.

Tous les maîtres de forges et d'usines savent aussi que, pendant qu'on cingle la loupe, il se sépare du fer métallique une quantité assez considérable de matières ferreuses noires qu'on appelle ordinairement des battitures, et qui sont du fer combiné à l'oxigène, et à peu près exempt de substances terreuses.

On sait enfin, qu'on a adopté un perfectionnement dans la méthode précédente, qui consiste à faire usage de ces battitures pour purifier la fonte et la convertir en fer malléable par l'opération du puddlage sans avoir recours à l'opération préalable du finage.

Dans l'application de ce nouveau procédé, on introduit des battitures avec de la fonte dans le fourneau à puddler, et on procède au puddlage d'après les principes bien connus. Pendant cette operation, il se manifeste un boursouflement remarquable, et les matières terreuses se transforment en scories qui se séparent du fer.

Le puddlage opéré, le fer qui a été obtenu est soumis au cinglage tout comme dans l'ancien procédé, et on obtient des scories noires, qu'on appelle également battitures, et qui consistent aussi en fer combiné avec l'oxigène, mais renfermant en outre une portion assez considérable de matières terreuses qui rendent ces battitures impropres à la purification du fer cru dans les fourneaux à puddler.

Le fabricant est donc obligé de continuer de soumettre le fer au finage, afin d'obtenir des battitures de qualité convenable pour purifier son fer cru dans le fourneau à puddler comme dans l'ancien procédé.

L'action des battitures employées dans le puddlage, consiste, à ce qu'il paraît, à fournir l'oxigène qui dégage le carbone contenu dans la fonte et à former de l'oxide de fer, qui en se combinant avec les matières terreuses de cette fonte donne la combinaison fusible qu'on nomme scories de puddlage, ou en anglais *cinder*.

Un des buts de mon invention consiste à fournir une matière économique propre à remplacer les battitures dans le puddlage du fer cru. Pour cela je fais usage du minerai de fer argileux (sidérose), extrêmement commun dans tous les districts houillers de l'Angleterre. Cette substance renferme de l'oxide de fer combiné à de l'acide carbonique, et en la grillant et la calcinant par les moyens ordinaires, je convertis le carbonate de fer qu'elle contient, en oxide de fer, ce qui permet déjà de réduire cette roche plus facilement en poudre; ensuite je la pulvérise, et je l'applique au fer cru traité au fourneau à puddler, ou mieux je la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mélange à de la chaux également en poudre, soit vive, soit carbonatée.

Les quantités de matières que j'emploie ordinairement pour 450 kilog. de fer cru, d'une qualité moyenne, sont 30 kilog. de sidérose calcinée, et 5 kilog. de chaux délitée. J'introduis ce mélange pulvérulent dans le four à puddler, en même temps que le fer cru, en fermant le registre du fourneau afin d'empêcher que cette poudre ne soit entraînée par le tirage de la cheminée; puis je dirige l'opération du puddlage exactement de la même manière que lorsqu'on se sert de battitures.

Comme la sidérose varie dans les proportions de matières terreuses et d'oxide de fer qu'elle renferme, il faut nécessairement aussi faire varier sa quantité pour purifier un poids donné de fer cru. J'ai trouvé que la proportion indiquée était la plus convenable, lorsque cette sidérose renfermait de 40 à 50 p. 0/0 d'oxide de fer, et lorsqu'on l'appliquait comme il a été dit à de la fonte de qualité moyenne.

La proportion de chaux nécessaire varie aussi suivant celle des matières terreuses contenues respectivement dans la fonte et dans la sidérose; mais comme les fabricants de fer n'ont pas ordinairement l'habitude de rechercher avec quelque soin la composition de leur fonte ou celle des autres matériaux qu'ils emploient, le mode le plus convenable sera de juger des proportions qui conviendront le mieux par la marche même des opérations.

Si l'ouvrier trouve que les scories produites ne sont pas suffisamment fluides et ne se séparent pas aisément du fer malléable, il augmentera la dose de la chaux employée; et si le boursoufflement qui a lieu lors du puddlage n'est pas suffisamment developpé, alors il accroîtra celle de la sidérose employée; mais il est bien entendu que ces additions ne concernent que les opérations ultérieures, et qu'il faut bien se garder, dans aucun cas, de faire varier les proportions des ingrédients mélangés après que l'opération du puddlage a commencé.

Les perfectionnements que je me suis encore proposés dans la fabrication du fer, consistent aussi dans la construction d'une sole plus durable pour les fourneaux à puddler. Dans les fourneaux employés jusqu'à ce jour, la sole consiste en une plaque de fonte protégée contre l'action du feu par des battitures et des scories. Au lieu de cette sole en fonte qui exige qu'on la protége, je fais usage d'une sole en *grit-stone* (1), qui possède la propriété de résister à l'action d'un feu violent. La pierre qu'on emploie souvent pour former le foyer des fourneaux de forges est très-propre à cet usage, et j'établis la sole de mes fours à puddler, soit avec un seul bloc de cette pierre, soit en plusieurs morceaux réunis par un ciment.

Je construis la sole d'une forme semblable à celle des fourneaux à puddler actuellement en usage, afin de pouvoir évacuer les scories, et j'ai soin de la creuser suffisamment pour empêcher celles-ci de venir en contact avec les parois du fourneau. Cette sole, je ne lui donne pas moins de 24 centimètres d'épaisseur dans toutes ses parties. Le reste du fourneau ne diffère en aucune manière de ceux dont on se sert aujourd'hui.

Les propriétés que doit posséder la matière dont on se sert pour établir la sole d'un fourneau à puddler sont la faculté de soutenir sans détérioration l'action du feu, un état compact et une dureté qui lui permet de résister parfaitement à l'action chimique des flux auxquels se trouve exposée cette sole dans ce genre de fourneaux, propriétés que, d'après mes expériences, j'ai reconnues exister dans le grit-stone employé aujourd'hui pour établir le foyer des fourneaux ou des forges dans beaucoup de localités en Angleterre.

Fabrication de l'acier fondu.

Par M. W. Vickers, manufacturier.

Le procédé de M. W. Vickers consiste à fabriquer de l'acier fondu de premier jet avec de la tournure ou limaille de fer forgé ou ductile, ou avec des débris de vieux fers, tels que clous, fers à cheval, fils de fer, etc., unis à de l'oxide de manganèse et à du charbon.

Pour fabriquer par ce procédé, on se sert des fours et des creusets ordinaires et des mêmes lingotières, seulement la température doit être portée à un degré un peu plus élevé, et au lieu de fondre dans les creusets de l'acier poule ordinaire, brisé en fragments dont on forme le lingot d'acier fondu, on les charge avec un mélange fait dans les proportions suivantes : limaille ou tournure de fer forgé, 100 kilog.; peroxide de man-

(1) Les Anglais donnent le nom de *grit-stone* ou *millstone-grit* à l'arkose miliaire, espèce de grès renfermant du feldspath, qu'on rencontre dans la partie inférieure des terrains houillers. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ganèse, 2 kilog. ; charbon de bois pulvérisé de la meilleure qualité, 3 kilog.

Au lieu de charbon de bois pulvérisé, on peut se servir de limaille ou tournure de fonte, cas dans lequel on charge dans les proportions de tournure de fer forgé, 100 kilog. ; peroxide de manganèse, 2,20 kil. ; tournure de fonte, 28 kilog.

Au reste, ces proportions dépendent dans les deux cas de la qualité des matières employées, seulement il est nécessaire de faire observer que, si on se sert de tournures ou de petites pièces de fer, il faut les réduire en copeaux aussi fins que possible par un moyen mécanique quelconque.

Expériences sur l'anthracite employé comme combustible dans les foyers des machines à vapeur.

Par M. J. Parkes et C. Manby.

La compagnie qui exploite en Angleterre les mines d'anthracite, ayant prié MM. J. Parkes et C. Manby de faire des expériences sur le pouvoir évaporant de ce combustible, nous allons donner dans son entier le rapport que ces savants et habiles praticiens ont fait à la société, le 20 janvier 1840, et dans lequel on remarque plusieurs faits importants.

« Suivant le désir que vous nous avez manifesté, nous n'avons pas cru devoir retarder nos expériences sur le pouvoir évaporant et les autres propriétés de l'anthracite, et les différer jusqu'à ce qu'on eût établi à terre une chaudière de plus grande dimension que celle dont on s'est servi à bord du bâtiment à vapeur appelé *l'Anthracite*. Nous avons donc procédé sans délai aux essais qui pouvaient nous éclairer sur la valeur calorifique de ce combustible en l'appliquant à la chaudière du steamer en question, et nous vous adressons les résultats fournis par les expériences et les observations de plusieurs jours de pratique

» D'abord, il est nécessaire de faire connaître que cette chaudière était naturellement disposée peu favorablement pour développer tout l'effet utile qu'on peut espérer obtenir d'un combustible quelconque, attendu que ses dimensions étaient beaucoup trop restreintes, et avaient été établies pour s'accommoder à la grandeur du bâtiment. Nos expériences sur les poids relatifs de l'eau convertie en vapeur avec des combustions plus ou moins vives, ont en conséquence été limitées par le faible tirage de la cheminée et par la construction tubulaire de la chaudière. Néanmoins nous avons obtenu des résultats satisfaisants sous plusieurs points de vue, et qui fourniront quelques données utiles pour établir sur de meilleures proportions le fourneau des chaudières, ainsi que sur le mode le plus avantageux de construction des générateurs des bâtiments à vapeur, où l'on voudra faire usage de ce combustible. Les expériences qui suivent suffiront pour faire ressortir le pouvoir calorifique de l'anthracite, et en même temps les défauts de la chaudière sur laquelle on a opéré.

NUMÉROS des EXPÉRIENCES.	COMBUSTIBLE brûlé par mètre carré de grille et par heure.	EAU A 100° évaporée PAR HEURE.	EAU A 100° évaporée par 1 kilogramme d'anthracite.
Expérience n° 1	75 kilog.	890 kilog.	6.50 kilog.
2	64	1015	8.25
3	16	378	12.27
4	14.80	393	13.48

» L'eau a été mesurée avec soin, au moyen d'un réservoir qui la jaugeait avant de la verser dans la chaudière, et on a noté chaque fois la température de cette eau d'alimentation, température qui a varié dans les différents jours de l'expérience, mais qui, par les calculs, a été ramenée au cas où cette eau d'alimentation aurait été à 100° C, ou au point d'ébullition. Cette précaution de ramener cette eau à une température uniforme nous a paru nécessaire pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comparer avec exactitude le travail fait par l'anthracite avec celui que fournissent des expériences faites sur des houilles bitumineuses et avec d'autres chaudières où l'eau d'alimentation a été constamment ramenée de même à la température fixe de 100°.

» Avant d'établir une comparaison entre nos expériences et celles qui ont eu lieu sur les houilles bitumineuses, nous ferons remarquer que la deuxième expérience est celle où la combustion et l'évaporation sont celles nécessaires pour faire marcher la machine du bâtiment. Un essai fait en mélangeant du coke fort de fonderie, provenant de la houille de Pontop, a donné les mêmes résultats, mais avec le désavantage commun à l'emploi du coke en général, quand on le fait brûler rapidement, savoir, de former en grande abondance des escarbilles sur la grille. Sous tous les autres rapports, ce coke s'est montré très-efficace; il a bien descendu avec l'anthracite dans les tuyaux d'alimentation de M. Player (1), et s'est étendu bien uniformément sur la grille.

» Après nous être assurés que cette chaudière était insuffisante dans ses dimensions pour absorber toute la chaleur du foyer, tandis que la machine était en fonction, nous avons cherché à obtenir par simple évaporation des résultats propres à démontrer le pouvoir carolifique réel de l'anthracite. Nous croyons avoir jusqu'à un certain point atteint ce but, par l'application d'un registre qui, en diminuant à volonté le courant d'air dans le foyer et le tuyau de la cheminée, a permis de conserver plus longtemps autour de la chaudière la chaleur produite. En comparant la première avec la quatrième expérience, on verra que plus de la moitié de la chaleur était générée en pure perte dans le premier cas, et qu'elle passait par les tubes de la chaudière sans produire aucun effet lorsque la cheminée était entièrement ouverte, tandis qu'il en a été tout autrement dans le second cas, où les deux tiers de la section du tuyau de la cheminée étaient fermés. Un coup d'œil sur le tableau précédent fait donc voir la perte énorme qui a lieu par une combustion rapide lorsque la chaudière est d'une trop faible longueur, et lorsque, comme dans le cas actuel, les tubes qui conduisent la chaleur de la caisse à feu dans la cheminée n'ont que 1 mètre de longueur, et que l'espace total parcouru par la chaleur ne s'élève pas au-dessus de 2 mètres.

» Par suite du séjour peu prolongé de la chaleur autour de la chaudière, dans la première et la seconde expérience, les produits de la combustion entraient dans la cheminée à une température capable de fondre le zinc. Un thermomètre à mercure, introduit de temps à autre dans la cheminée au-dessous du registre, n'est descendu qu'une seule fois à 252°; les produits qui s'échappaient ordinairement étaient au-dessus du point d'ébullition du mercure, même dans les expériences troisième et quatrième.

» En comparant la moyenne des expériences dans lesquelles le résultat est le plus élevé, avec celle des expériences où il l'est le moins, il en résulte qu'en augmentant la rapidité du tirage dans le rapport de 4.57 à 1, l'évaporation dans des temps égaux ne s'est accrue que dans le rapport de 2.50 à 1, tandis que le pouvoir évaporant de poids égaux de combustible a diminué dans le rapport de 1.74 à 1.

Des expériences faites sur les chaudières des machines du Cornouailles avec de la houille du pays de Galles, démontrent qu'avec une consommation semblable à celle de notre expérience n° 4, c'est-à-dire 14.80 kilog. par mètre carré de grille par heure, le produit de l'évaporation a été de 11.89 litres d'eau à 100° pour 1 kilog. de combustible. Par conséquent, pour une même consommation, l'anthracite surpasse la houille du pays de Galles dans le rapport de 13.48 à 11.89, ou de 13 pour 100. Mais les aires relatives des surfaces qui doivent absorber la chaleur, la durée du contact de cette chaleur sur ces surfaces et les conditions de rayonnement des parties extérieures dans les chaudières respectives, toutes circonstances qui, comme on sait, ont l'influence la plus matérielle sur la réalisation d'une évaporisation d'un grand produit, tout enfin est tellement en faveur des chaudières du Cornouailles quand on vient à les comparer avec celle du bâtiment *l'Anthracite*, qu'on est autorisé à en conclure que si nos expériences eussent été faites dans des circonstances aussi favorables que celles propres aux chaudières du Cornouailles, les résultats eussent été considérablement plus élevés que ceux que nous avons obtenus.

» Ce fait sera d'ailleurs évident en comparant les chaudières qui ont produit ces effets relatifs. Les chaudières du Cornouailles présentaient une surface de chauffe de 89.18 mètres carrés, et

(1) Voyez les détails sur les appareils de cet ingénieur, p. 98, et fig. 1 à 14, planche 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle du bateau à vapeur *l'Anthracite* de 31.60, pour recevoir en temps égaux la chaleur générée par des poids égaux de houille dans un cas, et d'anthracite dans l'autre; c'est-à-dire qu'il y avait en faveur des premières le rapport de 2.44 à 1. La rapidité de la combustion, et par conséquent celle du courant de chaleur dégagé sur les grilles étaient égales. La distance parcourue ou le circuit fait par la chaleur, après avoir abandonné la grille, était de 31 mètres dans les chaudières du Cornouailles, et de 1 mètre dans la chaudière de *l'Anthracite*, le temps de la durée du contact de la chaleur sur des surfaces égales, 2 $\frac{1}{2}$ fois plus considérables dans les premières que dans la seconde. Enfin les chaudières du Cornouailles étaient revêtues d'une bonne chemise de matières non conductrices, tandis que celle de *l'Anthracite* n'avait aucune enveloppe protectrice contre les pertes par rayonnement.

» En prenant en considération ces différences, et leur influence sur l'économie de l'évaporation, nous croyons que toutes circonstances égales, l'anthracite surpasse de beaucoup toutes les houilles bitumineuses en valeur calorifique, puisqu'il a déjà présenté, dans des circonstances comparativement défavorables, un résultat de 13 pour 100 au-dessus de celui qu'on a considéré jusqu'ici comme le plus élevé de tous ceux obtenus.

» Avec les houilles de New-Castle et du Staffordshire, le pouvoir évaporant le plus élevé qu'on ait recueilli est celui observé à Warwick, de 10.52 kilog. d'eau à 100° pour 1 kilog. de houille consommé, et là les chaudières sont conduites avec assez de soin pour qu'on puisse considérer ce résultat avec le même combustible comme à peu près impossible à dépasser dans la pratique ordinaire. Or notre expérience n° 4 avec l'anthracite, avec tous les désavantages dont il a été parlé plus haut, a surpassé le produit de Warwick de 30 pour 100.

» La construction particulière de la chaudière du bâtiment *l'Anthracite* s'est opposée à ce que nous pussions entreprendre aucune expérience avec des charbons bitumineux, parce que les tubes s'engorgeaient de suie, et que le combustible se collait et s'agglomérait de telle sorte, que la colonne qui remplissait le tube d'alimentation ne descendait plus, et ne chargeait plus la grille où elle ne pouvait parvenir. Néanmoins nous nous sommes assuré, dans un petit voyage de courte durée, et en alimentant comme à l'ordinaire par la porte du foyer, que la houille de Pontop produisait assez de vapeur pour le service des machines.

» Quant au mode adopté par M. Player pour alimenter les grilles avec de l'anthracite, nous dirons qu'il ne laisse rien à désirer, qu'il dispense de tout moyen mécanique et du travail du tisonnage, si pénible sur les bâtiments à vapeur, et prévient des pertes et des accidents provenant de l'alimentation à la pelle par la porte du foyer. Dans aucune de nos expériences, excepté dans le cas où l'on a cherché à se procurer une combustion excessivement rapide, il n'a été nécessaire de toucher au feu ou de soulever les barreaux de la grille pendant toute la journée. Il ne s'est pas formé de suie par la combustion même la plus vive, et la quantité de cendres a été très-faible.

» Ce mode d'alimentation du foyer jouit encore d'un avantage très-précieux dans la pratique, savoir une uniformité dans la production de la vapeur que rien ne saurait égaler. Avec le registre, notre réservoir de 200 litres était vidé dans des temps si près d'être égaux, qu'ils ne variaient pas d'une seule minute sur plusieurs heures quand on ne touchait pas à ce registre, et le combustible descendait avec une extrême précision proportionnellement à la rapidité de la combustion qui avait été réglée.

» Quant aux avantages qui résultent de ce que l'anthracite ne produit ni fumée ni effluve désagréable, qu'il ne couvre pas le pont de particules de fumée, ils sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'insister ici sur ces divers points.»

Expériences sur l'art de l'émailleur sur métaux.

Par MM. JORDAN père et fils, de Clausthal.

(Suite.)

XIV. *Émaux terro-alcalins plombeux.*

N° 48.

Verre blanc.	75,0694
Oxide d'étain.	12,5069
Phosphate de plomb. . .	12,5069
	100,0832

Masse d'un bleu-clair, pictée de blanc bleuâtre, d'un éclat brillant et de jayet, conchoïde, translucide sur les bords, homogène en général, et ne présentant que çà et là quelques bouillons. Cette masse a donné, avec l'assiette n° 26, après 5 minutes de feu, une vitrification

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de couleur noire, onduleuse, qui, par le refroidissement complet du fer, s'est séparée de ce métal.

N° 49.

Oxide d'étain	3,7037
Gypse	29,6292
Spath fluor	37,0370
Minium	7,4074
Verre	14,8148
Borax fondu	7,4074
	99,9995

Masse imparfaitement fondue, de couleur blanc jaunâtre, feuilletée et bulleuse.

N° 50.

Oxide d'étain	15,7894
Os calcinés	5,4385
Craie	15,7894
Silice	21,0526
Argile d'Elbingerode	10,5130
Soude calcinée	21,0526
Minium	10,5130
	100,1485

Verre parfaitement fondu, translucide et coloré en vert émeraude par l'oxide de plomb qui renfermait du cuivre. Avec les assiettes nos 28 et 29 il ne s'est fritté que faiblement en 5 minutes, et se laissait détacher de l'assiette et du fer avec l'ongle du doigt.

N° 51.

Silice	37,0370
Litharge	7,4074
Soude calcinée	29,6296
Chaux hydratée	3,7037
Os calcinés	3,7037
Oxide d'étain	18,5246
	100,0060

Émail blanc de lait bulleux, qui, avec l'assiette n° 29, s'est comporté comme la masse précédente.

N° 52.

Silice	26,2295
Carbonate de potasse	19,6775
Os calcinés	8,1968
Oxide d'étain	19,6775
Craie	13,0655
Litharge	6,6120
Soude calcinée	6,6120
	100,0708

Masse couleur bleu de lavande, bulleuse, dans le sein de laquelle on remarquait quelques portions opalines et blanches. Elle s'est frittée avec l'assiette n° 28 très-fortement en cinq minutes, et de manière à ne pouvoir être enlevée qu'avec une lame de couteau. Avec l'assiette n° 29 elle ne s'est frittée que faiblement dans le même espace de temps et pouvait se détacher facilement avec l'ongle.

N° 53.

Silice	23,5292
Carbonate de potasse	17,6469
Os calcinés	6,8623
Oxide d'étain	17,6469
Craie	11,7646
Litharge	11,7646
Soude calcinée	11,7647
	100,9792

Masse noire brunâtre, homogène, scorifiée, qui avait une saveur brûlante et alcaline.

N° 54.

Verre blanc	10,2564
Os calcinés	10,2564
Argile d'Elbingerode	5,1282
Oxide d'étain	7,6923
Gypse	10,2564
Carbonate de potasse	15,3846
Silice	10,2564
Chlorure de plomb	20,5128
Soude calcinée	10,2564
	99,9999

Émail blanc grisâtre, homogène, conchoïde. Sur cette masse on observait, après la fusion complète, une couche saline qui, à l'essai, s'est trouvée être du chlorure de potassium. Avec l'assiette n° 28, et après cinq minutes de feu, cette masse s'est frittée complétement et adhérait assez fortement à son assiette.

N° 55.

Verre blanc	45,0704
Salpêtre	4,2252
Poudre d'Algaroth	4,2252
Oxide d'étain	18,2098
Soude calcinée	22,5352
Chlorure de plomb	11,2676
	105,3334

Émail blanc-bleuâtre, homogène, conchoïde, qui s'est parfaitement frittée en cinq minutes avec l'assiette n° 51 ainsi qu'avec le n° 28.

N° 56.

Oxide de plomb	46,33 gram.
Alumine	2,21
Sel marin	1,67
Soude caustique	10,48
Silice	14,60
	75,29

Les ingrédients indiqués fondus ensemble ont donné un verre transparent. On y ajouta 44 gram. de silice en poudre fine; et aussitôt que cette addition de silice fut fondue, on retira du feu le creuset avec la masse qu'il renfermait. Le mélange ainsi traité était, après le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement, blanc et bien émaillé, et d'un éclat moyen entre celui du verre et l'éclat gras des couvertes des porcelaines. Le produit obtenu était sans saveur et fondait aisément à la flamme de la lampe.

N° 57.

Sulfate de plomb.	55
Carbonate de soude sec. .	15
Gypse.	10
Silice.	20
	100

Émail blanc jaunâtre, conchoïde, d'un éclat vitreux, translucide sur les bords et très-fusible à la lampe. Dans le creuset on remarquait au-dessus de la masse formée une couche de sel ou de fondant qui consistait en sulfate de soude mélangé à une petite quantité d'oxide de plomb et de silice. L'émail lui-même était composé d'oxide de plomb, de silice et de chaux, auxquels s'était combiné une très-faible proportion de soude. Il n'y avait plus de traces d'acide sulfurique dans cet émail. Le sulfate de plomb aussi bien que le gypse avaient donc été complétement décomposés.

N° 58.

Oxide de plomb. . . .	64,098
Gypse.	10,830
Carbonate de soude. .	2,523
Silice.	21,660
	99,111

Verre verdâtre, coloré par le fer, peu translucide, difficilement fusible à la lampe. On ajouta aussi de la silice à la masse, et on retira ensuite le creuset du feu. La masse, comme précédemment, était dans le creuset recouverte d'une couche de sulfate de soude mélangé à du gypse et à quelques traces de silice. Il n'y avait pas de plomb dans la partie qui s'était séparée. Le verre traité par l'acide nitrique a fait reconnaître des traces d'acide sulfurique. Le gypse n'a donc été détruit que proportionnellement à la quantité de la soude. On ne parvient pas à faire avec cet alcali des combinaisons fusibles de sulfates.

N° 59.

On ajouta encore à la masse n° 56,29 gram. de silice et 5,6 gram. de sulfate de baryte en poudre comme substance émaillante; puis on traita au feu comme le n° 56. Il se forma de même au-dessus de la masse une couche saline, et le verre ainsi formé était d'un vert louche et opaque. La masse, semblable à de l'émail, était plus infusible que la composition n° 56. La couleur doit être attribuée au sulfate de baryte. La couche saline était composée de sulfate de soude et de sel marin, sans traces d'oxide de plomb, mais avec un peu du sel barytique non décomposé. La masse vitreuse décomposée a laissé apercevoir quelques traces de chlore et d'acide sulfurique.

N° 60.

Au mélange n° 56 on a ajouté 29 gram. de silice et os calcinés 26 gram. On a agité et on a promptement retiré du feu. Il s'est formé ainsi un émail rempli de bouillons, poreux comme de la pierre-ponce, blanc verdâtre, translucide sur les bords et fragile, dont les esquilles furent trouvées infusibles à la lampe.

N° 61.

On remplaça dans les ingrédients n° 56 l'oxide de plomb par du sulfate du même métal en quantité telle qu'il y eut, dans les deux cas, la même quantité d'oxide dans les mélanges. Après la fusion, la masse s'était séparée en deux couches dans le creuset, savoir : en une masse saline composée d'un sulfate, et une autre qui lui était sous-jacente et qui consistait en oxide jaune de plomb avec un peu d'oxide rouge et quelques traces d'alumine. On trouva encore dans ces oxides de plomb une petite proportion de sulfate qui n'avait point éprouvé de décomposition.

N° 62.

Silice.	33
Chaux hydratée.	10
Argile d'Elbingerode. . . .	2
Soude caustique.	20
Os calcinés.	10
Litharge.	25
	100

Émail peu translucide sur les bords, fusible à la flamme d'une lampe à l'huile. Les os se sont incorporés dans la masse où tout était en fusion. En effet, cette substance, tenue longtemps dans le feu, se comporte comme la silice et donne un verre plus ou moins transparent.

N° 63.

Oxide de plomb. . . .	38,60 gram.
Argile d'Elbingerode. .	2,10
Sel marin.	1,30
Soude caustique. . . .	17, »
Silice.	22, »
Os calcinés.	12, »
	93,00

Émail à bulles fines, fusible à la lampe. Les os, comme au n° 62, étaient également fondus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les émaux formés ainsi avec de la silice et des os qui fondent aisément à la lampe, se cuisent sans peine sur les métaux et remplissent leur but quand on n'expose pas la couverte à une trop grande chaleur, ou quand on ne l'y laisse pas trop longtemps; autrement ils acquièrent beaucoup de transparence, parce que les substances émaillantes se combinent avec le verre.

XV. *De la température nécessaire pour émailler, des fourneaux à émailler; du dégourdi des pièces couvertes de l'assiette ou de l'émail; de la manière de traiter les pièces à la moufle, et du refroidissement de ces pièces émaillées.*

La température des fourneaux à émailler doit être assez élevée pour que l'émail en poudre dont on fait usage fonde aussi promptement que possible sur le métal. Un fourneau dont la moufle est en fer, et où on garantit les objets du contact direct de la flamme, est suffisant pour les travaux en émail en petit. Si la moufle, pour éviter autant que possible l'introduction de l'oxigène et pour maintenir la température nécessaire, n'a pas d'ouverture pour le tirage, et si celle de la porte est close avec un bon tampon, alors le fourneau devient propre à émailler sur les métaux ordinaires. Si on craignait l'altération des pièces par la poussière d'oxide de fer qui se détache et voltige, alors on pourrait très-bien construire la moufle en carreaux d'argile bien cuits.

Pour le fourneau à émailler les grosses pièces, par exemple, les diverses parties des poêles en métal émaillé, les ustensiles ou les objets de ménage de grande dimension, on se servira avantageusement des fourneaux à réverbère ordinaires, mais il faut qu'ils soient bien établis et qu'on puisse aisément y porter la température à un point plus élevé que celle dont on a communément besoin. Ce qu'on nomme la moufle dans ce fourneau est une voûte en briques qui s'étend sur une hauteur convenable dans toute la longueur du fourneau. La sole en est établie en briques : d'un côté de la moufle est le foyer qui y envoie la chaleur par quatre ou cinq ouvertures. A une de ses extrémités la moufle est fermée par un mur et à l'autre elle est close par une porte à deux venteaux. Cette porte doit être bien lutée avec de l'argile ou close avec des briques. Chacun des venteaux porte une petite tirette par laquelle on peut observer ce qui se passe dans le fourneau. Dans quelques usines les moufles sont munies de portes semblables à chacune de leurs extrémités. Le côté de la moufle opposé au foyer porte trois ou quatre autres ouvreaux par lesquels la moufle laisse passer la chaleur et la flamme qui servent à chauffer une chambre particulière où les objets recouverts de l'émail sèchent et dégourdissent. Les pièces non-seulement passent de cette chambre dans la moufle, mais ils y retournent ensuite après la cuisson pour y perdre en partie leur haute température. Quelques fourneaux sont munis encore d'une espèce d'arche sous la moufle, où s'opère le dégourdi et le refroidissement sur des plaques de fonte sous lesquelles on brûle quelques charbons.

En quittant la chambre au dégourdi les produits de la combustion passent dans une cheminée.

Les objets en fer qu'il s'agit d'émailler ayant été décapés, lavés et séchés, sont enduits soit avec l'assiette ou immédiatement avec l'émail. L'assiette aussi bien que l'émail sont toujours réduits en poudre extrêmement fine dans un moulin à bras, et avec de l'eau, ou bien dans des mortiers de porcelaine. On recueille cette poudre ou farine; on la fait dessécher et on la conserve pour l'usage. Ces matières ne sauraient être pulvérisées trop finement. Pour porter l'assiette ou l'émail sur les pièces, on broie à l'eau, à l'alcool, à l'essence de térébenthine ou avec de l'eau dans laquelle on a fait dissoudre de la gomme arabique, et on étend avec un pinceau fin sur le métal; ensuite on soupoudre cet enduit avec les mêmes matériaux à travers un tissu à mailles très-fines; puis on met les pièces sécher dans un four très-chaud. Un enduit trop épais se crevasse aisément ou éclate après la cuisson. Lorsqu'il est sec, on porte les pièces dans la chambre au dégourdi, d'où, lorsqu'elles ont acquis la température convenable, on les transporte dans la moufle pour parfondre la couverte. Il faut avoir soin avant d'introduire une seule pièce que cette moufle ait atteint la température nécessaire. Quand le travail de la cuisson est terminé, on enlève rapidement ces pièces de la moufle pour les transporter dans la chambre au dégourdi : on les place dans les points où la température est la plus élevée et peu à peu on les pousse dans ceux où cette température est de moins en moins haute, afin qu'elles puissent se refroidir et se contracter avec lenteur. On peut couvrir des pièces d'émail en une seule ou plusieurs fois; mais, dans tous les cas, la fusion de cet émail s'opère toujours ainsi qu'il vient d'être dit. Les pièces étant terminées sont portées dans les magasins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La dessiccation de l'enduit humide marche assez rapidement, mais le dégourdi doit avoir une marche plus accélérée encore, il doit s'opérer en quelques minutes ; l'enduit humide, mais non encore complétement desséché, noircirait promptement dans la chambre. Les matières non volatiles ou riches en carbone qui ont servi à porter et à faire adhérer les substances pulvérulentes sur les pièces se décomposent, et aussitôt que le carbone libre de cet enduit est en contact avec l'oxigène de l'air dans cette chambre, il se volatilise promptement et l'enduit devient blanc. C'est à peu près à cet instant qu'on transporte les pièces à l'entrée de la moufle, où on les laisse quatre minutes ou plus, suivant leur volume. Au bout de ce temps on les fait glisser au milieu de cette moufle, et de cet endroit on les pousse, si cela est nécessaire, dans la partie la plus éloignée et la plus chaude ou le fond, où on les laisse quelques minutes, ou au moins le temps nécessaire pour que la fusion et la cuisson soient complètes. Lorsque l'enduit est en fusion parfaite, il paraît uni et a un aspect gras. Quand on a atteint ce point, on rapproche les pièces de l'entrée de la moufle où elles passent bientôt après dans la chambre à recuire indiquée ci-dessus. Les pièces creuses, émaillées à l'intérieur, ont besoin d'être soulevées de temps à autre, pour que la chaleur pénètre complétement dans cet intérieur. La rapidité avec laquelle on conduit l'opération de la cuisson est un élément qui en assure le succès.

XVI. *Des assiettes.*

Avec les métaux précieux et qui ne s'oxident pas aisément, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une assiette avant d'émailler, et même avec les métaux aisément oxidables, tels, par exemple, que le fer, cette assiette, si elle n'est pas nuisible, est au moins inutile. Le seul avantage d'une assiette, pour couvrir le métal, repose uniquement sur l'économie qu'on fait sur l'émail. Mais, d'un autre côté, la grande infusibilité des compositions qu'on emploie pour cette assiette, ainsi que leur nature différente de celle de l'émail, font souvent éclater cet émail, lui font jeter des bouillons, ou en rendent la surface inégale. Ces défauts sont capitaux. La plus prompte terminaison du travail dans l'émaillage procure à elle seule des avantages dont il est important de tenir compte. Du reste, l'émaillage des pièces travaillées sans assiette a constamment, dans les essais rapportés ci-dessus, donné des résultats satisfaisants.

Combien de fois convient-il de répéter l'application de l'émail sur les pièces? C'est une question dont la solution dépend de la fluidité et de la transparence des émaux, et que l'expérience peut seule apprendre à résoudre.

Si on ne veut avoir une assiette, alors on fera bien dans ce cas de se servir de la base de l'émail, c'est-à-dire sans y faire entrer d'oxide d'étain. L'identité de composition des matières ainsi mises en œuvre favorisera leur union. L'assiette ne remédie pas aux inconvénients de l'inégale dilatation du métal et de l'émail, mais un recuit ou refroidissement conduit avec soin y apporte un bon palliatif.

XVII. *Coloration des émaux.*

Souvent les ustensiles de ménage émaillés ont besoin d'être colorés ; et dans quelques pays on fait usage d'ornements en fonte, de pièces diverses de poêles, de cheminées, etc., enduits d'un émail coloré.

Colorer d'une manière agréable et uniforme les diverses compositions d'émail est une opération qui présente des difficultés.

Avant tout, il faut que les couleurs qui entrent dans cet émail aient une nuance qui plaise à l'œil, et qu'elles ne soient pas trop sombres ; ensuite on ne peut faire choix que des oxides colorants des métaux fixes qui ne se décomposent pas à la température à laquelle on cuit l'émail. Enfin il est indispensable de transformer d'abord la base de l'émail en un verre translucide, de le colorer comme on le désire, et d'y ajouter ensuite la substance émaillante pour en former une couverte vitreuse.

Il ne sera pas ici question des couleurs pour la peinture sur émail, qui a des règles toutes différentes.

Des portions sensibles d'oxide de fer ou d'oxide d'antimoine ont constamment des effets nuisibles sur un émail pur et blanc, en lui donnant toujours un reflet plus ou moins jaunâtre ou rougeâtre. Des traces d'oxide de cuivre ont moins d'influence et produisent seulement les mêmes effets que le bleu employé dans le blanchiment.

L'expérience seule pourra apprendre les effets que les matières alcalines qui entrent dans la composition des émaux produisent sur leur coloration.

On obtient un bleu saphir avec de l'oxide de cobalt pur. Si on veut un bleu tirant sur l'améthyste, on peut ajouter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'oxide de cobalt de l'oxide de manganèse. La couleur sera rougeâtre ou brunâtre lorsqu'on emploiera l'oxide de manganèse seul. Avec le carbonate d'oxidule de manganèse, on peut produire un rouge tirant sur le bleuâtre assez agréable.

Le jaune opalin s'obtient avec de l'oxide d'urane ou par du chromate de plomb et de l'oxide d'antimoine. Si on veut produire un jaune topaze, il faut faire usage de sulfure d'antimoine avec un peu d'oxide de fer. Veut-on avoir un jaune d'ocre au moyen de l'oxide de fer, alors il faut maintenir la matière colorante au plus haut degré d'oxidation dans le mélange. Le salpêtre, le frittage de la base de l'émail, favorisent le développement de cette couleur. Les bases des émaux ne se combinent pas avec l'oxide de fer; elles sont rendues opaques et rouges par cette matière, avec laquelle elles ne font en grande partie que se mélanger.

Le vert émeraude est donné par les oxides de cuivre ou de chrôme. On peut modifier de bien des manières cette teinte avec les oxides de cobalt et de fer.

Le verre vert ou aigue-marine se produit le plus aisément avec du sulfure d'antimoine et un peu d'oxide de cobalt.

On colore rarement l'émail avec l'or; du reste la couleur pourpre que ce métal produit est trop connue pour que nous entrions dans des détails à ce sujet.

La couleur brune que procure le platine, quelque agréable qu'elle soit, est également employée rarement dans la coloration des émaux.

Je passe ici sous silence les matières qui produisent des teintes sombres et rembrunies; elles ne doivent être employées que dans le cas où l'on se propose de couvrir les ustensiles non pas d'un émail, mais d'un verre.

XVIII. *Circonstances dans lesquelles l'émail, dans les usages ordinaires, se trouve attaqué ou complétement détruit.*

Les émaux produits sur le fer fusibles à la lampe, et se parfondant à une chaleur rouge ou au blanc naissant, sont attaqués et détruits même à froid par les acides minéraux même affaiblis. Les acides végétaux puissants ont aussi de l'action sur eux. Si on étend ces derniers acides et qu'on les affaiblisse, alors les émaux ne sont attaqués qu'à la longue et au moyen de l'élévation de la température pendant la cuisson des aliments. L'eau a peu d'action, et son influence est à peine sensible. Les aliments alcalins, ou ceux dans lesquels entrent des sels neutres alcalins, attaquent un peu les émaux. Le sel marin n'est pas inerte, principalement quand l'émail contient de l'oxide de plomb en abondance. Si on met des aliments ainsi salés, ou mieux du sel ordinaire dans les vases émaillés, ceux-ci ne tardent pas à se couvrir d'une couche de chlorure de plomb qui se dissout et est entraîné aisément.

Toutes les ménagères attentives savent depuis longtemps qu'on ne doit pas conserver du sel, qui attire fortement l'humidité atmosphérique, dans des vases en terre émaillés; ces vases, en effet, sont bientôt recouverts d'une couche de chlorure de plomb, et le vase lui-même ne tarde pas à s'exfolier.

D'ailleurs les couvertes vitro-plombeuses ou stanneuses deviennent promptement dégoûtantes lorsqu'on prépare des aliments, ou autres matières animales ou végétales, par l'odeur de gaz sulfhydrique qu'elles laissent dégager, et par la couleur malpropre que le développement de ce gaz leur communique.

Les vases émaillés employés dans les usages culinaires, sont aussi dangereux pour la santé que les couvertes plombeuses, peut-être même sont-ils plus nuisibles encore, attendu que le métal ne s'est pas combiné chimiquement comme dans les poteries avec la matière même qui constitue ces vases.

Il est inutile de rappeler que les émaux par le nettoyage et le récurage deviennent de plus en plus minces, et finissent par se détruire.

XIX. *Moyen pour débarrasser la litharge de l'oxide de cuivre qu'elle peut renfermer.*

L'oxide de cuivre contenu dans la litharge, même celle de première qualité, colore constamment la base des émaux, et cela avec d'autant plus d'intensité que l'on a cherché à donner une union chimique plus parfaite aux matériaux de cette base. Lorsqu'on se sert du carbonate de plomb pur ou de la céruse, on n'a point à craindre de coloration, mais ces matières sont plus chères, et généralement on ne les achète que sophistiquées.

On peut purifier la litharge du cuivre qu'elle renferme, par le carbonate d'ammoniac; mais ce moyen n'est pas économique quoique prompt et commode.

Le carbonate d'ammoniac est séparé ensuite du cuivre dissous par une distillation et employé à une nouvelle opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour purifier les litharges, il n'y a donc pas d'autre moyen que de les transformer en chlorure et en sulfate de plomb. On laisse alors la masse exposée assez longtemps à l'air pour transformer tout le cuivre en chlorure. La petite quantite de chlorure de plomb que les eaux de lavage entraînent alors avec le chlorure de cuivre, peut être recueillie au moyen d'un peu d'acide sulfurique qu'on verse dans les liqueurs. Le sulfate de plomb produit ainsi se dépose, et est récolté après la décantation.

On peut également purifier les litharges par l'acide sulfurique, auquel on ajoute un peu d'acide nitrique. On arrose ces litharges broyées avec cette liqueur acide médiocrement étendue, de manière à les transformer en une masse qui ne soit pas trop épaisse, et on agite avec soin le mélange. Il se forme une bouillie blanche de sulfate de plomb, tandis que le sulfate de cuivre resté en solution peut être séparé par décantation du sulfate plombique. On ajoute un peu d'acide nitrique à l'acide sulfurique, daus le cas où il se trouverait un peu de protoxide de cuivre dans la litharge, et pour qu'il ne se transforme pas en sulfate de cuivre et en cuivre métallique et ne reste pas sous ce dernier état dans la bouillie plombique.

XX. *Mode de préparation de l'oxide d'étain.*

1° On peut parvenir à oxider l'étain par l'action seule de l'air atmosphérique, mais cette action marche avec lenteur; d'ailleurs l'oxidation pénètre si incomplétement la masse métallique, que le produit obtenu ne saurait être considéré comme une bonne matière émaillante; il consiste en grande partie en un corps connu sous le nom de potée d'étain, et qui est un mélange d'étain métallique et d'oxide. D'ailleurs ce mélange a perdu de sa pureté sur la sole des fours et dans les opérations successives qu'il subit;

2° On peut sulfurer l'étain, puis aussitôt décomposer le mélange par la calcination. On transforme dans ce but l'étain en proto-sulfure. La préparation de l'oxide d'étain par ce moyen est facile, mais dispendieuse, et en outre, on n'obtient pas ainsi un produit pur et de belle qualité.

3° Brûler l'étain par le nitre. On obtient par ce moyen un mélange d'oxide d'étain et d'étain métallique, ou bien on est obligé de répéter l'opération à plusieurs reprises. Dans tous les cas, une portion d'oxide d'étain se combine avec la potasse mise en liberté, et quand on veut recueillir cette portion d'oxide, celui-ci revient fort cher, par suite des opérations dispendieuses qu'il faut lui faire subir.

4° Oxider l'étain par l'acide nitrique. Ce moyen est le plus facile, le plus prompt et le plus économique pour se procurer de bel oxide d'étain. On se sert pour cet objet de l'acide nitrique du commerce.

Dans une cornue tubulée, on dépose de l'étain en grain, et on adapte un appareil de condensation. On verse alors sur cet étain un mélange de 2/3 d'acide nitrique ordinaire et 1/3 d'eau. Bientôt on voit s'élever des vapeurs rutilantes, la masse s'échauffe, et des bulles nombreuses viennent crever à la surface. Peu après l'étain se trouve transformé en une poudre blanche; lorsqu'il ne se dégage plus de vapeurs nitreuses, on ajoute un peu d'acide étendu et on chauffe la cornue sur un léger feu de charbon. Quand en ajoutant encore un peu d'acide, et en appliquant la chaleur, il ne s'élève plus de vapeurs rutilantes, alors l'oxide est préparé; mais il faut constamment faire digérer avec l'acide, tant qu'il se manifeste des vapeurs.

L'acide nitrique qui s'échappe dans cette opération vient se condenser dans le ballon qui communique avec la cornue; et lorsque l'oxide est complétement formé, on distille à siccité l'acide restant pour le faire rendre dans ce ballon où on le recueille pour s'en servir dans une autre opération. On lave l'oxide avec de l'eau, on le fait rougir dans un creuset, et on le réduit en poudre fine pour l'usage. Si on prend de l'acide de 1,270 de pesanteur spécifique, alors 1 kilog. d'étain en exige depuis 1,5 jusqu'à 1,75 kilog. pour son traitement.

5° Pour les émaux communs impurs, on prend 100 parties de plomb et de 15 à 50 d'étain, ou pour ceux de meilleure qualité, 50 d'étain pour 100 de plomb qu'on fait fondre ensemble; puis on place l'alliage dans une capsule en fer, sous la voûte d'un fourneau à réverbère et à courant d'air, où il se brûle peu à peu. Dans cet état, on voit ce mélange scintiller et se transformer en partie en protoxide d'étain mélangé avec l'oxide de plomb. Dans ce procédé d'oxidation, il est nécessaire d'agiter la masse dans la capsule, jusqu'à ce qu'elle soit complétement convertie en oxide.

Faïences fines fabriquées avec des arkoses.

On sait que les faïences fines de fabri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation anglaise se composent essentiellement d'argile et de silex broyé. Il paraît d'après les communications qui ont été faites par M. de Saint-Amans que la pâte de faïence fine la plus en usage maintenant, celle qui est destinée à recevoir des ornements par voie d'impression, se compose de

	N° 1.	N° 2.
Argile plastique.	62	56
Kaolin.	16	27
Silex broyé.	19	14
Feldspath en partie décomposé.	3	3
	100	100

Suivant que l'argile est moins siliceuse, on met moins de kaolin et plus de silex. La première composition appartient aux argiles du Devonshire et du Dorsetshire, et la seconde plus spécialement aux argiles analogues à celles de Montereau. Il paraît aussi qu'il entre un peu de chaux dans ces compositions.

Quoi qu'il en soit, depuis quelque temps on a supprimé de ces compositions dans le Staffordshire, berceau de cette industrie, le kaolin, le feldspath, ainsi que le silex qui exigeaient une calcination préalable assez dispendieuse, et on les a remplacés par de l'arkose meulière, roche essentiellement composée de quartz et de feldspath qu'on trouve en abondance à la partie supérieure du terrain houiller, et qu'on pulvérise aisément avant de l'incorporer à l'argile du Dorset ou du Corwall. Cette arkose doit être choisie aussi exempte que possible de fer et de sulfate de baryte qu'il renferme quelquefois. Les faïences ainsi fabriquées paraissent être aussi blanches aussi compactes et durables que celles faites par l'ancien procédé; les proportions employées dans cette composition sont environ parties égales d'arkose broyée et d'argile de Dorset ou du Corwall.

Sur la composition immédiate de la laine Sur la théorie de son désuintage, et sur quelques propriétés dérivées de sa composition immédiate qui peuvent avoir de l'influence dans les travaux industriels dont elle est l'objet,

Par M. Chevreul, membre de l'Institut.

(Extrait.)

La laine, base d'un grand nombre d'industries, n'a été que bien peu étudiée encore sous le rapport de ses propriétés qui peuvent avoir de l'influence sur la réussite des opérations de teinture qu'on lui fait subir. Faute de cette étude, on n'a pu prévoir les inconvénients auxquels donnerait lieu la présence de certains corps qui s'y mêleraient accidentellement, ou qu'on y ajouterait à dessein, et on n'a pu se rendre un compte exact et encore moins reconnaître la cause des inégalités qui apparaissent dans la couleur de la laine, soit filée, soit tissée, que le teinturier a voulu teindre uniment. J'ai donc dû donner une attention toute particulière à un examen détaillé de la laine; car elle a une composition immédiate plus complexe qu'aucune autre étoffe, et conséquemment il devient nécessaire de déterminer l'influence que peuvent avoir, dans un cas donné, ses principes immédiats qui, d'après un travail que j'ai publié il y a quelques années, sont au nombre de trois au moins dans la laine désuintée à l'eau distillée aussi bien que possible, savoir :

1° Une substance grasse, solide à la température ordinaire et parfaitement liquide à 60°; 2° une substance grasse liquide à 13°; 3° une substance filamenteuse qui constitue essentiellement la laine proprement dite.

J'ai dit que la laine renferme au moins trois principes immédiats parce que, suivant mes observations, la substance filamenteuse dégage du soufre ou de l'acide hydrosulfurique sans perdre ses propriétés caractéristiques et essentielles, et que dès lors il m'a paru probable que le soufre entrait comme élément dans la composition d'un corps parfaitement distinct de la substance filamenteuse, proprement dite. La démonstration de cette opinion est un des principaux objets de ce mémoire.

La laine désuintée à l'eau, qui a subi un traitement mécanique auquel on la soumet immédiatement avant l'opération de l'huilage, traitement dont l'objet est de la dépouiller par le peignage et la ventilation de tous les corps qui peuvent y être mélangés après le désuintage, laisse une cendre généralement formée de phosphate de chaux et de magnésie, de sulfate de chaux, de chaux, de peroxide de fer, de silice et quelquefois de peroxide de manganèse. Lorsque la laine n'a pas été soigneusement lavée, la cendre peut contenir encore du carbonate de soude, du chlorure de sodium et des traces de potasse.

Mille parties de laine donnent de 5 à 3 de cendres; et lorsqu'elles ont été passées avant l'incinération à l'acide hydrochlorique de 2 à 1 seulement de cen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dres dépourvues de matière soluble dans l'eau.

J'ai soumis la laine à une haute température dans le vide, dans un bain d'huile dans l'eau ; je l'ai plongée dans des mélanges d'eau et d'acide sulfurique, d'alun, d'acétate de plomb, de protochlorure d'étain, de sel de cuivre, de sous-carbonate de soude avec de l'étain, du plomb métallique, du protoxide de plomb jaune, de la potasse hydratée, de l'acide nitrique étendu, et j'ai observé avec soin tous les phénomènes qu'elle présente dans ces divers cas et qui sont parfois très-remarquables, mais sur lesquels je crois devoir renvoyer à mon mémoire complet.

Le *désuintage* pratiqué en grand consiste essentiellement à passer la laine en suint et généralement toutes les variétés de laine du commerce pendant 10 à 20 minutes par une eau chaude de 60 à 70° rendue alcaline au moyen de l'urine ammoniacale ou du sous-carbonate de soude, à laquelle on ajoute souvent un lait d'argile calcaire. La laine retirée de ce bain est vivement agitée avec un bâton dans des caisses, soit de bois, soit de métal, percées de trous, où l'eau, au milieu de laquelle elles sont plongées, peut continuellement se renouveler. Il m'eût été impossible de me rendre un compte exact de ces deux opérations, si simples en apparence, le désuintage et le lavage qui lui succède, si je ne m'étais pas livré à des expériences préalables.

J'ai traité par l'eau distillée froide un kilogramme de laine de mérinos en suint, jusqu'à ce qu'il ne cédât plus rien au liquide. L'eau du premier lavage s'est colorée parce qu'elle a dissout le suint proprement dit, et elle était troublée parce qu'elle avait entraîné la plus grande partie de la matière terreuse que la laine en suint contient toujours fixée à l'état de mélange avec le suint. L'examen de cette dernière matière, que Vauquelin a considérée comme un savon de potasse, sera plus tard l'objet d'un mémoire spécial.

La laine, soumise à l'eau distillée jusqu'à ce que celle-ci ne lui enlève plus rien à froid, avait une couleur d'un gris roux ; elle ne se mouillait pas facilement, et au toucher elle était évidemment grasse. La pressait-on entre deux papiers doublés de Suède avec un fer chaud à repasser, elle les tachait fortement parce que la matière grasse abandonnait la laine, et les taches ne disparaissaient pas à l'air parce qu'elles étaient produites par une matière grasse non évaporable qui retenait une trace de la matière odorante du suint.

La matière grasse que j'ai isolée de la laine de mérinos en suint, simplement lavée à l'eau distillée froide, est composée essentiellement de deux principes immédiats que je nomme *stéarérine* (suif de la laine ; de στεαρ et de ερινον) et *élaïérine* (huile de la laine ; de ελαιον et de ερινον) parce que différant l'une de l'autre par leur fusibilité, ils correspondent par là à la stéarine et à l'oléine dont ils diffèrent essentiellement par la propriété de ne pouvoir être saponifiés au moyen des alcalis.

C'est au moyen de l'alcool d'une densité de 0,800 et bouillant qu'on parvient à épuiser la laine de mérinos lavée a l'eau froide, de tout ce qu'elle peut contenir de matière grasse, et c'est en reprenant la stéarérine et l'élaïérine par l'éther qu'on sépare ces deux matières grasses l'une de l'autre.

La stéarérine est molle à 45°, visqueuse à 55°, bien liquide à 60 ; elle cristallise en petites aiguilles qui se réunissent en flocons d'apparence neigeuse ; elle est incolore ; elle n'a pas d'action sur les réactifs colorés ; l'alcool d'une densité de 0,805 n'en dissout à 15° que 1/1000 de son poids, l'éther en dissout davantage. Une partie délayée dans cent parties d'eau, puis chauffée, ne forme pas d'émulsion, même après le refroidissement. Elle se conserve extrêmement longtemps sans acquérir la mauvaise odeur qu'acquièrent la plupart des corps gras qui se rancissent ; chauffée avec des eaux de potasse et de soude dans des circonstances où la stéarine se saponifie, elle n'éprouve pas d'altération, mais elle forme une émulsion dans le liquide alcalin. Une partie de stéarérine, tenue pendant 60 heures à une température de 77 à 100°, avec deux parties de potasse à l'alcool dissoute dans l'eau, a formé une émulsion qui, ayant été décomposée par l'acide tartrique, a donné une matière grasse dont la plus grande partie, si ce n'est la totalité, était de la stéarérine non altérée. Mise en contact avec l'acide sulfurique de 1,84, elle se colore sur le champ en orange, puis en orange-rouge, et peu à peu la liqueur passe au vert.

L'élaïérine est liquide à 15°, incolore, sans action sur les réactifs colorés. L'alcool d'une densité de 0,805 en dessous a 15° 7,4/100 de son poids ; elle est donc plus soluble que la stéarérine, et c'est ce qui explique les procédés au moyen desquels on sépare les deux matières l'une de l'autre. L'éther en dissout plus que l'alcool. Une partie dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

layée dans 100 parties d'eau, puis chauffée, a formé une émulsion qui s'est épaissie par le refroidissement. Elle ne paraît pas être plus altérable par le contact de l'air à la température ordinaire que la stéarérine. Chauffée avec les eaux de potasse ou de soude dans les circonstances où l'oléine se saponifie, elle n'éprouve pas d'altération, mais elle forme une émulsion.

Si on cherche maintenant la quantité de matière grasse extraite par l'alcool bouillant de 100 parties de laine lavée à l'eau distillée et séchée à 100°, on trouve qu'elle s'élève à 20,8 parties et que la laine en retient encore. C'est le résultat de 2 analyses faites à 13 ans d'intervalle, l'une de laine d'agneaux mérinos et l'autre de mère-laine de la même race.

Ce point déterminé, il faut savoir que la laine désuintée et lavée en grand, au lieu de donner à l'alcool 20,8 parties de matière grasse p. 0/0, n'en donne que de 2, 5 à 3, d'où il suit que le désuintage et le lavage enlèvent à la laine la plus grande partie de sa matière grasse. Cette matière grasse est séparée en vertu de 2 causes : 1° la température du bain ; 2° l'alcalinité qu'il doit à la partie soluble du suint ou au sous-carbonate d'ammoniaque, de l'urine, ou au sous-carbonate de soude qu'on ajoute. Il est évident, d'après les propriétés de la stéarérine et de l'élaïérine, que ces matières ne sont pas dissoutes, mais simplement séparées à l'état d'émulsion ; et si l'addition d'un lait argilo-calcaire est avantageux, cela ne peut être que pour faciliter la séparation de la matière émulsive de la laine ; enfin l'agitation de la laine au milieu de l'eau dans laquelle on la lave est extrêmement efficace pour en séparer les dernières portions de matière émulsive et terreuse qu'elle pourrait mécaniquement retenir.

Si l'on met 5 grammes de laine simplement lavée à l'eau distillée : 1° dans 150 gram. d'eau tenant 0 gr. 5 de sous-carbonate de soude ; 2° dans 150 gram. d'eau tenant 0,5 de sous-carbonate d'ammoniaque ; 3° dans 150 gram. d'eau distillée pure, on verra que l'eau de sous-carbonate de soude deviendra émulsive, que l'eau de sous-carbonate d'ammoniaque le deviendra moins ; enfin que l'eau distillée conservera sa limpidité, du moins tant qu'il ne se sera pas produit d'ammoniaque aux dépens de la laine.

Si après plusieurs jours de macération, on sépare les 3 liquides, on verra que l'eau de sous-carbonate de soude donnera le dépôt le plus considérable, que l'eau ammoniacale n'en donnera que très-peu ; enfin que l'eau distillée, lors même qu'elle sera devenue ammoniacale, en donnera encore moins.

Si maintenant on décante les liqueurs de dessus leurs dépôts respectifs, qu'on les concentre presque à sec, on verra, en traitant les dépôts et les extraits par l'alcool, que celui-ci entraînera une quantité notable de stéarérine et d'élaïérine parfaitement caractérisées, du dépôt et de l'extrait de soude ; une quantité sensible des mêmes principes du dépôt et de l'extrait de l'eau ammoniacale, tandis qu'on en obtiendra à peine de l'extrait provenant de l'eau distillée.

Enfin, il est facile de constater que la laine passée à l'eau de soude est mieux dégraissée que les autres, quoiqu'elle ne le soit pas complétement.

En mettant 5 gram. de laine lavée à l'eau distillée froide dans un ballon de verre avec 165 gram. d'eau, on voit en portant la température de 60 à 70 degrés que l'eau deviendra émulsive, preuve de l'influence de la chaleur dans le désuintage de la laine.

Enfin les expériences suivantes démontrent bien l'influence de la matière grasse pour retenir de la matière terreuse fixée mécaniquement à la laine, et la nécessité de l'en séparer pour avoir cette dernière parfaitement blanche.

La laine en suint, passée simplement à l'eau distillée froide, est d'un gris roux ; elle doit cette couleur à de la matière terreuse. En effet, 100 parties séchées à 100° donnent 4,65 parties de cendres argilo-ferrugineuses. D'un autre côté, lorsqu'on épuise une certaine quantité de cette même laine de la matière grasse au moyen de l'alcool, on observe que non-seulement elle blanchit, qu'elle devient comme du coton, mais encore qu'elle dépose au fond du vase une matière terreuse colorée ; enfin qu'en incinérant la laine ainsi traitée, 100 parties, au lieu de donner comme la précédente 4,65 parties de cendres, n'en donnent que 0,91 de partie.

Le tableau suivant donne les proportions de matière terreuse, de suint soluble dans l'eau, de matière grasse et de laine dégraissée que m'a presentées une laine mérinos. Ces produits sont ramenés à l'état de sécheresse où ils étaient à 100°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Matière terreuse qui s'est déposée de l'eau distillée dans laquelle on a lavé la laine.		26,06
Suint dissous par l'eau distillée froide.		32,74 (1)
Laine lavée à l'eau distillée, 41,20.	*Matière grasse formée de stéarérine et d'élaïérine.*	8,57
	Matière terreuse fixée à la laine par la matière grasse.	1,40
	Laine dégraissée par l'alcool.	31,23
		100,00

On observe que la laine dégraissée se colore encore par la chaleur, mais moins que la laine pourvue de sa matière grasse. Exposée au contact des oxides et des corps métalliques qui colorent la laine ordinaire, elle se colore comme celle-ci, par la raison que l'alcool ne dissout pas le soufre ou le principe immédiat sulfuré de la laine ordinaire.

D'après les observations que j'ai faites, que la laine cède de son soufre à un alcali faible sans perdre sa forme, et qu'après avoir subi ce traitement, elle a bien plus de tendance à abandonner de l'acide hydrosulfurique, lorsqu'on la traite par des réactifs acides, qu'elle n'en avait avant d'avoir subi ce traitement, j'ai été conduit à traiter successivement la laine par un alcali faible, la chaux et par l'acide hydrochlorique. Voici les résultats qui ont été obtenus.

La laine peut subir au moins dix traitements dans un lait de chaux formé de 1/3 de son poids de chaux et 40 parties d'eau, et dans l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique sans paraître altérée dans sa ténacité. Elle sort d'un bain de chaux avec une couleur jaune sensible qui diminue beaucoup dans le traitement par l'acide hydrochlorique. Elle perd dans les derniers bains la propriété de se colorer par la chaux. Elle peut perdre la plus grande partie de son soufre sans perdre sa composition essentielle; car l'altération de la laine porte plutôt sur sa ténacité que sur une altération chimique proprement dite.

Dans un travail lu à la séance de l'Académie des Sciences du 26 décembre 1826, j'ai fait connaître la nature cuivreuse de taches qui s'étaient développées sur un grand nombre de pièces de laine dans le fixage à la vapeur des matières colorantes qu'on y avait imprimées, et établi que rien n'est plus nuisible au succès de l'impression sur laine que des sels cuivreux contenus dans cette étoffe. Ce fait a eu pour conséquence la substitution des cylindres de fonte aux cylindres de cuivre, ou d'envelopper ceux-ci de plusieurs doubles de toile de coton, et la suppression de toute solution cuivreuse pour l'azurage. En démontrant la nature cuivreuse de ces taches, je n'avais pas osé me prononcer définitivement sur l'état de combinaison du cuivre; mais aujourd'hui j'ai reconnu, d'après mes expériences, que les taches qui se développent dans les circonstances précitées, sont du sulfure de cuivre, résultant de la réaction du soufre de la laine sur une matière cuivreuse que celle-ci contient accidentellement.

L'extension de l'impression sur étoffes de laine, qui ne peut que s'accroître encore, les graves inconvénients de la présence des matières cuivreuses dans ces étoffes, toutes les fois qu'il s'agit de dessiner sur fond clair, et même lorsqu'il s'agit de les teindre uniment en couleurs claires, doivent appeler l'attention de tous ceux qui prennent part à cette industrie pour se rendre un compte exact de l'influence que le cuivre des outils et machines qui servent au travail de la laine peut exercer sur le succès des opérations de teinture auxquelles les étoffes de cette matière seront soumises. Ils doivent rechercher s'il ne serait pas convenable de remplacer par des fils de fer, les fils de laiton qui séparent les brins dont la chaîne des étoffes se compose; ils doivent, dans la substitution de l'acide oléique aux huiles neutres, qui ont jusqu'ici été employées au filage de la laine, prendre en considération la propriété que le premier de ces corps gras a d'agir plus fortement sur le cuivre que ne le font les autres. Il ne faut pas croire que les étoffes de laine ne contiennent de cuivre que lorsqu'elles présentent des taches après leur passage à la vapeur. Les recherches démontrent que la plupart en contiennent, mais en quantité trop faible pour avoir des inconvénients sensibles dans la plupart des cas; cependant lorsqu'il s'agit des fonds blancs à la vapeur, de petites quantités de cuivre donnent une nuance de roux, que ne prend point la laine qui en est absolument privée.

Il est certainement remarquable que la matière grasse de la laine s'y trouve sensiblement dans la même proportion que celle de l'huile qu'on ajoute à la laine désuintée et lavée qu'on veut filer; ne serait-il pas intéressant d'essayer de filer de la laine simplement lavée à l'eau pure, afin d'apprécier à sa juste valeur l'influence de la matière grasse qu'elle retient comparativement à l'in-

(1) Il retenait une quantité notable d'humidité, parce qu'on ne peut le sécher complétement à 100°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fluence de l'huile qu'on ajoute à la laine désuintée et lavée ? La différence porterait probablement sur ce que la matière grasse formée de stéarérine et d'élaïérine n'est point aussi liquide que l'huile d'olive, et en second lieu que la première fixe à la laine une certaine quantité de matière terrestre très-divisée qui doit donner une certaine rudesse à ses filaments.

Matières colorantes nouvelles.

La compagnie des Indes d'Angleterre ayant reçu du Doct. Buchanan un assez grand nombre de produits du Punjab et du Mysore, dont on fait usage dans ces pays dans l'industrie, a chargé M. E. Solly de faire l'examen de celles qui sont employées dans la teinture. Voici le résumé des observations de ce chimiste sur celles seulement qui lui ont paru assez nouvelles pour mériter une mention particulière.

Capilly. C'est une poudre rouge qu'on obtient du fruit du *rottlera tinctoria*, et dont on se sert aux Indes pour teindre la soie en couleur orange pâle. Cette drogue est de nature résineuse et pourrait fort bien être employée à colorer les vernis ou les laques. Toutefois, comme on annonce qu'elle coûte 1 fr. 50 c. le demi-kilog. sur le lieu même de production, peut-être son prix sera-t-il trop élevé pour la teinture du coton et dans les autres arts.

Maddi chickha. Écorce d'une espèce de morinda du Mysore, et qu'on y emploie pour la teinture en rouge des toiles de coton. Les couleurs que cette substance produit sont un peu sombres, mais on pourrait la combiner avantageusement avec quelques autres.

Poppli chickha. Bois de teinture du Mysore contenant en abondance une riche couleur rouge brun, qui, par l'action des alcalis, vire au plus beau carmin. C'est une excellente couleur sur le coton avec les mordants d'étain ou d'alumine. Cette substance, ainsi que la précédente, sont très-abondantes et à bon marché.

Maen ou *Saklur*. Substance qu'on mélange dans l'Inde à la cochenille pour en aviver la couleur. Elle est extrêmement astringente et contient une quantité considérable de tannin et d'acide gallique. Elle précipite la portion animale de la cochenille, et agit probablement aussi légèrement sur la couleur par l'acide qu'elle contient ; mais les essais n'ont pas démontré qu'elle avive cette couleur. On pourrait en faire usage à la place de la noix de galle ou du bablah si son prix le permettait, attendu qu'elle donne une fort belle couleur noire avec les sels de fer et une encre excellente.

Hurda et *Tarikay*. Ce sont des variétés de myrobolans, les fruits de certaines espèces de Terminalia, que les Indiens emploient dans la tannerie et la teinture. Elles contiennent une quantité considérable de tannin, de l'acide gallique et de la gomme, et sont beaucoup moins connues en Europe qu'elles ne mériteraient de l'être, quoiqu'on en ait déjà apporté quelques échantillons sous le nom de noix de galle des Indes orientales.

Toondewa et *Ukulbere*. Deux matières colorantes jaunes dont les couleurs n'ont rien de remarquable, et qui pourraient à peine mériter d'être l'objet d'un commerce.

M. Solly conclut que les matières colorantes appelées *Maddi* et *Poppli chickha*, ainsi que le *Maen* étant nouvelles, paraissant tout à fait dignes d'intérêt, méritent qu'on les soumette à des épreuves en grand dans les ateliers de teinture et les manufactures.

Procédé électro-chimique pour dorer l'argent et le laiton.

Par M. Aug. de la Rive, de Genève.

Frappé des conséquences que présente l'emploi du mercure dans le dorage, j'avais depuis longtemps pensé que la force décomposante des courants électriques, appliquée à une dissolution d'or, pourrait, en apportant l'or molécule par molécule sur l'objet qu'il s'agit de dorer, remplacer sinon dans tous les cas, du moins dans plusieurs, l'emploi du mercure. Les premiers essais que j'ai faits dans ce but datent de quinze ans ; ils ne furent pas heureux, et je cessai alors de m'occuper de cet objet. Les travaux qui ont été faits dès lors sur l'électricité, et notamment plusieurs découvertes importantes de M. Becquerel, m'ont conduit à tenter de nouveaux essais dirigés d'une manière un peu différente, et je crois être maintenant parvenu à un procédé qui, s'il n'est pas parfait, est cependant de nature à donner des résultats utiles et à devenir, à ce que je crois, entre les mains des praticiens, usuel et avantageux.

Les principes qui m'ont dirigé dans cette application de la force décomposante du courant électrique au dorage des métaux sont les suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° L'emploi de petites forces électriques pour opérer les décompositions, quand on veut obtenir un dépôt régulier et uniforme des particules de l'un des éléments du liquide qui est décomposé, savoir, dans le cas particulier, des particules de l'or qui est à l'état de chlorure dans la dissolution;

2° L'emploi d'un diaphragme de vessie pour séparer deux dissolutions placées à la suite l'une de l'autre dans le même contact électrique, afin d'éviter leur mélange, sans empêcher cependant le courant électrique de les traverser successivement. L'une de ces solutions est la dissolution d'or; l'autre, l'eau légèrement acidulée, qui sert à produire le courant par son action sur une lame de zinc qui y est plongée;

3° Le troisième principe est la propriété que possède le courant électrique de passer avec d'autant plus de facilité d'un liquide dans un métal, et réciproquement, que le métal est plus susceptible d'être attaqué chimiquement par le liquide. Dans le cas qui nous occupe, le métal qui plonge dans la dissolution d'or est plus attaquable par le liquide que l'or lui-même; il en résulte que, lorsque la partie immergée ne sera pas entièrement dorée, le courant va chercher les points où le métal qu'il faut dorer est encore à nu pour les traverser et y déposer l'or, quelle que soit la longueur du trajet qu'il aura à parcourir dans le liquide, c'est-à-dire quelle que soit la forme plus ou moins irrégulière ou compliquée de l'objet qu'on veut dorer.

Voici comment, après divers essais, je suis parvenu à appliquer au dorage les trois principes précédents.

Je verse une dissolution de chlorure d'or aussi neutre que possible et très-étendue (5 à 10 milligrammes d'or par centimètre cube de la dissolution) dans un sac cylindrique de vessie; je plonge ce sac dans un bocal de verre où il y a de l'eau très-légèrement acidulée. L'objet que je veux dorer communique par le moyen d'un fil métallique avec une lame de zinc qui plonge dans l'eau acidulée, et lui-même est placé dans la dissolution d'or. On peut, si l'on veut, mettre l'eau acidulée et le zinc dans le sac de vessie, et la dissolution d'or ainsi que l'objet qu'on veut dorer dans le bocal de verre. Au bout d'une minute à peu près on retire l'objet, on l'essuie avec un linge fin; et en le frottant fortement avec ce linge, on le trouve déjà un peu doré; après deux ou trois immersions semblables, la dorure est devenue assez épaisse pour qu'il soit inutile de prolonger l'opération.

Je n'entrerai pas dans les détails de toutes les précautions qu'il faut prendre pour bien réussir; je me bornerai à en indiquer quelques-unes.

Il faut que le courant électrique soit très-faible, et on doit éviter, autant qu'on le peut, que par l'effet d'une trop grande intensité du courant il se dégage de l'hydrogène sur l'objet qu'on veut dorer; ce dégagement de gaz pourrait, s'il était trop abondant, empêcher l'or de se déposer solidement. En conséquence, il ne faut mettre que quelques gouttes d'acide sulfurique ou nitrique dans l'eau où plonge le zinc, et n'enfoncer ce métal dans le liquide que de la quantité nécessaire pour qu'un courant suffisant s'établisse, ce qu'avec un peu de pratique on obtient facilement.

L'objet qu'on veut dorer peut être préalablement décapé et poli, ou simplement décapé. Dans le premier cas, il sort de l'opération du dorage avec une dorure brillante qui semble avoir été soumise à l'action du brunissoir. Dans le second cas, la dorure est terne; elle ressemble à celle qu'on obtient au moment où l'on retire du feu les objets qu'on dore par l'amalgame, peut-être la couche d'or est-elle plus épaisse; ce qui pourrait faire supposer qu'il en est ainsi, c'est qu'il faut plus d'immersions pour opérer le dorage. Il faut avoir soin dans les deux cas de bien décaper, et surtout de bien dégraisser et nettoyer l'objet qu'on veut dorer. Il est bon aussi de le laver dans de l'eau légèrement acidulée chaque fois qu'on le retire de la dissolution avant de l'essuyer et de le frotter, et de même après qu'on l'a frotté avant de l'y remettre. Un moyen assez bon de le décaper consi-te à le faire communiquer pendant quelques instants dans l'eau acidulée avec un morceau de zinc qui, formant avec lui un couple, détermine sur la surface un dégagement abondant d'hydrogène.

La couleur de la dorure paraît tenir à plusieurs circonstances, au titre de l'or dissous, à la nature du métal qu'on dore, au degré de concentration plus ou moins grand de la dissolution d'or. Le poli ou le non poli préalable de la surface qui reçoit la dorure, paraît aussi avoir de l'influence sur la couleur. Dans le cas où la surface n'a pas été préalablement polie, la dorure est beaucoup plus rouge, ce qui tient probablement à ce que les molécules d'or se déposant sur une surface raboteuse et non parfaitement unie, leur inclinaison mutuelle donne naissance à un jeu de lumière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semblable à celui qui a lieu dans l'intérieur d'un vase coloré; ce qu'il y a de curieux, c'est que le brunissoir, en passant sur la dorure, ne détruit pas cet effet.

Il faut avoir grand soin que l'objet qu'on va dorer ne soit en contact avec la dissolution d'or qu'après que tout a été arrangé de façon que le courant électrique ait lieu dès que ce contact est établi; autrement l'action directe, sans courant, de la dissolution d'or sur la surface à dorer, empêcherait la dorure de bien prendre, surtout s'il s'agissait de l'argent.

Le procédé me paraît être très-économique; tout ce qui est étranger à l'or est fort peu dispendieux : quant à l'or lui-même, il en faut très-peu pour une dorure passablement belle. J'ai réussi à dorer dix cuillers à café d'argent avec une dissolution qui renfermait 800 milligrammes d'or. En supposant que la dorure des 10 cuillers ait pris tout l'or de la dissolution, ce qui n'était pourtant pas le cas, chaque cuiller aurait pris 80 milligrammes d'or, ou pour 32 centimes environ, en portant à 4 francs le prix du gramme de l'or fin, prix plutôt élevé. Il est vrai que la dorure n'était pas très-épaisse; elle était d'un beau jaune-vert, qu'on nomme *or anglais*. Cependant, elle a résisté au frottement réitéré d'une peau et du brunissoir. Une température élevée de 300 à 400 degrés ne l'a pas altérée; elle a seulement fait pénétrer l'or un peu plus intimement dans la surface de l'argent; mais une seconde dorure mise sur la première, d'après le même procédé, a produit alors une couche très-épaisse, et probablement d'une grande durée.

Les divers objets que j'ai dorés au moyen du procédé que je viens de décrire, sont des fils, des plaques, des cuillers à café d'argent, des cuvettes de montre en laiton. J'ai même réussi à dorer quelques roues d'horlogerie. Les extrémités des dents se dorent bien; mais la couleur n'est pas celle que les horlogers préfèrent, elle est trop rouge. Je suis occupé à chercher les moyens de la rendre plus jaune et plus mate.

Tout objet me paraît pouvoir, quelle que soit sa forme, être doré par le procédé en question. On peut même dorer partiellement une surface, soit en recouvrant de cire les parties qui ne doivent pas recevoir la dorure, soit en amenant avec un pinceau la dissolution d'or sur les parties qui doivent être dorées.

On peut aussi produire sur une surface par la dorure des traits dont les contours forment des lettres ou des figures.

J'ajouterai, en terminant, que depuis que mon travail a été achevé, j'ai eu connaissance d'un procédé pratiqué en Allemagne et en Angleterre pour dorer avec une dissolution d'oxide d'or dans la potasse. Ce procédé, qui n'a pas été généralement adopté, exige l'emploi d'une température élevée, tandis que le procédé électro-chimique a lieu à froid. Il ne présente pas l'avantage, comme ce dernier, d'enlever l'oxigène et le chlore à l'or, et de les empêcher d'attaquer l'objet qu'il faut dorer, comme le fait le procédé électro-chimique, qui transporte par la force du courant électrique ce chlore et cet oxigène en dehors de la dissolution à travers le diaphragme de vessie sur le zinc placé dans l'eau acidulée. Aussi ce procédé, purement chimique, ne donne-t-il, à ce qu'il paraît, qu'une dorure terne et peu vive. Je le crois aussi moins économique et d'une manutention moins facile. Enfin, il me paraît présenter d'autres inconvénients qu'on ne rencontre pas dans le procédé électro-chimique, et dont au reste les praticiens seront les meilleurs juges. Quoi qu'il en soit, l'expérience décidera quel est celui des deux procédés qui a la supériorité. Ce qui m'engage à faire connaître le mien, dût-il n'avoir qu'une application partielle, c'est de voir que le procédé purement chimique paraît être abandonné, et qu'on continue à faire usage de celui qui est fondé sur l'emploi du mercure dans bien des cas où je me suis déjà assuré que la méthode électro-chimique pourrait bien être substituée avec avantage.

Sur la précipitation de l'or.

Par M. A. Morin, Pharmacien, à Genève.

Toutes les fois qu'on dissout de l'or dans le but de faire quelque préparation de ce métal, ou pour affiner la surface des bijoux pour la mise en couleur, il en reste dans les eaux-mères une portion plus ou moins notable. Divers procédés ont été recommandés pour en opérer l'extraction. Ils sont fondés sur la propriété qu'ont différentes substances minérales ou de nature organique de précipiter à l'état métallique l'or de ses dissolutions.

Les principales substances utilisées dans ce but sont le sulfate de fer employé depuis fort longtemps, et l'acide formique ou les formiates de potasse et de soude, que la plupart des recueils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scientifiques les plus estimés ont préconisés dans ces derniers temps comme un excellent moyen de revivifier à peu de frais et complétement les plus petites quantités d'or retenues dans un liquide.

Quoique le sulfate de fer soit un sel d'un prix très-bas comparé à celui des formiates ou de l'acide formique, la valeur du métal pour l'extraction duquel on peut employer ces diverses substances est telle qu'on ne devrait probablement pas hésiter à employer la plus élevée en prix, si elle offrait le moyen de retirer l'or plus complétement. Il pouvait donc y avoir quelque intérêt pour tout laboratoire, ou toute industrie appelée à faire des dissolutions d'or, à connaître la valeur comparative des deux procédés le plus généralement recommandés pour la précipitation. J'ai cherché à résoudre cette question en utilisant dans ce but les eaux mères qui provenaient de quelques préparations de ce métal.

Elles furent divisées en deux parties égales pesant chacune un kilogramme; et comme chaque partie contenait un peu plus de deux grammes d'or, elles représentaient une dissolution de ce métal au $\frac{1}{470}$.

Dans l'une, je versai de l'acide formique concentré, jusqu'à ce qu'elle prît une acidité prononcée. Sa couleur devint d'un beau jaune foncé. Il ne se précipita point d'or même en chauffant. Le formiate de potasse, essayé avec une petite partie de cette liqueur étendue, ne manifestait aucune réaction. Ce ne fut que lorsque la liqueur eut été évaporée à moitié que des paillettes métalliques parurent à la surface.

L'addition de quelques gouttes de potasse caustique en augmenta beaucoup la production, ce qui me détermina à en ajouter aussi longtemps que ce corps déterminait un précipité. Celui-ci avait l'apparence de flocons noirâtres mêlés de paillettes métalliques. Il se déposait très-promptement. La liqueur était neutre et de couleur verte. L'addition de quelques gouttes de potasse caustique n'y occasionnait plus de précipité, et celle d'un léger excès d'acide formique ne produisait d'autre effet que celui de faire tourner la couleur du liquide au jaune foncé. Une nouvelle concentration du liquide ne produisit pas d'autre séparation de métal. Le précipité, lavé et séché, était noir. Chauffé au rouge, il prit l'éclat propre à l'or. Son poids était de 1,535 gramme.

Les eaux de lavage et les eaux mères réunies furent alors mêlées avec une dissolution de sulfate de fer. Il s'y forma un abondant précipité noir que je traitai à chaud par de l'acide muriatique. Il devint brun clair et très-léger. En y ajoutant de nouveau du sulfate de fer, il s'y forma des paillettes métalliques. Je continuai l'addition de ce sel jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus rien. Le dépôt lavé avec de l'eau chaude, puis avec de l'acide, fut séché et rougi : il avait l'éclat métallique. Son poids s'éleva à 0 gram. 717, à peu près la moitié de celui qui précède. Cette quantité d'or, réunie à la précédente, donna un poids total de 2 gram. 252.

Cet essai pouvait paraître suffisant pour décider de la supériorité du sulfate de fer sur l'acide formique et le formiate de potasse pour extraire l'or de la dissolution. J'essayai cependant l'action directe du sulfate de fer sur l'autre partie du liquide, en acidulant d'abord par l'acide chlorhydrique et en chauffant; j'ajoutai du sulfate de fer aussi longtemps qu'il produisit un précipité. D'abord violet, il passa au brun clair. Je séparai le précipité du liquide surnageant, le lavai avec de l'eau et de l'acide chlorhydrique, le séchai et le fis rougir. Il pesait 2 gram. 280, quantité sensiblement égale à celle des deux autres précipités.

Les eaux mères et les eaux de lavage réunies furent traitées par du formiate de potasse qui n'y occasionna aucun précipité, même en concentrant beaucoup la liqueur par l'évaporation.

Ces essais montrent :

1° Que l'acide formique ne précipite une dissolution d'or que lorsqu'elle est évaporée de manière à contenir au moins $\frac{1}{227}$ d'or;

2° Que le formiate de potasse produit cet effet beaucoup mieux que l'acide formique seul;

3° Que le formiate de potasse ne sépare d'une dissolution d'or concentrée que les deux tiers environ de l'or qu'il contient;

4° Que le sulfate de fer précipite complétement des liqueurs qui ne contiennent que $\frac{1}{470}$ d'or.

La précipitation de l'or par le sulfate de fer est donc beaucoup plus avantageuse que celle par le formiate de potasse. Elle est complète, plus facile et beaucoup plus économique. Cependant deux précautions sont nécessaires pour bien réussir cette opération : l'emploi de la chaleur et une addition notable d'acide chlorhydrique.

La chaleur donne au précipité un état de cohésion qui en facilite la séparation. L'acide accélère l'action du sulfate de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'opération se termine ainsi en quelques minutes.

Sur l'huile de lin et le vernis à l'huile de lin.

Par M. J. Liebig (1).

C'est sur la propriété dont jouit l'huile de lin, de se transformer peu à peu à l'air en une matière brillante non gluante, qu'est fondé son emploi important dans les arts et la peinture.

La promptitude avec laquelle s'opère ce changement, cette prétendue dessiccation de l'huile de lin dépend en partie de son âge; l'huile de lin récente exige un temps plus long que l'huile ancienne qui a déposé. On peut, comme on sait, accélérer extrêmement cette transformation en chauffant jusqu'à l'ébullition l'huile de lin avant son emploi, soit seule, soit avec de l'oxide de plomb ou de zinc; elle prend en cet état le nom de vernis à l'huile de lin. Ce vernis est plus ou moins coloré, plus épais que l'huile qui a servi à sa préparation; il se change, à la température ordinaire, dans l'espace de 24 heures, sur des plaques de verre, en un enduit gluant, brillant comme une glace, tandis que l'huile de lin exige 8 à 10 jours pour éprouver le même changement.

Les modifications que l'huile de lin subit pour passer à l'état de vernis ont été très-peu étudiées; suivant l'opinion la plus commune, l'oxide de plomb lui fait éprouver une réduction partielle. L'huile s'empare de l'oxigène et de l'oxide de plomb, et subit de cette manière, pendant la préparation du vernis, une partie des modifications qu'elle n'éprouve à l'air que dans un laps de temps plus long.

D'après quelques recherches que j'ai entreprises sur la préparation du vernis, cette opinion n'est pas fondée; il paraîtrait au contraire que la transformation de l'huile de lin en vernis est basée sur l'élimination de substances qui s'opposent à l'oxidation, en la ralentissant ou l'empêchant. Mes expériences n'ont pas eu pour objet, j'en fais la remarque expresse, la recherche de la cause de l'altération que l'huile de lin éprouve dans son contact avec l'oxigène; mais elles se bornent simplement à l'action de l'oxide de plomb sur l'huile de lin et à la recherche du meilleur mode de préparation du vernis.

(1) Nous avons emprunté la traduction de cet article au Journal de Pharmacie, du mois d'avril, p. 193.

Les expériences de Saussure relatives à l'action du gaz oxigène sur les huiles siccatives, montrent une différence extraordinaire sous le rapport de la durée du temps et de la période d'absorption de l'oxigène; cette absorption s'opère en quelque sorte par bonds. Une couche d'huile de noix n'avait, par exemple, absorbé en 8 mois que 5 fois son volume d'oxigène; au bout de ce temps, il observa une augmentation disproportionnée pour la rapidité, et telle que la même couche avait dans les dix jours suivants absorbé 20 fois autant d'oxigène que dans les 8 mois précédents.

Ce phénomène extraordinaire ne peut s'expliquer que par la présence d'une substance étrangère qui, en dissolution dans l'huile, empêche le contact de l'oxigène, substance qui éprouve une oxidation semblable à celle de l'huile, bien qu'avec beaucoup plus de lenteur. Je ne déciderai pas si cette substance doit porter le nom de mucilage; elle provient en tout cas de l'albumine végétale des semences employées à l'extraction de l'huile.

L'action de l'oxigène sur l'huile elle-même doit être empêchée par cette matière mucilagineuse; on peut se la représenter comme enveloppant les molécules d'huile et paralysant leur propriété d'absorber l'oxigène jusqu'à sa propre destruction.

Les recherches suivantes suffiront peut-être pour justifier l'opinion qui attribue la transformation de l'huile de lin en vernis à une purification de l'huile, unique condition de sa condition de se solidifier à l'air.

Si l'ébullition simple augmente comme on sait cette propriété, elle s'accroît encore plus lorsqu'on ajoute de l'oxide de plomb ou de l'oxide de zinc à l'huile en ébullition. L'ébullition à une haute température détruit peu à peu le mucilage; il y a dissolution d'oxide de plomb et formation d'une combinaison qui reste dissoute dans l'excès d'huile.

L'huile de lin pure bouillie et l'huile de lin à l'oxide de plomb se sèchent toutes deux avec promptitude à l'air, mais la dernière paraît posséder cette propriété à un bien plus haut degré. C'est, je crois, une méprise, en tant que le jugement porte sur l'état de viscosité, que toutes deux prennent par l'exposition en couches minces à l'air. L'huile de lin soumise à l'ébullition avec de l'oxide de plomb est plus épaisse et tient en dissolution une combinaison solide, dont la séparation rend naturellement l'huile qui épaissit plus gluante que ne l'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'huile de lin soumise seule à l'ébullition.

J'ai cru d'abord que la formation du vernis était due à une saponification ou à une destruction de la glycérine, l'une produite par l'oxide de plomb et l'autre par l'élévation de température.

Cette opinion paraissait justifiée par ce fait que de l'huile de lin chauffée à 100° et mélangée à de la litharge, et à travers laquelle on faisait passer pendant une heure des vapeurs d'eau bouillante, se changeait en un excellent vernis qui se séchait promptement et facilement à l'air et n'était que peu coloré. Mais lorsqu'on eut fait bouillir plus longtemps un mélange d'huile de lin avec de la litharge et de l'eau, on obtint une masse épaisse qui se sécha très-difficilement à l'air et conserva pendant longtemps une consistance d'onguent. Pour mettre hors de doute que la saponification n'est pas une condition de la formation du vernis, j'ai complétement saponifié de l'huile de lin par de la potasse caustique, et j'ai séparé l'acide oléique formé par de l'acide chlorhydrique. L'acide oléique retiré du savon d'huile de lin est sous la forme d'une huile épaisse, qui se prend en une masse cristalline à 10-12°. Lorsqu'on sépare par le filtre, à une température un peu plus élevée, la portion solide qui s'est déposée, on obtient environ 1/10e de l'huile d'un corps blanc, solide, qui se dissout facilement dans l'alcool chaud, et s'y dépose en aiguilles fines, à la manière de l'acide margarique. L'acide oléique liquide ne s'est pas séché plus promptement à l'air que l'huile de lin; il a dissous à chaud une grande quantité d'oxide de plomb, et saturé de cet oxide, il a pris la consistance emplastique.

Lorsqu'on y eut fait dissoudre une quantité telle d'oxide de plomb qu'il conservât encore son état liquide, après le refroidissement on obtint une combinaison identique dans ses propriétés avec l'huile de lin qu'on avait fait bouillir pendant plusieurs heures avec de l'eau et de la litharge, c'est-à-dire pas de vernis.

Il résulte avec certitude de ce qui précède que la formation du vernis est indépendante de la séparation de la glycérine avec l'huile; qu'au contraire, cette substance prend part elle-même aux propriétés siccatives.

Ces recherches m'ont démontré dans l'emploi du sous-acétate de plomb le mode de préparation du vernis le plus simple et le meilleur.

Si on mêle avec soin, par l'agitation et à la température ordinaire, de l'huile de lin avec du sous-acétate de plomb, et qu'on laisse le mélange se clarifier par le repos, il se sépare une grande quantité d'un dépôt blanc limoneux, contenant de l'oxide de plomb; l'huile surnageante est transformée en un excellent vernis : il a une couleur jaune de vin. Étendu en couches minces, il se sèche parfaitement en vingt-quatre heures et contient quatre à cinq p. 0/0 d'oxide de plomb en dissolution. Les proportions suivantes sont avantageuses pour la préparation en grand. On verse dans un flacon 500 grammes d'acétate de plomb, 2,500 grammes d'eau de pluie, et on ajoute, lorsque la dissolution est terminée, 500 grammes de litharge réduite en poudre très-fine; on accélère la dissolution de la litharge par l'exposition dans un lieu modérément chaud et en remuant fréquemment. On peut la regarder comme terminée lorsqu'on n'aperçoit plus de paillettes de litharge. Il se forme dans cette opération un dépôt blanc brillant, que l'on peut laisser dans la liqueur, ou en séparer par le filtre. La dissolution s'opère dans un quart d'heure en chauffant jusqu'à l'ébullition. Si l'on n'emploie pas du tout la chaleur, il faut abandonner pendant plusieurs jours le mélange à lui-même.

La dissolution obtenue sert à la préparation de 10 kilog. de vernis : on l'étend de son volume d'eau de pluie et on l'ajoute peu à peu, en agitant fréquemment, à 10 kilog. d'huile de lin dans laquelle on a préalablement divisé avec le plus de soin possible 500 gram. de litharge réduite en poudre très-fine. En renouvelant trois à quatre fois le contact de la dissolution plombique avec l'huile par des agitations réitérées, et laissant alors le mélange se clarifier en un lieu chaud, on obtient le vernis jaune de vin et clair, surnageant la liqueur aqueuse dans laquelle se trouve divisé en grande quantité le dépôt blanc dont il a été question. La liqueur aqueuse filtrée contient toute la quantité d'acétate de plomb employée primitivement. Elle peut servir pour toutes les préparations suivantes, au lieu d'une nouvelle dissolution d'acétate de plomb, après qu'on y a fait dissoudre de nouveau 500 grammes de litharge.

Pour obtenir le vernis limpide, il est nécessaire de le filtrer à travers du gros papier non collé, ou sur du coton; il se sépare alors d'une poudre blanche fine, qui ne se dépose qu'avec lenteur par le repos. On peut le blanchir par l'exposition au soleil. Si l'on veut avoir du vernis exempt d'oxide de plomb, il suffit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'en agiter une portion avec un peu d'acide sulfurique étendu, et d'abandonner la liqueur au repos ; il se sépare du sulfate de plomb, et au-dessus vient nager le vernis exempt de plomb, limpide et dans l'état de pureté.

Note sur un papier impressionnable à la lumière, destiné à reproduire les dessins et les gravures.

Par M. Edmond Becquerel.

Peu après la découverte de MM. Niepce et Daguerre, on a recherché différents papiers impressionnables à la lumière. A ma connaissance, il n'y en a que deux ou trois qui donnent des dessins dans le même sens que la nature, c'est-à-dire qui représentent les ombres par des ombres et les clairs par des clairs. M. Talbot est parvenu à former un de ces papiers, et dans une des dernières séances de l'Académie, M. Bayard a exposé le procédé par lequel il reproduisait depuis quelque temps les dessins de la chambre obscure. La préparation de ces papiers exige l'emploi du nitrate d'argent.

Il y a plusieurs mois M. Ponton fit connaître un papier sensible : sa préparation consiste à plonger une feuille de papier dans une solution de bichromate de potasse, à faire sécher le papier et à l'exposer ainsi à la lumière. Alors l'action de l'acide chromique sur le papier est telle que les parties exposées au rayonnement se colorent peu à peu en prenant successivement les couleurs jaune foncé, puis bois foncé : si ensuite l'on plonge le papier dans l'eau, tout le bichromate qui n'a pas été exposé à l'action solaire est dissous, et on n'a d'imprimées sur le papier que les parties qui ont été exposées à la lumière. A l'aide de ce papier M. Ponton a copié des gravures avec avantage. On obtient ainsi une représentation faible des objets, les ombres étant représentées par des clairs, *et vice versâ*, comme avec des papiers de chlorure ou de bromure d'argent. En étudiant l'action de l'acide chromique sur les matières organiques sous l'influence de la lumière, action sur laquelle je travaille en ce moment, j'ai été conduit à continuer le procédé de M. Ponton, et je suis parvenu à produire un nouveau papier de manière à représenter, dans le dessin produit par l'action du rayonnement solaire, les ombres par les ombres et les clairs par les clairs, et à donner non-seulement une autre teinte au dessin, mais encore plus de vigueur. Il suffit de plonger un papier, préparé à la manière de M. Ponton et sur lequel il existe une représentation faible d'un dessin, dans une dissolution alcoolique d'iode, de laver ce papier dans l'eau, puis de le faire sécher : alors les parties qui étaient blanches deviennent bleues, et celles qui étaient jaunes restent plus ou moins claires.

Voici le détail et l'explication de ce procédé. Ayant employé différentes sortes de papiers enduits de bichromate, je reconnus qu'ils n'étaient pas tous aptes à reproduire rapidement les dessins ; que le mode de collage influait sur la coloration de la lumière, et qu'avec du papier non collé cette coloration ne s'effectuait qu'à la longue ; dès lors je m'aperçus que la principale réaction avait lieu de l'acide chromique contenu dans le bichromate par l'amidon qui entrait dans la colle du papier. Alors, comme l'amidon a la propriété de former avec l'iode une combinaison d'un très-beau bleu, je pensai que sur les parties du papier qui n'avaient pas été exposées à l'action des rayons solaires, l'amidon ne s'étant pas combiné avec l'acide chromique, l'iode devait former l'iodure bleu et représenter ainsi les ombres par des ombres.

Quand on veut à l'aide de ce procédé copier une gravure, voici la marche que j'ai suivie. On s'assure d'abord que le papier est bien collé et que l'amidon est répandu uniformément à la surface : pour cela on le trempe dans une légère dissolution alcoolique d'iode, puis on le lave à grande eau. Par cette seconde immersion il doit prendre une belle teinte bleue que la première immersion ne lui donnait pas. Si cette teinte est uniforme, on juge le papier convenable à l'expérience ; dans le cas contraire, on pourrait le coller soi-même à l'amidon.

On le trempe ensuite, comme l'a indiqué M. Ponton, dans une solution concentrée de bichromate de potasse ; puis, pour que le papier soit teint d'une manière uniforme, après quelques instants d'immersion, on le comprime fortement entre des feuilles de papier brouillard, puis on le fait sécher, soit en le laissant dans le papier brouillard à l'obscurité, soit en l'approchant du feu. Ce papier, pour être bien impressionnable, doit être très-sec. Quand il est ainsi enduit de bichromate, on le place sur une planche, puis on le couvre de la gravure que l'on veut copier, en ayant soin que le côté du dessin soit appliqué sur le papier sensible, et avec une plaque en verre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munie de vis de pression, l'on presse ces deux papiers l'un contre l'autre, et on les expose ainsi aux rayons solaires. Après un temps qui varie de 30 secondes à 13 minutes, suivant l'épaisseur du papier de la gravure, le dessin est assez marqué. (A la lumière diffuse, ce temps serait plus long.) On enlève la gravure, on lave le papier, puis on le fait sécher; quand il est sec, on le trempe dans une légère dissolution alcoolique d'iode, et ensuite, lorsqu'il y a séjourné quelque temps, on le lave dans l'eau, et on le fait sécher avec soin dans du papier brouillard, mais pas au feu, car un peu avant 100° l'iodure d'amidon se décolore. Si on juge que le dessin n'est pas assez marqué, on répète plusieurs fois cette immersion. On peut, par ce moyen, obtenir l'intensité de ton que l'on veut donner au dessin, intensité que l'on ne pouvait pas changer à volonté en employant une dissolution d'iode plus concentrée.

Quand le papier est humide, les ombres sont d'un très-beau bleu; mais quand il est sec, la couleur devient violet foncé. J'ai reconnu que, lorsqu'il est encore humide, si on le recouvre d'une couche de gomme arabique, la couleur du dessin se conserve en grande partie, et est plus belle quand il est sec. Quand un papier est ainsi préparé, dans les premiers instants il perd un peu de son ton, mais ensuite il conserve sa teinte violacée.

Au moyen de ce procédé, on copie avec fidélité des gravures et des dessins, et cela à très-bas prix, car la préparation est très-peu dispendieuse et d'une facile exécution. Toutefois la vigueur du dessin produit n'est pas aussi grande que celle de la gravure, et il n'en a pas la richesse. Les dernières teintes sont fidèlement reproduites, et cette copie se rapproche d'un dessin fait à l'estompe.

Les essais tentés pour reproduire les images de la chambre obscure au moyen de ce papier impressionnable n'ont pas encore donné de résultats complétement satisfaisants.

Procédé pour déterminer à l'avance la durée de l'exposition des épreuves daguerriennes à la chambre noire.

Par M. Soleil, ingénieur-opticien.

Les changements de couleur que le chlorure d'argent éprouve par l'action de la lumière peuvent être mis à profit pour fixer le temps nécessaire à la production des images photogéniques, puisque la même portion de la radiation donne naissance aux unes et aux autres. Après un assez grand nombre de tâtonnements, je me suis arrêté à l'appareil dont voici la description. On prend un tube de laiton de 40 millimètres de longueur sur 23 de diamètre; il est noirci intérieurement, ouvert à l'une de ses extrémités, et fermé à l'autre par une plaque mobile, au-devant de laquelle on glisse une carte. Sur cette carte, préalablement enduite de gomme ou de dextrine, on applique avec une spatule une couche d'environ 1 millimètre d'épaisseur de chlorure d'argent humide, que l'on conserve pour cet usage dans un flacon enveloppé de papier noir. On tourne le tube ainsi disposé du côté de l'objet dont on veut prendre l'image, et l'on compte le temps que le chlorure d'argent emploie à passer du blanc au gris ardoise. Ce temps est assez égal à celui durant lequel la plaque iodée doit être maintenue dans la chambre noire.

Images photographiques sur papier argenté.

Par M. Ad. Raifé.

M. Raifé a présenté à l'Académie des sciences, dans sa séance du 24 mai, ses premiers essais sur papier d'argent au daguerréotype. Sur ce papier, les images sont aussi durables que celles obtenues sur le plaqué. La facilité de porter un grand nombre de cartes sensibles et d'épreuves, la modicité du prix auquel elles reviennent, peuvent en rendre l'usage utile aux voyageurs, non comme représentation artistique, mais considéré seulement comme croquis positivement exacts. L'action de la lumière y est aussi prompte que sur le plaqué. Les épreuves y sont fixées par un lavage d'hyposulfite de soude. Elles peuvent aussi se conserver en voyage dans un livre. La première opération consiste à coller le papier d'argent sur carte lorsqu'il est sec; on le saupoudre de tripoli, qu'on frotte à sec avec du coton. La couche d'iode s'y fixe alors facilement. Le mercure ensuite fait apparaître l'image; le lavage en garantit la durée. Les épreuves ainsi préparées peuvent supporter l'action de la presse sans grande altération.

De l'huile de foie de morue.

M. L. Gmelin, dans un mémoire publié dans les *Annales de Pharmacie*, vient de démontrer que l'iode était constamment contenu dans l'huile de foie de morue. Cette substance paraît être la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cause essentielle de ses propriétés médicinales. Il y a dans le commerce quatre sortes de véritable huile de foie de morue. En effet, on fait fondre l'huile que rapportent les bâtiments de la pêche de Terre-Neuve en exposant au soleil les foies de la morue (*gadus calarias*, Lin.) dans des tonneaux placés debout, et munis de trois bondes superposées. Lorsqu'on enlève la bonde supérieure, on a l'huile la plus claire, qui est la plus propre à l'usage médical. Plus tard, on ôte la bonde moyenne, puis l'inférieure, qui donne de l'huile brune. Le résidu du tonneau, exprimé à chaud, fournit une huile très-foncée et épaisse, qui trouve son emploi dans la chamoiserie.

Éclairage de Londres.

Il y a maintenant, pour éclairer Londres et ses faubourgs, dix-huit établissements publics de gaz et douze compagnies. Le capital dépensé dans l'établissement de ces usines pour les constructions, les tuyaux, les gazomètres, les réservoirs et appareils, a été de 80 millions de francs, qui donnent un revenu brut annuel de 16,800,000 fr. On emploie chaque année, pour produire le gaz dans ces usines, 180,000 tonneaux de houille, qui donnent 400 millions de mètres cubes de gaz qu'on lance dans 134,000 becs chez 40,000 particuliers, et dans 30,400 becs pour l'éclairage public des rues. Les becs sont allumés et éteints chaque jour par 580 préposés. 176 gazomètres, dont plusieurs sont doubles, accumulent 500,000 mètres cubes de gaz, et 890 tonneaux de houille sont employés dans les cornues pendant 24 heures dans les jours les plus courts de l'année. Dans ces jours, la consommation est 712,000 mètres cubes de gaz, et plus de 2,500 personnes sont employées à cette fabrication dans la métropole seulement.

Préparation et emploi du mélange du gaz oxigène et hydrogène.

Par MM. Hess et Jacobi.

On connaît les résultats surprenants qui ont été obtenus soit pour la fusion de différentes substances très-réfractaires, soit pour l'éclairage (lumière de Drummond), au moyen du mélange des gaz oxigène et hydrogène; mais l'emploi des gazomètres coûteux, le danger plus ou moins grand qui en est la conséquence, et la difficulté de préparer avec une facilité suffisante une quantité considérable d'oxigène, ont toujours limité l'emploi de ces substances.

Les perfectionnements que M. Jacobi a fait subir aux appareils voltaïques pour les appliquer au mouvement des machines, tant par rapport à leur énergie qu'à la constance de leur action, amenaient naturellement la question de savoir jusqu'à quel point ces appareils pourraient servir à vaincre les difficultés dont on vient de parler.

Plusieurs expériences que M. Jacobi a entreprises, de concert avec M. Hess, sur la décomposition de l'eau par la pile voltaïque, ont donné pour résultat que même dès à présent une batterie de $1^m,035$ carré (10 pieds carrés) de zinc suffit pour produire 30 décimètres cubes (1 pied cube) du mélange détonnant par heure.

Un bec Drummond, tel qu'il a été essayé à l'usage des phares, consomme 180 décimètres cubes (6 pieds cubes) de gaz par heure, et possède le pouvoir éclairant de 123 bougies de 30 millimètres de diamètre. Pour produire cet effet pendant un temps voulu, on n'a besoin que d'une batterie de $6^m,33$ carrés (60 pieds carrés) de zinc, qui occupe, d'après les dispositions actuelles, $1^m,10$ carré sur 27 centimètres de hauteur. Mais comme ces appareils peuvent être facilement superposés, un espace de 45 centimètres carrés sur 42 de hauteur serait suffisant pour contenir l'appareil.

Pour des cas ordinaires qui n'exigent pas une si énorme intensité de lumière, il suffit d'un appareil qui produit et consomme 60 à 90 décimètres cubes par heure, et n'occupe que 20 à 30 centimètres carrés, et peut, par conséquent, trouver toujours un emplacement facile.

Une seule personne suffit pour le monter et le charger dans l'espace de 3/4 d'heure. Il n'exige aucune autre préparation, et rend les provisions de gaz inutiles, vu que le gaz est consommé à mesure qu'il se produit.

Le dégagement de ce gaz est parfaitement uniforme, ainsi que les deux savants physiciens s'en sont assurés par une expérience où le jet de gaz de 30 à 60 décimètres cubes, dirigé sur un morceau de chaux, répandait une lumière agréable qui a été entretenue pendant plusieurs heures.

MM. Hess et Jacobi, qui proposent de nommer ce gaz *électrolytique*, par égard à la source dont il dérive, croient que c'est pour la première fois qu'on lui donne une application technique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, Ingénieur civil.

(Suite.)

TROISIÈME PARTIE.

Construction des locomotives.

Outre les notions historiques que nous avons succinctement données dans la première partie de cet ouvrage sur la disposition des parties d'une locomotive, et les connaissances théoriques que nous avons développées dans la seconde, la construction des locomotives exige des connaissances spéciales qui constituent l'organisation, proprement dite, de l'atelier de construction, et que nous classerons ainsi :

1° Propriétés chimiques et physiques des matériaux employés de préférence dans la confection des pièces des locomotives ; 2° mode de traitement de ces matières pour les convertir en pièces de machines ; 3° organisation de l'atelier de construction ; 4° composition des locomotives.

L'étude de ces quatre connaissances pratiques formera la troisième partie de notre ouvrage, et se composera de quatre chapitres, dont les titres seront ceux des connaissances que nous venons de définir.

CHAPITRE PREMIER.

Propriétés chimiques et physiques des matériaux employés de préférence dans la confection des pièces des locomotives.

Toute pièce faisant partie d'une locomotive doit satisfaire aux quatre conditions générales suivantes :

1° Légèreté ; 2° ténacité ; 3° exécution facile ; 4° prix de revient minimum. Et pour quelques-unes d'entre elles, à la condition spéciale : conductibilité maxima de la chaleur.

Les matériaux employés dans les arts pour la confection des objets usuels, peuvent se classer en six groupes principaux qui sont : les pierres, les poteries, les verres, les métaux, les bois, les matières textiles. Or, pour une résistance déterminée, les pierres sont lourdes et cassantes, les poteries sont cassantes, les verres sont cassants ; les métaux sont légers et tenaces ; les bois sont légers, mais faibles ; les matières textiles sont incapables d'affecter une forme solide, et, par cela même, hors de comparaison.

Les métaux et les bois sont les seuls matériaux entre lesquels on peut balancer pour leur emploi dans la confection des machines ; et comme ces derniers ne remplissent qu'imparfaitement les conditions de la ténacité, ils cèdent la place aux métaux qui sont employés exclusivement.

Parmi les quarante métaux connus, peu jouissent à la fois des propriétés énoncées en troisième et quatrième lieu comme conditions indispensables, et qui sont : exécution facile, prix de revient minimum. Mais tous jouissent de la propriété spéciale : conductibilité de la chaleur, seulement à des degrés variables.

Les métaux qui peuvent se travailler et affecter les diverses formes qu'on désire leur donner, tant purs que combinés ou alliés, présentent en outre l'avantage d'être répandus dans la nature en quantités convenables, et sont : l'or, le platine, l'argent, le nickel, le cuivre, l'étain, le fer, le plomb, le zinc. L'or, le platine et l'argent sont trop chers pour entrer, en si petite partie que ce soit, dans la confection des machines.

Le nickel est trop rare et trop cher pour y être employé seul, mais peut y figurer en alliage avec le cuivre.

Le cuivre, l'étain, le fer, le plomb et le zinc sont les métaux que l'on emploie exclusivement, soit à l'état pur, soit à l'état de combinaison ou alliage.

Les propriétés physiques et économiques, déterminées ci-dessus comme indispensables, n'existent pas au même degré dans tous, et si nous les classons par ordre de supériorité dans chacune de ces propriétés, nous obtiendrons :

Pour la légèreté :

	Densité.
Zinc.	7.00
Étain.	7.20
Fer.	7.8
Cuivre.	8.895
Plomb.	11.352

Pour la ténacité :

	Résistance à la traction par centimètre quarré de section au moment de la rupture.
Fer.	4,384 kilogr.
Cuivre.	2,100
Zinc.	860
Étain.	332
Plomb.	130

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'exécution facile :

1° Ductilité.

1° Fer.
2° Cuivre.
3° Zinc.
4° Etain.
5° Plomb.

2° Malléabilité.

1° Cuivre.
2° Etain.
3° Plomb.
4° Zinc.
5° Fer.

3° Résistance à la lime.

1° Fer.
2° Zinc.
3° Cuivre.
4° Etain.
5° Plomb.

Pour le prix de revient minimum :

	Valeur du kil. brut.
1° Zinc.	0.30
2° Fer.	0.50
3° Plomb.	0.60
4° Etain.	1.50
5° Cuivre.	3.00

Enfin pour la conductibilité de la chaleur :

Cuivre.	1
Fer.	0.416
Zinc.	0.405
Etain.	0.337
Plomb.	0.200

En résumant ces diverses propriétés, on arrive aux résultats suivants :

1° Les pièces exécutées sont d'autant plus légères que leur ténacité est plus grande ; si donc on veut avoir les poids relatifs des pièces exécutées avec chacun de ces métaux, on posera les équations suivantes :

V, V′, volumes d'une pièce exécutée avec deux métaux différents.
P, P′, poids de ces volumes.
t, t', ténacités.
d, d', densités.

1° $V \times t = V' \times t'$;

d'où $V' = V \frac{t}{t'}$;

2° $P = V \times d$, $P' = V' \times d'$,

donc $\frac{P'}{d'} = \frac{P}{d} \frac{t}{t'}$, et $P' = P \frac{d'}{d} \frac{t}{t'}$.

Adoptant que le poids de la pièce exécutée en fer = 1, nous aurons, pour la légèreté des pièces, les nombres proportionnels suivants :

	Poids.
1° Fer.	= 1.
2° Cuivre $\frac{8.895 \times 4384}{7.8 \times 2100}$	= 2.38.
3° Zinc $\frac{7 \times 4384}{7.8 \times 860}$	= 4.60.
4° Etain $\frac{7.2 \times 4384}{7.8 \times 332}$	= 12.20.
5° Plomb $\frac{11.352 \times 4384}{7.8 \times 130}$	= 49.

2° En supposant que les frais d'exécution sont égaux, parce qu'on emploie chaque métal seulement là où la forme que l'on désire est celle qu'il affecte le plus facilement, le prix de revient des pièces exécutées sera :

	Fr.
1° Fer.	0,50
2° Zinc.	1,38
3° Cuivre.	7,14
4° Etain.	18,25
5° Plomb.	29,40

plus la main d'œuvre.

3° Pour la conductibilité de la chaleur, les surfaces nécessaires étant dans le rapport des facultés conductrices, on obtiendra le poids de chaque métal nécessaire pour laisser passer une même quantité de chaleur dans le même temps, en divisant les poids nécessaires à une même résistance par les nombres représentant les facultés conductrices. ce qui donnera :

	Poids.
Cuivre.	1
Fer.	1.01
Zinc.	4.80
Etain.	15.20
Plomb.	103.00

Les prix de revient relatifs s'obtiendront en multipliant ces poids par les valeurs de 1 kil. du métal considéré, ce qui donnera :

	Fr.
Fer.	0.05
Zinc.	1.44
Cuivre.	3.00
Etain.	22.80
Plomb.	62.00

Ainsi, à poids différents, pour des ténacités égales, des facilités d'exécution égales et des conductibilités égales, les métaux, classés par ordre de légèreté, sont : 1° le fer ; 2° le cuivre ; 3° le zinc ; 4° l'étain ; 5° le plomb.

Et classés par ordre de prix de revient minimum, sont : 1° le fer ; 2° le zinc ; 3° le cuivre ; 4° l'étain ; 5° le plomb. Les valeurs énormes de l'étain et du plomb, par rapport aux autres, les mettent hors de concours quant à leur emploi à l'état pur pour pièces de machines.

Le fer, tenant le premier rang dans les deux cas, est le métal par excellence pour la construction des machines, si l'on n'a égard qu'à ses propriétés physiques. Aux propriétés chimiques, nous devons indiquer dans quel cas on devra lui substituer l'un ou l'autre des deux métaux, *cuivre* et *zinc*, et lequel des deux on devra préférer dans ce cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Fer.*

Pur, le fer est un métal d'une couleur gris bleuâtre, d'une texture grenue, présentant dans sa cassure des pointes crochues, dilatable par la chaleur dans le rapport de 1 à 1,001238 en passant de 0° à 100°; fusible à un degré de chaleur si élevé, qu'on le considère dans les arts comme infusible; d'une capacité calorifique égale à 0,11 en moyenne, c'est-à-dire, n'exigeant que les 0,11 de la quantité de chaleur nécessaire à un même poids d'eau pour être élevé à une même température; électro-positif avec les métaux *antimoine*, *or*, *platine*, *argent*; électro-négatif avec les métaux *plomb*, *étain* et *zinc*; décomposant l'eau subitement à la température rouge, et lentement à la température ordinaire au contact de l'air, pour se recouvrir d'une couche rouge appelée rouille, et qui est du peroxide de fer, combinaison dans laquelle le fer joue le rôle d'électro-positif, et l'oxigène celui d'électro-négatif: il suit de là que, si on a la précaution de mettre le fer en contact avec l'un des métaux *zinc*, *plomb* ou *étain*, il ne s'oxidera pas à l'humidité, étant du même pôle que l'oxigène, principe sur lequel sont fondés le zinguage et les peintures dites galvanisées. Le fer jouit de la propriété d'attirer le barreau aimanté, et de pouvoir s'aimanter lui-même.

Les agents destructeurs auxquels le fer est exposé dans les machines sont les suivants :

1° L'humidité de l'air, qui le convertit en peroxide de fer.

2° Le soufre contenu dans la houille employée pour le chauffage des chaudières à l'état de bisulfure de fer; ce soufre, en se volatilisant, attaque les parois des chaudières et les convertit petit à petit en sulfure de fer fusible, et par conséquent incapable de résister à la pression intérieure.

3° L'air pur à une température rouge; cela a lieu quand les chaudières contiennent des dépôts qui empêchent la chaleur de traverser l'enveloppe métallique.

4° Les eaux salines et acidulées qui, se décomposant pour oxider le fer, le convertissent en sels par la combinaison de cet oxide avec les acides qu'elles tiennent en dissolution.

Le fer du commerce n'est jamais pur; il contient toujours au moins 0,002 carbone, 0,002 phosphore, 0,002 soufre. Suivant que ces matières lui sont combinées en plus ou moins grande proportion, il est plus ou moins cassant.

Quelque pur que soit le fer, on remarque que les vibrations ou la température prolongée le rendent cassant. L'effet des vibrations se manifeste très-souvent dans les jantes des roues de voiture, et on peut s'en convaincre en particulier en plaçant un clou reconnu de fer très-doux dans un endroit souvent agité, comme la fenêtre d'un rez-de-chaussée d'une rue fréquentée par les voitures.

Pour la température, on a fait l'expérience avec des fers de Suède de première qualité; on a pris six échantillons que l'on a divisés en deux morceaux chacun; on a placé un des morceaux de chaque dans un four, et on les a laissés pendant plusieurs heures à la température rouge. Retirés et battus sur l'enclume, ces fers cassaient comme les plus mauvais échantillons, tandis que les morceaux conservés froids étaient très-malléables. Réchauffés et laminés, ces fers sont redevenus bons.

On explique l'effet des vibrations et celui de la température par le déplacement des molécules.

Le fer, n'étant pas fusible, se forge à chaud et à froid; à chaud, il est mou comme du plomb, et affecte très-facilement les diverses formes qu'on veut lui donner; à froid, il prend un écrouissement qu'on lui fait perdre si l'on veut en le chauffant.

On distingue différentes qualités de fer dans le commerce :

Le fer manganésié, ductile à froid, cassant à chaud;

Le fer phosphoreux, cassant à froid, ductile à chaud;

Le fer sulfuré, cassant à froid, cassant à chaud.

Le fer manganésié est principalement recherché pour les tôles minces, parce que ces dernières se laminent presque à froid.

Le fer phosphoreux est recherché dans la fabrication des objets de quincaillerie, parce qu'il coûte peu, se travaille bien à chaud, et sert à la confection de pièces qui ne sont appelées à résister qu'à de faibles efforts. Néanmoins, il serait à désirer qu'on pût séparer le phosphore du fer, car les produits que cette industrie livre aujourd'hui au commerce sont d'une infériorité déplorable.

Les fers sulfurés sont la plaie de l'industrie des forges et la mort des usines qui les produisent, car ils ne sont bons à rien.

Pour séparer le manganèse, le phosphore et le soufre du fer, on emploie les méthodes suivantes, qui amènent depuis quelque temps des résultats assez avantageux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le manganèse, il suffit de ménager le dosage en chaux dans la castine que l'on mélange au minerai de fer dans les hauts fourneaux. Dans ce cas, le manganèse passe à l'état d'oxide dans les laitiers.

Pour le soufre et le phosphore, on jette dans le four à *puddler*, à la forge anglaise, un mélange de sel marin et de peroxide de manganèse, au moment où la fonte est en pleine fusion. La température a bientôt fondu ce mélange, qui, en contact avec les laitiers de la fonte, enrichis d'une petite quantité de silice, est converti en silicates, et laisse dégager du chlore qui, rencontrant le soufre ou le phosphore, les entraîne avec lui par la volatilisation à l'état de chlorure de soufre ou de phosphore.

Quel rôle joue ici le peroxide de manganèse ? Suivant les inventeurs de ce procédé, il se réduit à l'état métallique, en cédant son oxigène au chlorure de sodium, qui de son côté abandonne son chlore au soufre et au phosphore du fer pour se convertir en silicate de soude.

Mais le manganèse, réduit à l'état métallique, bien que très-oxidable, ne trouvant pas d'air pour se réoxider, puisqu'il est disséminé dans un bain de silicate de soude, se porte naturellement sur le fer qu'il rencontre, et forme ainsi du fer manganésié. Il résulte de là que, si on essaie les fers traités par ce procédé, on trouve qu'à chaud ils sont restés cassants, si c'était le soufre qui les souillait avant, et qu'à froid ils sont très-ductiles. Le chlore a-t-il opéré ? c'est ce que l'analyse seule peut déterminer. Quant au résultat, on peut dire que tous les fers traités par cette méthode deviennent des fers analogues pour les propriétés aux fers manganésiés, ce qui est déjà un avantage ; car de mauvais qu'ils étaient auparavant, ils sont devenus bons à faire de la tôle.

Comme la quantité des laitiers répandus dans le four est beaucoup plus considérable et plus susceptible, à cause de la soude qu'elle contient, d'attaquer les parois en briques que les laitiers ordinaires, on est obligé, pour faire usage de ce procédé, d'employer les fours dits *bouillants*, fours différant des fours à puddler ordinaires par leurs parois qui sont en fonte, et derrière lesquelles a lieu sans cesse un courant d'air, dont le but est de les empêcher de s'échauffer assez pour entrer en fusion.

Pour reconnaître si un fer est bon, on examine sa cassure. Le nerf, dans la cassure, est l'indice d'un bon fer ; les facettes, plus ou moins grosses, et la cassure lamelleuse sont l'indice d'un mauvais fer.

Il ne faut employer dans la construction des machines que du bon fer, et cela dans l'intérêt de la construction même, parce que le prix de revient d'une pièce finie est considérable par rapport à sa valeur brute : or, ce qui arrive le plus généralement, c'est que les mauvaises pièces ne cassent que quand elles sont terminées, soit au montage, soit à la mise en train. Comme dans ces deux cas le constructeur est responsable, ce qu'il a de mieux à faire, pour éviter les pertes résultant de la double fabrication des pièces, c'est de n'avoir que du bon fer.

Les meilleurs fers sont ceux fabriqués au bois avec des fontes au bois ou directement, et martelés, par les méthodes dites *allemande* et *catalane*.

Après ces fers viennent ceux fabriqués à la houille avec des fontes au bois, et martelés, par la méthode dite *champenoise*.

La troisième qualité se compose des fers fabriqués à la houille avec des fontes au bois, et laminés, par la méthode dite *anglaise*.

La quatrième et dernière qualité se compose des fers fabriqués à la houille avec des fontes au coke, et laminés, par la méthode *anglaise*.

La méthode catalane est exclusivement employée dans la *Corse* et les *Pyrénées*, où les minerais sont très-riches et les bois abondants.

La méthode allemande est employée dans la *Comté*, l'*Isère*, le *Nivernais* et le *Berri*, où les bois sont assez abondants.

La méthode champenoise est employée dans la *Champagne*, les *Vosges* et la *Bourgogne*, où la houille revient à meilleur marché que le bois.

La méthode anglaise est employée dans plusieurs localités disséminées, dont les principales sont, pour fontes au bois, traitées à la houille : *Fourchambault*, *Abainville*, *Châtillon-sur-Seine*, *Hayange*, *Bologne*.

Pour les fontes au coke traitées à la houille : le *Creusot*, de *Cazeville*, *Alais*.

Les fers de *Comté* sont considérés comme les meilleurs dans le commerce, et sont employés, pour ce motif, en petits fers ronds pour fils de fer, tôle à fer-blanc, feuillards et autres échantillons qui exigent de la qualité.

Les fers du *Berri* viennent ensuite, et servent principalement à la fabrication des clous d'épingles ; ils s'emploient en remplacement des fers de *Comté*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans tous les cas où on ne peut se procurer ces derniers.

Les fers de *Champagne* se divisent en fers de *roche* et fers *demi-roche*. Ils servent à faire les objets de serrurerie délicate, les machines, les bandages de roues et la carrosserie en général.

Les fers des *Vosges* sont des fers de roche, très-doux à froid, mais peu soudants.

Les fers de *Bourgogne* viennent ensuite.

Les fers des *Ardennes* s'emploient exclusivement à l'état de tôles; un de leurs principaux produits sont les socs de charrue.

Les fers fabriqués par la méthode anglaise sont les derniers; ceux fabriqués avec les fontes au bois passent avant ceux fabriqués avec les fontes au coke; mais grâce aux perfectionnements que subit tous les jours le traitement des minerais au coke, et celui des fontes à la houille, la différence entre ces qualités est peu sensible et tend, en général, à se rapprocher des fers de bonne qualité. Nous citerons, à cette occasion, l'usine du *Creusot*, dont les produits se sont améliorés depuis trois ans d'une manière très-remarquable.

Le fer forme, avec le carbone, diverses combinaisons dont l'emploi, dans les machines, est de la plus haute importance. Ces combinaisons, dont l'une vient d'être mentionnée, sont l'*acier* et la *fonte*. Les caractères de ces deux combinaisons sont assez tranchés pour que nous croyions devoir les étudier séparément.

1° *Acier*.

Pur, l'acier contient en moyenne 99 p. 1/00 fer, et 1 p. 1/00 carbone. Les proportions de ces deux éléments n'étant pas rigoureuses, on ignore si c'est une combinaison ou simplement un mélange.

L'acier est plus dur que le fer, même quand, après avoir été chauffé, il est refroidi lentement; mais si, chauffé au rouge, on le plonge dans l'eau subitement, il acquiert une dureté extraordinaire; dans ce cas, il est plus cassant et d'une densité moindre qu'auparavant. Cette opération porte un nom dans les arts; c'est la *trempe* de l'acier.

L'acier est blanc grisâtre, à cassure compacte et unie, doué de l'éclat métallique, mais à un degré moindre que le fer; sa texture est grenue, à grain fin, égal et serré; sa densité moyenne est 7.8.

Dans les arts, on n'obtient pas toujours l'acier pur; aussi distingue-t-on dans le commerce diverses qualités d'aciers dont les propriétés varient suivant la nature et la quantité des impuretés qu'ils renferment. Les impuretés qui souillent l'acier sont : la silice, les verres siliceux, l'oxide de fer, les métaux, le soufre, le phosphore et les phosphates, toutes matières qui se rencontrent dans le fer qui sert à le préparer.

On distingue, dans le commerce, les diverses qualités suivantes d'aciers, classées par ordre de dureté : 1° acier de cémentation; 2° acier naturel, de forge, de fusion, de terre ou d'Allemagne; 3° acier sauvage; 4° acier fondu; 5° acier Wootz.

1° *Acier de cémentation.*

L'acier de cémentation se prépare par la cémentation du fer en barres déposé dans des caisses en poteries en contact avec de la craie et du carbone à une température rouge. La réaction qui s'opère est la suivante : l'acide carbonique, qui se dégage de la craie, rencontrant le carbone, lui cède la moitié de son oxigène, et se convertit, ainsi que ce dernier, en oxide de carbone; l'oxide de carbone, rencontrant le fer, lui abandonne la moitié de son carbone, et redevient acide carbonique, qui rencontrant du charbon lui cède encore moitié de son oxigène, et ainsi de suite.

Plus le fer est pur, plus cet acier est doux; si le fer est manganésié, l'acier qui en résulte est solide et élastique, et, par conséquent, très-propre à faire des ressorts et des tranchants. On fait subir généralement à l'acier une seconde cémentation qui a pour but de le rendre plus homogène, susceptible d'un plus beau poli, et capable de se souder à lui-même. L'acier de seconde cémentation se nomme *acier à l'éperon*, dont il portait autrefois l'empreinte.

La trempe de l'acier de cémentation s'effectue de deux manières :

La première consiste à le chauffer à une chaleur rouge dans un foyer de forge, et à le tremper ensuite dans l'eau. Ce procédé a l'inconvénient de diminuer la dureté de l'acier, en lui enlevant une partie du carbone qu'il contient et en augmentant la dose d'oxide de fer. La seconde, appelée *trempe en paquet*, consiste à entourer l'acier d'un ciment en charbon ou suie, dans un cylindre en tôle, pour le faire passer au feu; par ce moyen, sa surface reste la même qu'auparavant, et on trempe chaque pièce l'une après l'autre, sans que la composition de l'acier ait été changée.

L'acier de cémentation est réservé à la fabrication des limes et des outils. Soudé au fer, il sert à armer des mar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teaux, des ciseaux et des enclumes. Sa composition moyenne est la suivante :

Carbone.	0.75
Silicium.	0.15
Manganèse, soufre ou phosphore.	0.40
Fer.	98.70
	100.00

2° *Acier naturel.*

C'est une combinaison de fer, carbone et verres siliceux provenant des scories des hauts-fourneaux dans lesquels il se prépare. Cet acier est plus dur que le précédent, mais les éléments y sont imparfaitement mélangés. Il peut s'obtenir, soit dans le traitement des minerais de fer, dans les fourneaux catalans, soit dans l'affinage de la fonte obtenue au bois ou au coke.

Par la première méthode, l'acier est beaucoup moins pur que par la seconde; il contient du fer intercalé, provenant de la réduction trop prompte du minerai à l'état métallique.

L'affinage change la texture et la couleur du grain de cet acier; la trempe le rend moins cassant; il se forge et se soude bien, et comme son prix est inférieur à celui de tous les autres, il est le plus répandu dans le commerce. Sa composition est la même que celle de l'acier de cémentation; les silicates seulement y dominent un peu plus.

3° *Acier sauvage.*

C'est une variété de l'acier naturel qui se prépare presque exclusivement pour les filières; il est excessivement dur, non soudable, inmalléable.

4° *Acier fondu.*

L'acier fondu est une combinaison de fer, carbone et verre siliceux dans une proportion supérieure à celle de l'acier naturel. Lorsque les principes composants sont bien dosés, le mélange peut fondre. Cet acier est le plus propre aux usages homogènes; il est dur et difficile à forger, ne se soudant que très difficilement au fer. On en fait des tranchants très-solides, sans qu'il soit nécessaire de le tremper très-chaud.

On peut l'obtenir en fondant ensemble du fer pur, du verre et du carbonate de chaux dans un creuset brasqué ou garni intérieurement avec du charbon. L'action du carbonate de chaux est la même que pour l'acier de cémentation; seulement ici la chaux restante fond et se mélange dans les silicates.

On emploie l'acier fondu à faire des burins, des filières, des laminoirs d'orfévres et des instruments fins et tranchants.

5° *Acier Woots.*

C'est une combinaison de fer, carbone et silice qui se prépare seulement à *Bombay* dans les *Indes*. Cet acier est fusible et doué d'une dureté extrême; c'est la silice qui lui donne ces deux propriétés. La forge le détériore moins que les autres; on l'emploie à cause de cela, en mélange avec le fer, sous le nom d'*étoffe*, à faire des *damas* et des lames de *sabres*. L'étoffe est un mélange de lames minces de fer et d'acier intercalées, soudées ensemble dans cet état, et forgées ensuite. Dans ce mélange, l'acier fournit la dureté et le fer la ténacité.

2° *Fonte.*

La fonte diffère de l'acier en ce qu'elle renferme toujours au moins 2 p. 0/0 de carbone.

Les proportions de ce dernier élément dans la fonte influent beaucoup sur ses propriétés; plus il y est abondant, plus la fonte est douce au travail du burin et de la lime, et plus sa cassure est foncée en couleur. La densité des fontes est variable : la fonte employée généralement dans les machines, celle qui contient le plus de carbone, 5 à 6 p. 0/0, a pour densité 7.2.

Les matières étrangères qui se trouvent le plus souvent combinées à la fonte sont :

Le silicium. . . .	1.5 p.	1000 fonte.
L'aluminium. . .	3.	*id.*
Le manganèse. .	1.	*id.*
Le phosphore . .	2.	*id.*
Le soufre.	2.	*id.*

Ces matières peuvent y exister toutes ensemble, ou quelques-unes seulement à la fois. Suivant la nature et la quantité de celles qui s'y trouvent, la qualité des fontes est variable.

Le silicium et l'aluminium y sont apportés à l'état de silicate d'alumine par les laitiers des hauts-fourneaux avec lesquels elles sont en contact. Ces matières donnent de la fusibilité à la fonte, mais tendent à la rendre aigre.

Le manganèse, apporté par le minerai, fait cristalliser les fontes en gros cristaux tétraédriques; mais il ne peut y exister qu'autant que la silice ne domine pas. Sa présence dans la fonte n'est utile que pour la forge.

Le soufre et le phosphore n'influent pas autant sur la qualité des fontes que sur celle des fers. Leur effet est analogue à celui des laitiers.

La fonte n'est pas aussi oxidable à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'air que le fer; elle ne craint pas, autant que lui, les agents destructeurs avec lesquels les métaux sont en contact dans les machines; les eaux acidulées seules forcent à lui substituer le cuivre, soit à l'état de tôle, soit à l'état de laiton en combinaison avec le zinc.

On divise les fontes en fontes *blanches* et fontes *grises*.

Les fontes *blanches* sont celles qui contiennent le moins de carbone. Elles sont cassantes et dures à travailler; aussi sont-elles exclusivement employées à la fabrication du fer. Les fontes *grises* ou fontes de moulage se divisent en fontes *aigres* et fontes *douces*. Ce sont les fontes douces que l'on emploie de préférence pour la construction des machines : leur degré de fusion est un peu plus élevé que celui des fontes blanches; leur cassure est grenue; elles sont faiblement ductiles et élastiques; elles se travaillent facilement au burin et à la lime; on peut les fondre plusieurs fois sans leur faire perdre leurs propriétés, pourvu qu'on ait la précaution de les maintenir à l'abri de l'air et de les laisser refroidir lentement. La fonte grise refroidie subitement après la coulée devient blanche. Cette propriété qui, dans certains cas, est un grave inconvénient, dans d'autres rend d'éminents services; ainsi c'est dans le but de l'utiliser que l'on fait les moulages dits en coquilles, moulages dans lesquels le sable des moules est remplacé par une enveloppe en fonte froide qui blanchit celle que l'on verse dedans, et cela à une profondeur d'autant plus grande que l'épaisseur de cette enveloppe est elle-même plus considérable. Les moulages en coquille sont principalement employés pour les roues de wagons et les cylindres de laminoirs. Remise au four, coulée et refroidie lentement, la fonte grise, qui a été blanchie par refroidissement subit, redevient grise. On a remarqué qu'en coulant la fonte à découvert, plus sa surface supérieure est bombée, plus sa qualité est bonne.

Les qualités des fontes ne suivent pas les mêmes règles que les fers, relativement à leurs traitements; ainsi les fontes de *comté*, qui produisent généralement d'excellent fer, ne sont pas bonnes pour moulage; elles sont soufflleuses : on est obligé, pour les employer, de les mélanger à d'autres fontes. En général, les fontes de moulage valent toujours mieux mélangées qu'en nature; les fontes du Berri mélangées avec des fontes au coke donnent de très-beaux moulages.

La valeur du kil. de fonte de moulage brut, en gueuses, est de 0fr.22.

2° *Cuivre.*

Pur, le cuivre est un métal d'un rouge éclatant qui lui est particulier, exhalant, quand on le frotte, une odeur désagréable; il se dilate par la chaleur, dans le rapport de 1 à 1.000171, en passant de 0° à 100°; il est fusible à la température rouge cerise, et sa capacité calorifique est 0.10 en moyenne; électro-positif avec l'*or*, le *platine*, le *mercure* et l'*argent*, et électro-négatif avec l'*étain*, le *plomb*, le *fer* et le *zinc*. Le cuivre est beaucoup moins oxidable que le fer, et résiste en général plus que lui aux agents destructeurs auxquels ils sont exposés dans les machines; il ne décompose pas l'eau par la température; les huiles rances seules l'attaquent et le convertissent en hydrate et carbonate de cuivre.

Le cuivre du commerce est généralement assez pur; les matières étrangères qu'il contient sont, la plupart du temps, du protoxide, du carbone, de l'antimoine et du plomb. Ces matières, bien qu'en très-petite quantité, manifestent leur présence par la perte de ductilité qu'elles lui font éprouver. $\frac{1}{1000}$ de plomb suffit pour le rendre impropre à la fabrication des fils.

La production du cuivre en France est, pour ainsi dire, nulle. Les mines de Chessy et Saint-Bel, dans le département du Rhône, sont les deux seules que nous possédions, et c'est à peine si elles suffisent aux besoins du Midi. Le cuivre employé généralement arrive de toutes les localités où on l'exploite, et dont les principales sont : la Russie, l'Angleterre, la Suède, la Belgique, l'Espagne. Le cuivre le plus estimé est celui de Russie; il peut être considéré comme pur.

Le cuivre forme différents alliages, qui changent plus ou moins ses propriétés et le rendent propre à divers usages dans les arts :

99 *Cuivre* et 1 *potassium* donnent un cuivre d'une malléabilité extrême.
66 *Cuivre* et 34 *zinc* constituent le *laiton* ou *cuivre jaune*.
90 *Cuivre* et 10 *étain* donnent le *bronze*.
80 *Cuivre* et 20 *étain* donnent le *métal de cloches*.
60 *Cuivre*, 20 *nickel* et 20 *zinc* donnent le *maillechort*.

Nous étudierons ces alliages lorsque nous aurons donné les propriétés du zinc, qui nous reste encore à étudier.

3° *Zinc.*

Pur, le zinc est un métal blanc bleuâtre assez éclatant, d'une texture lamelleuse et d'une odeur particulière; il est fu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sible à 374° centigrades, très-volatil, se distillant au rouge blanc; refroidi lentement ou par condensation des vapeurs, il cristallise.

A la température ordinaire, l'air humide l'attaque et le recouvre d'une couche blanche qui est de l'oxide de zinc; chauffé à l'air, il s'oxide facilement; chauffé au rouge blanc, ainsi, il s'enflamme et répand dans l'atmosphère une fumée blanche qui n'est autre chose que son oxide. Il décompose l'eau, à froid, sous l'influence des acides les plus faibles.

Le zinc du commerce n'est pas parfaitement pur : les matières qui le souillent généralement sont le *carbone*, le *cuivre*, le *cadmium*, le *fer*, le *manganèse* et l'*arsenic*. Pour le purifier de toutes ces matières, il suffit de le distiller.

D'après les propriétés que nous venons d'énoncer pour ce métal, nous voyons qu'il est tout à fait impropre à faire concurrence au cuivre dans la construction des machines; aussi le considérerons-nous seulement maintenant comme élément d'alliages de ce dernier métal.

ALLIAGES DE CUIVRE.

1° *Cuivre et potassium.*

Le *potassium*, métal excessivement oxidable puisqu'il décompose l'eau subitement à la température ordinaire avec dégagement de flamme, fusible et volatil et très-difficile à réduire, ne s'emploie pas à l'état métallique pour être allié au cuivre. L'alliage malléable de cuivre et potassium se prépare en fondant ensemble dans un creuset un mélange de cuivre et de bitartrate de potasse, ou bien de cuivre, charbon et carbonate de potasse.

Ce cuivre est excellent pour les chaudières à vapeur et les tuyaux de conduite, en ce qu'il se travaille avec une grande facilité.

2° *Cuivre et zinc.*

Le *laiton* ou *cuivre jaune* diffère du cuivre rouge en ce qu'il n'est plus mou, quoique encore malléable à un certain degré, est aigre à la lime et au travail du tour, et par cela même préférable au cuivre pour la confection d'objets façonnés. Il est très-bon pour supporter les frottements du fer dans les machines en ce qu'il s'use seul sans se déformer ni gripper contre le fer, comme ferait un métal plus mou. A cet effet, on a soin de le confectionner en pièces qui peuvent se changer facilement en n'exigeant que la moindre dépense possible, par suite du petit volume qu'on leur donne; il sert principalement à faire les stuffing-box et les coussinets. Il est assez malléable pour être employé à la confection des tuyaux, comme le prouvent tous les instruments à vent dont il est le seul élément. On l'emploie dans les locomotives à faire les tubes de circulation de la fumée.

3° *Cuivre et étain.*

1° *Bronze.*

Cet alliage est au cuivre mou ce que l'acier est au fer. C'est un métal d'une couleur jaune orangé, inmalléable, très-dur à travailler et très-résistant comme pièce de frottement contre le fer ou la fonte. C'est pour cette raison que certains constructeurs le substituent au laiton pour les coussinets; mais alors il en résulte que l'axe en fer s'use, et comme en général ce dernier est beaucoup plus difficile à remplacer que le coussinet, nous préférons, nous, le laiton.

2° *Métal de cloche.*

Blanc jaunâtre, encore plus dur que le bronze, cassant et sonore. Il n'a pas encore été employé dans la construction des machines.

L'étain, qui forme ces alliages avec le cuivre, est un métal blanc, peu oxidable, fondant à 267° centigrades, peu volatil. Par refroidissement ménagé, il cristallise en rhomboïdes; une baguette d'étain pur pliée, fait entendre un craquement que l'on nomme *cri de l'étain*, qui sert à vérifier sa qualité.

L'étain du commerce contient assez souvent les métaux suivants : l'*arsenic*, l'*antimoine*, le *bismuth*, le *cuivre*, le *fer*, le *plomb* et le *zinc*. Il n'est pas aussi facile de l'en séparer que le zinc; ce n'est que par un traitement chimique que l'on y parvient.

4° *Cuivre, nickel et zinc.*

Le *maillechort* est un métal d'une couleur blanc argenté, moins éclatante cependant que celle de l'argent; très-dur mais non cassant, assez malléable pour être plié plusieurs fois et s'emboutir au balancier.

L'alliage de cuivre et nickel seul se rapproche du bronze pour la dureté; aussi, est-ce pour affaiblir cette qualité qu'on y ajoute du zinc.

Le maillechort n'a pas encore été employé dans les machines, mais peut s'y employer avec avantage partout où l'on met ordinairement le laiton. Mal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

heureusement sa valeur est bien différente et ne lui permet de figurer que là où on veut déployer du luxe.

Le nickel, qui est la base des propriétés de cet alliage, est un métal d'un gris blanc intermédiaire entre le blanc de l'argent et le gris de l'acier : sa structure est crochue et sa cassure fibreuse ; il est assez malléable et ductile, sa ténacité est très-grande; sa densité moyenne est 8,5 ; il est magnétique comme le fer, mais moins que ce dernier. L'air sec ne l'attaque pas à la température ordinaire ; mais l'air humide l'oxide. L'air sec le convertit en oxide à la température rouge : il décompose l'eau à la température ordinaire, à la faveur des acides : son point de fusion est de beaucoup au-dessus de celui du cuivre, ce qui rend très-difficile le mélange des trois métaux qui composent le maillechort, comme nous le verrons plus loin.

Matériaux pour joints et garnitures de pistons et stuffing-box.

Les matières que l'on emploie pour former les joints des pièces renfermant l'eau ou la vapeur dans les locomotives, sont :

1° Le plomb.
2° Le mastic de plomb.
3° Le mastic de fonte.

Celle qui sert à former les garnitures est le chanvre.

1° *Plomb.*

Le plomb, rejeté comme trop mou, lorsqu'il s'agissait de la confection des pièces de machines, est le métal par excellence pour faire les joints, tant à cause de sa fusibilité qu'à cause de son peu de dureté.

C'est un métal gris-bleuâtre, éclatant quand sa coupure est fraîche, entrant en fusion à 322° centigrades ; volatil à la chaleur blanche, s'oxidant à la température ordinaire, mais très-légèrement, et prenant alors une couleur gris terne. Exposé à l'air humide, il s'oxide plus vivement et se convertit en carbonate de plomb ; il ne décompose jamais l'eau : chauffé au contact de l'air, le plomb se convertit en protoxide ou *litharge*, très-fusible. Les acides oxidants le dissolvent facilement.

Le plomb s'emploie comme joints, soit en lingots que l'on coule à chaud, soit en feuilles laminées.

Le plomb du commerce est généralement souillé des métaux suivants : *cuivre, antimoine, arsenic, zinc* et traces *d'argent;* il contient quelquefois du *soufre*. Toutes ces matières tendent à le rendre aigre, et par conséquent impropre à la confection des joints des pièces de machines.

2° *Mastic de plomb.*

Ce mastic, qui s'emploie généralement avec les feuilles de plomb pour faire les joints des chaudières et tuyaux, est un mélange de carbonate de plomb ou *céruse* et de sesquioxide de plomb ou minium délayés en pâte molle dans de l'huile de lin. La présence de ces matières dans l'huile de lin a la propriété de rendre cette dernière siccative ; et comme ces trois matières sont insolubles dans l'eau, elles empêchent assez bien les fuites.

On prépare le mastic de plomb en dissolvant la céruse dans l'huile de lin en quantité suffisante pour durer un certain temps ; puis, quand on veut se servir de mastic, on prend une portion de cette céruse pâteuse et on la saupoudre de minium, en ayant soin de bien battre le mélange. On reconnaît que le mélange est convenable, en formant un cylindre que l'on étire et qui doit s'allonger avant de se casser.

3° *Mastic de fonte.*

Le mastic de fonte est le résultat d'une réaction chimique qui s'opère entre du soufre et de la fonte en grenaille mélangés dans une dissolution de sel ammoniac ou hydrochlorate d'ammoniaque. Le soufre, en contact avec le fer, à la température rouge, jouit de la propriété de l'attaquer subitement, ainsi que le cuivre, et de convertir ces métaux en sulfures. La même réaction a lieu lentement sous l'influence du sel ammoniac seul ou joint à de l'urine, ou toute autre substance fermentescible qui élève la température des mélanges.

Si on mélange ensemble 20 fonte, 1 fleur de soufre, 2 sel ammoniac sans eau, la réaction ne s'opèrera que lentement et par suite de l'humidité de l'air qui s'y dépose. Donc, quand on voudra l'employer, on le mouillera seulement au moment de s'en servir.

L'avantage du mastic de fonte est de se boursoufler au moment de la combinaison, ce qui le refoule dans tous les vides laissés dans les joints, et de devenir, à la longue, aussi dur que les métaux avec lesquels il est en contact.

Ce mastic, très-utile pour les machines à vapeur ordinaires, est rejeté complétement des locomotives, parce que précisément il fait de trop bons joints, et, comme il est souvent nécessaire de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

démonter des pièces, pour désunir les joints en mastic de fonte, il faut casser les tuyaux.

En général, il faut construire les machines avec le moins possible de joints rapportés; c'est là qu'on reconnaît le mérite des machines exécutées. On arrive à supprimer les joints rapportés, en ménageant ce qu'on appelle des *portées* à la fonte, ce sont des saillies très-minces et d'une largeur égale à l'épaisseur de la fonte que l'on fait venir à la coulée dans toutes les parties qui doivent s'assembler deux à deux. Ces saillies sont dressées à l'ajustage, de manière à coïncider parfaitement dans toute leur étendue.

RÉSUMÉ.

Pour toute pièce exigeant une ténacité et une légèreté maxima, on emploiera le fer forgé.

Pour les parois des chaudières à vapeur, on emploiera :

La tôle de fer pour celles non en contact avec le feu.

La tôle de cuivre pour celles en contact avec le feu.

Pour toutes les pièces de moulage non exposées à l'action des acides et d'une épaisseur au-dessus de 1 centimètre, on emploiera la fonte.

Pour toutes pièces de frottement minces et apparentes on emploiera le laiton, le bronze ou le maillechort, suivant le goût du constructeur.

CHAPITRE II.

Mode de traitement des matières premières pour les convertir en pièces de machines.

Comme dans toute espèce de fabrication, le travail de l'atelier de construction se divise en trois parties qui sont : 1° l'ébauchage des pièces ; 2° le finissage des pièces ; 3° l'assemblage des pièces.

L'ébauchage des pièces est assujetti au mode de traitement qui convient à chaque matière, pour passer de l'état de pièces de formes générales à l'état de pièces de formes spéciales et déterminées. Le fer, avons-nous dit, est considéré dans les arts comme infusible ; mais il est très-ductile et très-malléable à chaud.

L'acier, le plus généralement employé, est à peu près infusible, et jouit des mêmes propriétés que le fer.

La fonte, le cuivre et les alliages de ce dernier sont fusibles à des températures assez basses comparativement au fer et à l'acier.

Le fer se livre au commerce sous deux formes distinctes qui sont : 1° fer en barres, plates carrées ou rondes ; 2° tôle ou feuilles de fer.

L'acier se livre au commerce sous la forme unique d acier en barres.

La fonte, sous la forme unique de *lingots* appelés *gueuses* ou *gueusets*, suivant leurs dimensions.

Le cuivre rouge sous les deux formes : lingots et tôle. Les alliages du cuivre et les métaux qui entrent dans ces alliages, sous la forme unique de lingots.

De là, trois modes d'ébauchage des pièces qui sont :

1° Conversion du fer et de l'acier en barres, en pièces de machines ébauchées. Cette opération se fait dans l'atelier appelé *forge de maréchalerie* ou *forge à main*.

2° Conversion du fer et du cuivre en tôle, en pièces de machines qui sont les chaudières. Cette opération a lieu dans l'atelier appelé *chaudronnerie*.

3° Conversion des fontes et alliages de cuivre, en lingots, en pièces de machines ébauchées. Cette opération a lieu dans l'atelier appelé *fonderie*.

Le finissage des pièces consiste en une série d'opérations mécaniques qui s'effectuent dans l'atelier désigné sous le nom d'*ajustage*.

L'assemblage des pièces s'effectue dans un atelier séparé, connu sous le nom spécial de *montage des machines*.

Le travail de l'atelier de construction se divise donc en cinq ateliers distincts qui sont : la forge de maréchalerie, la fonderie, la chaudronnerie, l'ajustage, le montage.

Nous allons passer en revue chacun de ces ateliers.

§ 1. *Forge et maréchalerie.*

Le travail de la forge consiste dans le chauffage du fer dans un foyer dont la température peut s'élever au blanc soudant à volonté, et à battre ce fer, quand il est suffisamment chaud, sur une enclume, soit en frappant dessus directement avec le marteau, soit en plaçant entre le marteau et la pièce un outil spécial dont le contact doit communiquer à cette dernière la forme que l'on désire lui donner.

Le foyer employé dans les forges à main, consiste en une plate-forme en briques ou en fonte légèrement creusée en un certain point de sa surface pour recevoir du combustible, qui est généralement la houille. D'un côté de cette plate-forme, près du foyer, est un mur vertical en fonte ou briques percé à sa partie inférieure d'un trou par lequel passe une tuyère allant lancer de l'air au milieu du foyer. Ce mur supporte en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

outre une cheminée dont l'origine est à une hauteur suffisante pour ne pas gêner le travail; cette cheminée reçoit les gaz qui s'échappent du foyer ou *feu de forge*.

Le vent est fourni tantôt par un soufflet mû à la main, tantôt par une machine soufflante mue par un seul moteur pour toutes les forges. Ce dernier cas s'emploie le plus souvent, quand le nombre des feux de forges dépasse 20. On évalue à 1/3 de cheval au maximum, la force nécessaire pour souffler une forge à main.

Les feux de forge sont d'ordinaire accouplés 2 à 2, donnant dans la même cheminée. L'espace qu'ils occupent ainsi est de 1^m sur 2^m, c'est-à-dire $1^{m.q.}$ par feu.

L'espace occupé par l'ouvrier autour de l'enclume, pour la manœuvre et le frappage des pièces, est de $1^m.50$ en sus du foyer, dans le sens longitudinal, sur 3^m dans le sens transversal, y compris tous les outils accessoires, dont nous parlerons plus bas.

Il suit de là que la largeur d'un bâtiment de forge est de 5^m, et sa longueur $2^m,50$ multipliés par le nombre de feux. Si on y comprend la cour et les accessoires, il faudra mettre 10^m au lieu de 5.

Les outils fondamentaux de la forge sont : le *marteau*, l'*enclume* et les *tenailles*.

Il y a deux marteaux : le petit et le gros marteau.

Le petit marteau est tenu par le maître du feu ou *forgeron*, et le gros marteau est tenu par un manœuvre appelé *frappeur*. Le forgeron a tantôt un, tantôt plusieurs frappeurs, suivant la grosseur des pièces qu'il a à confectionner. Dans le cas où le vent du feu est donné par un soufflet, c'est le frappeur qui est obligé de le faire mouvoir pendant que le forgeron veille sur la pièce qui est au feu pour ne pas la laisser brûler, ce qui arrive quand le fer est exposé à un courant d'air pur à une haute température.

Les outils accessoires du forgeron, pour imprimer différentes formes aux pièces, sont : le *dégorgeoir* ou *chasse ronde*, la *chasse quarrée*, la *chasse à parer*, la *tranche*, l'*étampe*.

Le dégorgeoir ou chasse ronde sert à faire des *congés* ou quarts de cercle concaves.

La chasse quarrée sert à préparer une surface plane et à relier les congés avec ces faces.

La chasse à parer sert à finir une surface plane, c'est-à-dire à détruire tous les coups inégaux qu'une pièce de fer a reçus, en égalisant la surface. Mieux le travail de la chasse à parer a été fait, moins il reste de travail à faire à l'ajustage pour polir.

La tranche sert à couper.

L'étampe sert à arrondir une pièce; son effet est l'inverse de celui du dégorgeoir. Comme il y a des ronds de toutes grosseurs, il y a aussi plusieurs étampes.

Ces seuls outils suffisent pour le travail extérieur des pièces de machines, travail qui se renferme dans les trois actions suivantes : dresser une face, arrondir une face, dégorger une face.

Le travail intérieur des pièces s'effectue au moyen d'outils appelés *mandrins*. Il y a un mandrin pour chaque pièce qui exige un travail intérieur, d'où résulte que le mandrin ne servant à l'ouvrier que pour confectionner la pièce correspondante, ne doit pas rester en sa propriété comme les autres outils, et doit être déposé en une place où chacun peut l'aller chercher quand il en a besoin.

Les pièces de machines sont exécutées à la forge, d'après des dessins en grandeur naturelle faits soit sur papier, soit sur planches. Outre ces dessins, on fabrique, pour les pièces qui nécessitent une grande précision, des plaques de tôle mince découpées, représentant les faces les plus difficiles à exécuter. Ces plaques se nomment *calibres*. Les calibres ont l'avantage de pouvoir se présenter sur les pièces quand elles sont chaudes, et d'indiquer facilement où il faut ajouter ou rogner.

Les calibres, comme les mandrins, sont spéciaux pour chaque pièce et doivent, par conséquent, suivre la même règle que ces derniers pour leurs places.

Outre les outils ci-dessus désignés, nous ajouterons :

1° Un *martinet* ou marteau d'un poids supérieur à celui des marteaux ordinaires, mû par une machine, pour chaque dix forges à main. Ce marteau, pesant environ 200 à 250 kil., et exigeant une force motrice de 5 chevaux, sert pour la confection des grosses pièces de fer, et principalement quand on est obligé de souder plusieurs barres de fer carré ou rond ensemble.

2° Un gros *étau* pour chaque quatre forges à main. Ces étaux servent pour courber à chaud à angle droit, refouler, etc.

3° Un *étau* ordinaire par chaque deux forges à main. Ces étaux sont occupés généralement par des ajusteurs du second ordre ou serruriers, pour terminer les pièces qui sont destinées à être employées brutes de forme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Administration des forges à main.

L'atelier des forges à main reçoit du fer et de l'acier en barres, et rend des pièces de machines brutes de forme. Une des conditions indispensables pour l'économie du travail, est que les pièces à confectionner se rapprochent, le plus possible, dans leurs formes et dimensions, des fers et aciers que l'on a à sa disposition. Comme on ne peut satisfaire à cette condition qu'autant que les matières premières affectent des formes et dimensions très-variées, il est nécessaire d'avoir, dans la forge, un dépôt de tous les échantillons des matières premières dont on sera à même d'avoir besoin. Ce dépôt constitue le magasin des *fers* et *aciers*.

Chaque pièce que l'on confectionne exige une certaine quantité de fer, et le prix de revient de cette pièce est variable, suivant le déchet produit par le forgeron qui l'a exécutée et le temps que ce dernier y a mis. Il est important de pouvoir se rendre compte de ces deux dépenses; à cet effet, on a une balance dans laquelle on pèse le fer demandé pour confectionner une pièce, et la pièce exécutée avec le fer rendu; on marque ces deux poids sur un livre, et on y joint le temps employé par le forgeron. Pour des pièces qui se répètent très-rarement, ce travail n'est pas important; mais pour des pièces qui se répètent souvent, il a la double importance, pour le constructeur, de lui indiquer : 1° à quel prix minimum il peut vendre les pièces; 2° à quel prix elles lui reviennent, suivant l'ouvrier qui les fait, et partant combien il doit les payer à l'entreprise.

Les pièces terminées se déposent dans un second magasin dit *des pièces finies* de forge.

Les dessins à exécuter et les dessins exécutés sont aussi classés chacun de leur côté et numérotés; si les dessins contiennent plusieurs pièces, chaque pièce porte un numéro particulier, outre le nom qu'elle porte habituellement.

La personne chargée de cette comptabilité des matières, de la distribution du travail et de la surveillance des ouvriers se nomme *contre-maître de la forge :* les livres qu'il tient sont les suivants :

I° Le livre des journées et travaux à l'entreprise.

Dans ce livre chaque forge est désignée par un numéro d'ordre et possède douze pages, une pour chaque mois de l'année. Les pages sont divisées en sept colonnes, savoir :

1° Dates du mois;

2° Poids du fer livré au forgeron;

3° Poids du fer rendu par lui brut et façonné;

4° Déchets;

5° Nom des pièces et force par rapport à une machine en chevaux ou un diamètre de tige correspondant;

6° Nombre d'heures de travail pour chaque journée;

7° Prix des pièces fabriquées à l'entreprise.

Au bas de la page se font les additions. De ces additions on déduit :

1° La quantité de déchet produite par 1 kil. de fer fabriqué;

2° Le prix de revient de la main-d'œuvre pour un kil. de fer fabriqué, en remplaçant le nombre d'heures de travail par la valeur en argent payée à l'ouvrier.

II° Le livre de comptabilité des matières.

Ce livre comprend l'entrée des matières premières et la sortie des matières fabriquées. Les matières premières sont : le fer, l'acier, la tôle, la houille, les fournitures diverses.

Les matières fabriquées sont des pièces de machines. On écrit tous les jours les matières qui entrent affectées chacune d'une valeur déterminée.

Tous les mois on récapitule les produits de chaque ouvrier dans la colonne des sorties des matières fabriquées, ainsi que ses déchets. On obtient ainsi un second déchet moyen par kil. de fer.

Au bout de l'année, on fait l'inventaire de tout ce qui reste à la forge, tant en outils qu'en matières premières, et on évalue le tout en argent; ensuite on fait la somme des dépenses de l'année tant en main-d'œuvre qu'en fournitures : alors, connaissant le poids des matières fabriquées, la valeur des objets restants et la valeur des consommations, on en déduit le prix de 1 kil. de matière fabriquée.

En suivant cette règle, on est arrivé aux résultats suivants :

1° En supposant que les meilleurs forgerons sont payés 5 francs par jour de douze heures de travail, le prix moyen de la main-d'œuvre, par 100 kil. de fer fabriqué, est 25 fr. 30 cent.

2° Les rapports entre les prix de main-d'œuvre et les quantités de fer fabriquées à ces prix sont :

1	fer	à	40 fr.	les 100 kil.
20	*id.*	à	35	
2.7	*id.*	à	30	
10	*id.*	à	25	
6.7	*id.*	à	20	
13.4	*id.*	à	15	
3.2	*id.*	a	10 fr.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui donne pour le prix de revient moyen de 100 kil. :

$$\frac{1 \times 40 + 20 \times 35 + 2.7 \times 30 + 10 \times 25 + 6.7 \times 20 + 13.4 \times 15 + 3.2 \times 10}{1 + 20 + 2.6 + 10 + 9\ 7 + 13.4 + 3.2}$$

ou 23 fr. 30 cent., comme nous avons dit ci-dessus.

3° Un forgeron gagnant 5 fr. par jour, forgeant de gros axes, fait par mois 1,300 à 1,400 kil. de fer fabriqué. Si nous prenons 1,350 en moyenne, nous avons pour 25 jours de travail :

$$\frac{25 \times 5}{1350} = 0^{fr}.0925 \text{ le kil.}$$

pour le forgeron seul.

Ce forgeron occupe deux frappeurs, qui, à 1 fr. 75 cent. par jour, font $\frac{25 \times 2 \times 1.75}{1350} = 0^{fr}.065$ le kil. pour le frappeur.

$$0.0925 + 0.065 = 16 \text{ fr. les 100 kil.}$$

Un forgeron gagnant 5 fr. par jour, et forgeant de grandes chappes de parallélogrammes o : des roues de locomotives, produit par mois de 1,000 à 1,200 kil. de fer fabriqué.

Soit 1,100 kil. en moyenne :

$\frac{25 \times 5}{1100} = 0^{fr}.114$ le kil. pour le forgeron.

Trois frappeurs à 1 fr. 75 c. donnent :

$$\frac{3 \times 25 \times 1.75}{1100} = 0^{fr}.12 \text{ par kil.}$$

$$0.114 + 0.12 = 24 \text{ fr. les 100 kil.}$$

Un forgeron gagnant 3 fr. 50 c. par jour, et forgeant de petites pièces de machines, produit par mois 400 kil. de fer fabriqué.

$$\frac{25 \times 3.50}{400} = 0^{fr}.22 \text{ le kil.}$$

pour le forgeron seul.

Un frappeur $\frac{25 \times 1.75}{300} = 0^{fr}.146$ par kil.

$$0.22 + 0.146 = 37 \text{ fr. les 100 kil.}$$

La production moyenne d'un forgeron est 500 kil. par mois, donc 20 kil. par jour pour pièces moyennement fortes et moyennement difficiles. Ces 20 kil., à raison de 25 fr. 50 c. les 100 kil., font $3^{fr}.05$, pour la journée moyenne du forgeron et de son frappeur.

Frappeur 1,75, et forgeron 3,50.

Au moyen de ces données, on pourra calculer le prix de revient de la main-d'œuvre par kil. de fer fabriqué pour une paye quelconque des ouvriers en posant une simple proportion.

4° Les déchets varient entre 5 et 15 p. 0/0, suivant les pièces. Ils sont d'autant plus considérables que les pièces sont plus petites. L'habileté de l'ouvrier a aussi une grande influence sur les déchets : en moyenne 10 p. 0/0.

5° La consommation en combustible est en moyenne de $\frac{1}{3}$ hectolitre par jour et par feu de forge.

6° Admettant que l'hectolitre de houille coûte 0.50, le kil. de fer brut 0.58, la main-d'œuvre par kil. 0.253, le prix de revient moyen de 1 kil. de fer fabriqué à la forge est 0.80, toutes fournitures comprises.

Si on ajoute à cela les frais d'administration, l'intérêt de capitaux, les pertes, etc., on aura pour prix de revient de 1 kil. de fer forgé en moyenne 1 fr.

Partant de là, nous établirons le prix de revient de 1 kil. fer, pour les diverses main-d'œuvres considérées ci-dessus par la proportion arithmétique :

0.253. 1 : 0.40.	$x = 1.15$	le kil.
0.253. 1 : 0.35.	$x = 1.10$	*id.*
0.253. 1 : 0.30.	$x = 1.05$	*id.*
0.253. 1 : 0.25.	$x = 1.00$	*id.*
0.253. 1 : 0.20.	$x = 0.95$	*id.*
0.253. 1 : 0.15.	$x = 0.90$	*id.*
0.253. 1 : 0.10.	$x = 0.85$	*id.*

Ou : si pour main-d'œuvre = 0.253, le prix du fer est 1 fr. pour main-d'œuvre = 0.40, 0.35, 0.30, etc., combien sera-t-il ?

$$x = 1.15,\ 1.10, \text{ etc.}$$

§ 2. *Fonderie.*

Pour obtenir une pièce de machines en fonte ou en cuivre, on commence par faire un modèle de cette pièce en bois ; ensuite on moule ce modèle dans du sable préparé pour l'usage de la fonderie ; on sèche le moule et on y coule de la fonte qui a été mise en fusion dans des appareils spéciaux pour cette opération.

Si la pièce coulée renferme des vides intérieurs, on réserve ces vides dans les moules au moyen de pièces en sable et argile préparées et appelées *noyaux*.

La fonderie se divise en deux sections principales, qui sont :

1° L'atelier des *modeleurs* et le magasin des *modèles*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° La *fonderie* proprement dite.

1° *Atelier des modeleurs et magasin des modèles.*

L'art du modeleur consiste à exécuter en bois les pièces telles qu'elles seront en métal après la fusion. Comme les fontes en général prennent un retrait d'environ 1/100e, après la coulée, le mètre du modeleur a 1 centimètre de plus que le mètre ordinaire.

Les pièces de fonderie étant généralement de grandes dimensions, sont dessinées sur papier à l'échelle de 1/5 ou 1/10. Dans ce cas, le dessin doit être refait à l'atelier des modeleurs en grandeur naturelle, et avec le mètre du modeleur comme échelle, soit sur des planches que l'on distribue à chaque ouvrier, soit sur un parquet dans une salle dite *salle d'épures*.

Les pièces exécutées en bois diffèrent des pièces telles qu'elles seront après la coulée, en ce que le modèle doit satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Pouvoir se retirer facilement du moule, sans le déformer;

2° Laisser des places pour loger les extrémités des noyaux qui sont en général des pièces traversant la fonte de part en part, et ne pouvant se soutenir par le simple contact de leurs extrémités avec la paroi intérieure du moule.

Pour retirer facilement le modèle du moule, on le fait, si le cas l'exige, de plusieurs pièces; en outre on donne aux faces indiquées cylindriques ou prismatiques dans le dessin, une légère inclinaison conique ou pyramidale que l'on nomme *dépouille*.

Pour loger les extrémités des noyaux dans les parois du moule, partout où est indiqué un vide dans le dessin, on ajoute au moule une saillie, nommée *portée*, d'une longueur variable entre 1, 2, 3 et 4 centimètres, et d'une section égale à celle de ce vide. Alors on fait un moule en bois que l'on nomme *boîte à noyau*, d'une forme intérieure égale à celle du vide de la fonte, augmentée du vide occasionné par la saillie rapportée. Lorsque ce noyau est cylindrique d'un diamètre au-dessus de 3 centimètres et d'une longueur d'un mètre au moins, comme pour tuyaux et colonnes, on ne fait pas de moule et il se fabrique par un procédé que nous indiquerons plus loin.

Chaque pièce que l'on exécute à la fonderie ayant un modèle particulier, il s'ensuit que les frais de construction seront d'autant plus considérables que les pièces employées se répéteront moins souvent. On doit donc tendre, autant que possible, pour la fonderie, comme pour la forge, à avoir un certain nombre de pièces générales, dont la combinaison avec quelques pièces spéciales à chaque machine constitue toutes les machines que l'on veut exécuter.

Les modeleurs sont des menuisiers ébénistes; et partant, possèdent tous les outils de cette profession. Chaque ouvrier occupe un *établi*, et il y a un *tour* pour 6 établis de modeleurs.

La place occupée par un modeleur est 3 mètres sur 4, ce qui fait 12 mètres quarrés, en moyenne; cette place varie suivant la dimension du modèle à confectionner. On compte en outre pour le magasin des modèles une surface de 100 m. q. par modeleur. Ce magasin est en général placé à côté de l'atelier des modeleurs, abrité des rayons du soleil, mais possédant un courant d'air de l'est à l'ouest, direction suivant laquelle les variations de température sont le moins sensibles. Ce courant d'air a pour but de contre-balancer l'impression de l'humidité sur les modèles, et comme ils ne reçoivent pas la chaleur du soleil, ils se trouvent dans un état hygrométrique moyen qui les empêche de travailler. Il est de la plus haute importance de veiller à avoir une température et une saturation régulières de l'air dans l'atelier de modèles; sans cette condition, ils sont perdus en peu de temps, parce qu'ils se déjettent et se fendent ou se pourrissent. C'est une bonne précaution que celle de les peindre sitôt qu'ils sont faits; on n'emploie pas la couleur à l'huile, mais la couleur à l'esprit de vin, qui, s'appliquant en couches minces, n'altère en rien leurs formes extérieures.

Au-dessus des modeleurs, est la salle des épures, et au-dessus des modèles, le dépôt des bois destinés à être employés à leur confection. Ces bois sont le plus généralement le sapin et le noyer, le premier servant pour les grosses pièces, comme le plus économique; le second pour les petites pièces.

La qualité qui fait rechercher ces bois est leur stabilité hygrométrique, quand une fois ils sont bien secs.

Pour être sûr de n'employer pour modèles que des bois secs, on les laisse dans le grenier, où on les dépose, pendant au moins 4 ans; on en conserve même pendant 10 ans pour les modèles qui coûtent très-cher à confectionner et que l'on désire garder longtemps.

Administration.

L'administration de l'atelier des modèles diffère de celle de la forge en ce que les pièces confectionnées ne sortent que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour un temps déterminé, et rentrent au bout de ce temps dans l'atelier des modèles. En outre, il n'est pas nécessaire d'avoir un compte exact du travail de chaque modeleur; il suffit de savoir la consommation moyenne de bois par mois, et la main-d'œuvre, pour déduire le prix de revient des modèles pour 1 kil. de fonte coulée, prix excessivement variable, mais qui a aussi sa moyenne.

Le contre-maître de l'atelier des modeleurs doit connaître :

1° Le dessin;
2° Le moulage;
3° L'ébénisterie.

Le dessin, pour exécuter lui-même ou faire exécuter sous ses yeux, en grandeur naturelle sur des planches ou sur le parquet, les modèles à confectionner.

Le moulage, pour confectionner les modèles de manière à ce qu'ils puissent servir aux mouleurs et leur opposer le moins de difficultés possible.

L'ébénisterie, pour la surveillance de la confection des modèles.

Les livres qu'il doit tenir sont les suivants :

1° Livre des journées de ses ouvriers;
2° Livre des modèles à exécuter;
3° Livre des modèles renfermés dans le magasin.

La comptabilité des fournitures, quelles qu'elles soient, se tient à la comptabilité générale de l'atelier de construction.

On peut ainsi calculer le prix de revient des modèles par kil. de fonte coulée.

Une fonderie coulant 6,000 kil. de fonte par jour, occupe :

1 contre-maître à.	6 fr.
6 ouvriers à.	3.50

Total : 6 + 21 = 27 fr.

Admettant que la dépense en outils, bois, fournitures diverses et intérêt de capitaux est égale à 23 fr., nous aurons une dépense nette de 50 fr. par jour pour 6,000 kil. fonte coulée $= \frac{50}{6000} = 0{,}00833$ par kil. de fonte coulée.

Le kil. de fonte coulée brute, c'est-à-dire non ajustée, vaut 0.55; les frais de modèles sont donc $\frac{1}{40}$ en moyenne de la valeur de la fonte coulée.

Cette dépense, que nous indiquons ici pour les modèles, peut servir à l'appréciation des dépenses mensuelles et annuelles d'un atelier de construction; mais il ne faudrait pas s'y fier en faisant le devis d'une machine, parce que si, d'une part, elle devient presque nulle pour les pièces qui se coulent un grand nombre de fois, de l'autre elle peut être considérable pour celles qui ne seront coulées qu'une fois, et cela arrive toutes les fois que l'on commande des machines dont les dimensions ne concordent pas avec celles adoptées par le constructeur. Dans ce cas, on ne sera pas loin de la vérité en évaluant les frais de modèles au $\frac{1}{40}$ de la valeur de la commande complète.

2° *Fonderie.*

La fonderie a pour but de convertir les fontes de fer grises, à l'état de gueuses, et les alliages du cuivre, à l'état de lingots, en pièces brutes de machines.

Pour la fonte de fer nous dirons que, dans les hauts-fourneaux, on coule quelquefois la fonte dans des moules autres que des gueuses, mais qu'en général si on veut avoir des moulages soignés et en fonte bien épurée de laitiers, il faut faire une seconde fusion. De là, deux espèces de moulages : moulages en première fusion, moulages en seconde fusion.

Les qualités d'une bonne fonte de moulage sont les suivantes :

1° Fluidité parfaite pour bien prendre les empreintes des moules.
2° Ténacité et douceur au travail de l'ajustage.
3° Grain serré et compacte, pour éprouver le moins de retrait possible par le refroidissement.

Les fontes de première fusion remplissent bien la première condition mais rarement les deux autres; néanmoins on peut s'en servir sans crainte, quand elles sont reconnues, d'ailleurs, de bonne qualité, pour toutes les pièces employées brutes dans les machines, telles que contre-poids, plaques de fondation, entablements, etc.

La seconde fusion donne à la fonte les deux dernières qualités, en la séparant des laitiers dont elle est toujours souillée après la première fusion.

La fonderie en seconde fusion se divise en quatre parties distinctes :

1° La fonderie de fer en sable d'étuve.
2° La fonderie de fer en sable vert.
3° La fonderie de cuivre.
4° La moulerie des noyaux, dite moulerie en terre.

1° *Fonderie en sable d'étuve.*

On nomme sable d'étuve un sable argileux qui, sans se coller après les modèles sur lesquels on le moule, possède assez de consistance pour que, séché, il ne forme plus qu'une seule et même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masse résistante et pouvant se casser comme de la terre cuite. La quantité d'argile contenue dans ce sable est limitée par la propriété qu'elle a de se fendre par la dessiccation, quand elle est abondante dans un mélange; pour cette raison, on en met le moins possible, c'est-à-dire ce qu'il faut pour donner du lien au sable.

Les moulages se font sur chantier à moule découvert ou en châssis couvert. Les moulages sur chantier à découvert consistent en pièces de peu d'importance, que l'on moule sur le sol même de la fonderie, que l'on dessèche, quand le moule est retiré, par du charbon d'abord froid, ensuite allumé, et que l'on coule ainsi sans recouvrir. Ce genre de moulages a l'inconvénient, pour les bonnes fontes surtout, de donner une face supérieure bombée, lorsqu'elle devrait être plane, et d'être, par conséquent, tout à fait impropre aux objets soignés.

Les moulages à couvert se font généralement dans des *châssis*, espèces de caisses en bois ou en fonte, principalement en fonte dans les usines bien montées, à claire-voie, le plus légères possible, destinées à recevoir les moules des pièces que l'on veut couler. Quand les pièces sont très-grandes et plates, comme les balanciers, les volants, etc., il n'y a qu'un seul châssis supérieur, le dessous se moulant dans le sol; dans tous les autres cas, il y a toujours au moins deux châssis pour une même pièce à couler, le châssis inférieur et le châssis supérieur. Au moyen de ces appareils, on peut non-seulement couler les pièces dans toutes les positions que l'on désire, horizontale, inclinée ou verticale, mais encore on peut réunir les moules ensemble et les porter dans un séchoir commun, dont le but est d'accélérer et économiser le séchage : de plus, ils donnent de l'aisance au mouleur, et, quand ils sont secs, se placent facilement les uns à côté des autres, sur la ligne que parcourt la cuillère dans laquelle est la fonte liquide destinée à les remplir.

Il existe deux modes pour mettre la fonte en fusion :

Le premier consiste dans l'emploi du *four à réverbère*.

Le second consiste dans l'emploi du *cubilot*.

Lorsque l'on fait usage du four à réverbère, on ne coule qu'une fois par jour. Le matin, à dix heures, on allume le fourneau, et à six heures du soir, la fonte est bonne à couler. Chaque fois on a soin de refaire la sole.

Lorsqu'on fait usage du cubilot, on peut couler à toutes les heures du jour.

Le fourneau à réverbère présente sur le cubilot l'avantage de permettre de couler de grandes quantités de fonte à la fois; il y en a de deux dimensions : la première fait des coulées de 3,000 kil.; la seconde, des coulées de 6,000 kil. Par le cubilot, on coule généralement par 200 kil. à la fois, c'est-à-dire la charge de trois hommes, les cuillères étant portées à bras d'hommes. On peut, il est vrai, pousser ce chiffre plus loin et obtenir jusqu'à 1,000 kilog. de fonte liquide à la fois dans un cubilot, de sorte qu'en en mettant trois, on a l'équivalent d'un four à réverbère. Il est difficile de se prononcer pour l'un ou pour l'autre de ces appareils, en ce qu'ils offrent chacun leurs avantages et leurs inconvénients.

La consommation en houille, pour les fours à réverbère, est de 30 p. 0/0 sur le poids de la fonte coulée, et le déchet varie entre 6 et 8 p. 0/0.

Les cubilots chauffés au charbon de bois exigent 60 à 80 charbon p. 0/0 fonte, et les déchets varient entre 7 et 13 p. 0/0, suivant que la fonte a été mise dans le fourneau en gros ou en petits morceaux, et suivant sa qualité.

Chauffés au coke, ils n'en exigent que 35 à 50 p. 0/0 fonte. Les déchets varient dans ce cas entre 8 à 10 p. 0/0.

Les cubilots nécessitent une matière première de plus que les fours à réverbère; c'est la castine qui doit accompagner les gouttes de fonte à l'état de laitier, pour que ces dernières ne soient pas attaquées par le vent du soufflet. La quantité de castine ajoutée varie entre 4 et 5 p. 0/0.

La quantité d'air qu'il faut lancer dans les cubilots varie suivant leurs dimensions. Pour les petits chauffés au charbon de bois, on envoie $7^{m.\,c.}$ d'air par minute avec des buses de 5 centimètres à une pression de 6 centimètres, ce qui correspond à deux chevaux de force environ. Pour les mêmes fourneaux au coke, on lance $10^{m.\,c.}$ d'air à une pression de 8 centimètres, ce qui fait trois chevaux. Dans les grands fourneaux, on pousse la quantité d'air à 20 et $25^{m.\,c.}$, correspondant à 6 et 8 chevaux.

Les principales dimensions des fours à réverbère sont les suivantes :

Sole : 2 mèt. de long sur 1^{m} de large.
Grille : 2/7 de la sole.
Cheminée { section inférieure $\frac{1}{3}$ de grille.
{ section supérieure $\frac{1}{4}$ *id.*

La sole est inclinée à 15 ou 18°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cubilots ont en général les dimensions suivantes :

		m. q.
Section intérieure	petite. . . .	0.11
	grande. . .	0.20
Hauteur.	petite. . . .	2.60
	grande. . .	3.25
Hauteur des tuyères au-dessus de la sole.		0 25

On met deux rangs de tuyères superposées quand on veut beaucoup de fonte à la fois.

Le séchage des moules se fait la nuit et se prolonge le lendemain, s'il est nécessaire, la coulée n'ayant lieu que le soir.

Pour opérer la coulée, on place la cuillère ou grande marmite en fonte suspendue à une grue, dans une fosse vers laquelle se dirige une rigole en sable partant du trou d'écoulement de la fonte du four à réverbère ; puis, on distribue les moules sur toute la circonférence que décrira la cuillère en tournant avec la grue. Si tous les moules ne peuvent tenir sur cette circonférence, ou s'il y a des moulages sur le sol même de la fonderie, on a une ou plusieurs autres grues disposées pour recevoir la cuillère de la première, quand les moules qui l'entourent seront remplis ; toutes ces grues sont à point d'attache variable, afin que l'on puisse allonger ou raccourcir à volonté le rayon de la circonférence décrite par la cuillère.

Quand tout est bien disposé on verse la fonte dans la cuillère ; on l'enlève et on coule. Il y a deux ouvriers spéciaux pour la coulée ; ce sont les plus habiles de l'atelier : l'un d'eux la fait basculer au moyen d'une clef, ce qui est facile parce qu'elle est suspendue, un peu au-dessus seulement de son centre de gravité ; l'autre retient les ordures qui sont à la surface du bain de fonte ; ordures qui se composent de sable et cendres jetés là pour empêcher le rayonnement de la fonte et pour absorber en même temps les laitiers qui surnagent. Les moules reçoivent la fonte par un trou évasé, en forme de cône renversé, et sont munis, dans leur point le plus élevé, qui est généralement près du trou de coulée, d'un second trou par lequel l'air s'échappe à mesure que la fonte remplit le moule. Sitôt qu'un moule reçoit de la fonte, il se dégage par le trou d'air une flamme bleue que l'on reconnaît être celle de l'oxide de carbone ; de plus, il se produit une foule de petites explosions par les fissures des moules provenant de l'inflammation du gaz qui s'en échappe, lequel est de l'hydrogène carboné. Ces explosions sont quelquefois dangereuses ; aussi a-t-on soin, quand on coule, d'armer les gamins de torches allumées qu'ils promènent partout où ils voient des fuites de gaz. Ces dégagements d'oxide de carbone et d'hydrogène carboné proviennent : 1° de la poussière de charbon avec laquelle on a soin de peindre à l'eau l'intérieur des moules pour rendre leur surface plus lisse et les empêcher de se coller à la fonte ; 2° de l'eau et du charbon qui se trouvent renfermés dans le sable même du moule.

Tous les châssis sont fermés solidement, d'abord pour éviter les fuites de fonte, ensuite pour reporter la poussée qui se produit dans la fonte au moment du refroidissement sur les trous de coulée et d'air.

Dans le cas où les moulages sont sur le sol de la fonderie et à couvert, on charge les châssis en les recouvrant d'un poids au moins égal à celui de la fonte que l'on a à couler. La tendance qu'a la fonte à soulever les châssis dépend, non-seulement de la cristallisation, mais encore de sa densité qui est beaucoup plus forte que celle des moules.

Lorsque les noyaux des moules ne sont pas fixés solidement, ou sont très-longs, comme ceux des colonnes coulées horizontalement, l'influence des densités se fait sentir par le soulèvement du noyau, soit en totalité, soit en partie. Dans ce cas on a soin de mettre entre la partie supérieure du noyau et le dessous du châssis supérieur de petits soutiens composés de deux plaques de tôle minces et très-petites, reliées par un clou rivé des deux côtés. Par ce moyen, lorsque la fonte tend à soulever le noyau, ce dernier est retenu par ces plaques dans sa position normale. Ces soutiens se perdent dans la fonte ; quelquefois on peut retirer les plaques ; mais les clous restent toujours. Il résulte assez souvent de ce procédé un inconvénient grave pour les tuyaux ; c'est que les clous sont plus facilement attaqués que la fonte par les eaux, et alors il se manifeste des fuites aux trous qu'ils occupaient : aussi, dans les commandes de tuyaux, a-t-on soin de spécifier qu'ils seront coulés debout, auquel cas la fonte ne peut plus déranger le noyau.

Pour couler les pièces debout, il est nécessaire d'avoir une cavité dans laquelle on puisse déposer les moules, sans quoi il faudrait monter la cuillère à une hauteur où il serait peu facile de la manœuvrer. A cet effet, on réserve au milieu de la fonderie une fosse cir-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culaire que l'on peut recouvrir à volonté avec des plaques de fonte. Au milieu de cette fosse est une grue qui sert non-seulement pour la cuillère, mais encore pour descendre et remonter les moules.

Outre les moulages en sable, il y a les moulages en coquille qui sont spécialement affectés aux roues des wagons et aux cylindres de laminoirs.

Les roues de wagons se font en sable vert ; nous n'en parlerons pas ici.

Les cylindres *durs*, cylindres de laminoirs, se montent en trois parties : les 2 extrémités en sable, le milieu en coquille. La coquille est une espèce de tonneau en fonte creuse à l'intérieur et ayant 15 centimètres dans sa plus grande épaisseur. Les cylindres durs se coulent debout dans la fosse. D'après la disposition du moule, on obtient, après le refroidissement complet, 2 surfaces sur la même pièce, l'une en fonte blanche, l'autre en fonte grise. La partie en fonte blanche est la table du laminoir ; la partie en fonte grise constitue les tourillons et l'intérieur du cylindre. Il est important que le corps du cylindre et les tourillons soient en fonte grise, parce que, s'ils étaient en fonte blanche, ils ne fonctionneraient pas 24 heures sans casser.

Les cylindres durs se coulent par dessous, c'est-à-dire que la fonte, au lieu d'être injectée dans le moule par en haut, y arrive lentement par un tuyau qui communique avec le bas du moule. Cette disposition a le grand avantage d'éviter les soufflures dont la présence dans un cylindre dur à l'endroit des collets est une cause de rebut.

Quelquefois le durcissement de la surface de la table ne s'opère pas d'une manière satisfaisante : tantôt il est trop considérable, et alors les cylindres sont sujets à casser ; tantôt il est trop faible, et alors les cylindres ne durent pas parce qu'ils s'usent vite. Pour remédier, à coup sûr, à cet inconvénient, on a imaginé au Creusot de couler une première cuillère de fonte blanche remplissant le moule ; puis, de la faire suivre d'une seconde en fonte grise qui, chassant par en haut toute la fonte blanche restée liquide dans le moule, n'y laisse que celle qui a durci immédiatement par suite de son contact liquide avec la paroi métallique. Ce procédé, tout simple qu'il paraisse, exige une certaine habitude pour réussir complétement, mais aussi donne des résultats très-avantageux, malgré l'accroissement de dépense provenant du chauffage d'une double quantité de fonte.

Le sable qui a servi à faire un moule et dans lequel on a coulé, est en gros fragments durs et incapables de resservir sans avoir subi une préparation. Cette préparation consiste à le broyer sous 1 ou 2 meules roulantes dans une chambre appelée moulin à sable. Ces meules sont mues par un cheval ou par la machine qui sert à souffler les cubilots. On le fait ensuite rentrer à la fonderie en mélange avec du sable neuf auquel il sert de ciment.

Les châssis sont déposés dans une cour régnant autour de la fonderie et appelée pour cette raison cour de la Fonderie. Comme il y a des châssis fort lourds, on sillonne cette cour de petits chemins de fer au moyen desquels des wagons transportent les châssis aux endroits où on en a besoin.

Un mouleur occupe dans la fonderie en sable d'étuve, y compris les fours et le séchoir, un espace de 25 mètres quarrés. Si on ajoute à cela le moulin à sable, le dépôt des châssis, des fontes brutes, des fontes moulées, du sable neuf, on pourra porter cet espace à 100 mètres quarrés.

2° *Fonderie en sable vert.*

La fonderie en sable vert diffère de celle en sable d'étuve en ce qu'on coule dans le sable frais, c'est-à-dire aussitôt que le moule est terminé. Ce procédé accélère le travail et le rend en même temps économique.

Le four à liquéfier la fonte, pour ce genre de fonderie, est nécessairement le cubilot, en ce qu'il permet d'obtenir de la fonte à toute heure.

Pour le travail, la fonderie en sable vert ne diffère pas de celle en sable d'étuve ; seulement on l'applique principalement aux pièces de petites dimensions ou minces, parce que la résistance du sable est beaucoup moins grande que dans la première. C'est du reste un procédé assez nouveau, et qui prend de l'extension de jour en jour. Les pièces obtenues en sable vert offrent un aspect brillant qui les distingue facilement des pièces moulées en sable d'étuve, dont l'aspect est généralement terne ; mais ces dernières ont l'avantage de présenter des formes beaucoup plus exactes et plus tranchées, par suite de la résistance du moule ; en un mot, la fonte y prend mieux. Le moulage en sable vert est beaucoup plus difficile que celui en sable d'étuve, il faut des ouvriers très-exercés. Les accessoires de la fonderie en sable vert sont le moulin à sable, le dépôt des châssis, des fontes brutes et moulées, ainsi que du sable neuf. L'espace occupé par un mouleur en sable vert est 15 mè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tres quarrés dans la fonderie, et 50 mètres quarrés total y compris les accessoires.

Nous avons dit que les moulages en coquilles de la fonderie en sable vert, consistaient en roues de wagons. Ces roues se coulent à plat sur le sol, dans un cercle en fonte de 10 centimètres d'épaisseur et de la hauteur de la jante de la roue. La forme intérieure de ce cercle est celle extérieure de la jante; les autres parties de la roue, les bras et le moyeu, sont moulés en sable. Une précaution à prendre, lorsque l'on coule des roues de wagons, c'est de diviser le moyeu en 3 parties égales par des plaques de tôle mince placées avant la coulée. Cette précaution a pour but de permettre le retrait de la fonte des bras, en agrandissant, il est vrai, le cercle extérieur du moyeu, mais sans casser les bras, ce qui aurait lieu infailliblement si le moyeu était d'un seul morceau. Ce que nous disons pour les roues de wagons, s'applique aux poulies, et, en général, à toutes les roues dont les bras sont très-minces; on rend la solidité au moyeu en le garnissant de chaque côté d'une *frette* en fer posée à chaud après que l'on a rempli par des plaques de tôle les 3 interstices occasionnés par le retrait.

3° *Fonderie en cuivre.*

Les moulages se font en sable d'étuve et en sable vert; en sable d'étuve pour les grosses pièces, en sable vert pour les petites, et c'est le cas le plus général d'un atelier de construction, surtout pour locomotives. Lorsque l'on a de grosses pièces à couler, on emploie le four à réverbère ou le cubilot comme pour la fonte. Lorsque l'on n'a que de petites pièces à couler, on emploie des creusets de terre ordinaire, d'une capacité égale à la quantité de cuivre que l'on veut couler à la fois. On place ces creusets dans des fourneaux analogues aux fourneaux d'essai des minerais, et généralement munis d'un soufflet.

Les matières premières de la fonderie en cuivre y arrivent tantôt pures, tantôt mélangées. Quand elles sont mélangées dans des proportions convenables, il suffit de les mettre dans le creuset, de les chauffer et de les couler quand elles sont suffisamment liquides. Si les mélanges nécessitent l'addition de quelques matières premières, on prend les précautions que nous allons indiquer pour les cas où elles sont livrées pures à la fonderie.

1. *Cuivre jaune ou laiton.*

Le cuivre liquide s'oxide facilement et se convertit en une poudre noire qui constitue un déchet et forme des pailles dans les pièces moulées; il est donc de toute importance d'abriter, autant que possible, l'intérieur du creuset du contact de l'air.

En second lieu, le zinc est volatil à la température où le cuivre est seulement liquide, et beaucoup plus oxidable que ce dernier à l'état liquide.

Pour faire un mélange de cuivre et de zinc, il faut avoir soin de fondre ensemble 2 petites quantités de cuivre et zinc, dans les proportions déterminées plus haut, c'est-à-dire, 2 cuivre pour 1 zinc, réduites en poussière et bien mélangées, de manière que le point de fusion ne dépasse pas celui du mélange, quand il est complet, point beaucoup au-dessous de celui de fusion du cuivre. Quand le métal est en fusion, on y ajoute un peu de zinc, puis un peu de cuivre, et toujours ainsi petit à petit jusqu'à tant qu'on ait la quantité de laiton dont on veut faire usage. Par ce moyen, le déchet est le moindre possible. Comme il y a toujours une petite quantité de zinc qui se volatilise, on a soin d'en augmenter la dose dans la proportion de 5 à 6 p. 100; l'expérience, du reste, indique cela très-facilement, si on a soin de peser les matières avant et après la fusion.

2. *Bronze et métal de cloche.*

Il suffit pour ces mélanges de bien disséminer l'étain dans le cuivre, en les mettant ensemble dans le creuset; la proportion d'étain étant trop faible pour s'oxider.

3. *Maillechort.*

La fusion du maillechort est très-difficile et, suivant qu'elle a été bien ou mal opérée, le métal résultant a des propriétés tout à fait différentes. Cela provient de ce que le nickel n'est fusible qu'à une température de beaucoup supérieure à celle du cuivre.

Si on commence par faire le mélange de cuivre et zinc et qu'on y plonge le nickel, ce dernier n'y fondra que quand la majeure partie du zinc aura été volatilisée. Si on fait l'alliage de nickel et cuivre de la même manière que celui de cuivre et zinc pour laiton, et qu'on y plonge le zinc, comme la température sera encore plus élevée que celle du cuivre pur, il n'entrera pas une parcelle de zinc dans le mélange. Voici comment, dans ce cas, on procède : on fait un mélange bien intime en poudre fine de 2 petites quantités de cuivre et nickel, et on met au feu; quand le mélange est en fusion, on y plonge une quantité double au moins de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zinc, et on ferme le creuset précipitamment ; les 3/4 du zinc se volatilisent, mais il en reste assez dans ce mélange pour avoir abaissé la température ; on ajoute alors à petites doses et successivement, du nickel, du cuivre et du zinc jusqu'à tant que l'on ait son alliage dans les proportions voulues ; afin d'opérer plus vite la fusion des métaux que l'on ajoute, on les maintient tant qu'ils sont solides au fond du bain avec une pince en fer.

Les déchets, dans la fonderie en cuivre, s'élèvent en moyenne à 10 p. 100, tant par l'oxidation des métaux que par les globules métalliques qui restent dans les pores des creusets, ou attachés par le refroidissement à leur surface intérieure. Un creuset peut servir plusieurs fois, quand il est manœuvré avec soin, et plus il sert de fois, moins on a de déchets. Dans les usines où on coule de petites quantités de cuivre, on est dans l'usage de jeter les vieux creusets ; mais dans celles organisées principalement pour la fonderie de cuivre, loin de les jeter, on les casse en morceaux, retire les parties qui ne contiennent pas de cuivre, et place les autres dans un mortier où elles sont broyées en poudre fine par un pilon mû par une poulie de renvoi venant de la machine soufflante. Quand les matières sont suffisamment broyées, on leur fait subir une opération analogue à celle des *patouillets* pour le minerai de fer, on les met dans un baquet au milieu duquel est une roue tournant horizontalement et recevant en outre un filet d'eau claire qui se renouvelle sans cesse. Les matières se classent dans le baquet par ordre de densité, c'est-à-dire le métal au fond ; les matières terreuses qui surnagent sont entraînées par l'eau qui s'échappe constamment. On retraite ensuite ces cuivres dans un creuset, en y ajoutant un peu de charbon pour réduire les oxides, et on parvient à retirer comme cela près de 5 p. 0/0 sur les 10 p. 0/0 de déchets que l'on a faits, ce qui amène une économie très-sensible.

4° *Moulerie en terre.*

La moulerie en terre, ou fabrication des noyaux, constitue un atelier à part où les moulages s'exécutent avec de l'argile ne contenant pas de chaux, et assez riche en sable pour ne pas prendre un trop grand retrait par la dessiccation, mais pas assez pour n'en pas prendre du tout.

Les noyaux sont en argile parce que, étant des pièces isolées dans l'intérieur des moules et exposées de toutes parts au choc de la fonte liquide, ils doivent être doués d'une consistance supérieure à celle du sable argileux employé habituellement ; de plus, la fonte retraitant par le refroidissement, comme elle entoure le noyau de toutes parts, il faut que ce dernier retraite aussi. Or, c'est précisément une des propriétés de l'argile que de prendre du retrait par la température ; on a donc un double avantage en l'employant. Depuis quelque temps on remplace le sable dans les noyaux par de la farine de blé dans le but de faciliter encore le retrait de la fonte. En effet, lorsque l'on verse cette dernière dans le moule, il se produit une décomposition de la farine du noyau, dont les deux effets sont : 1° de refroidir, par évaporation de l'eau combinée, la fonte en contact ; 2° de produire, dans le noyau, des vides qui le rendent spongieux, et par conséquent compressible.

On distingue 2 espèces de noyaux, les noyaux moulés et les noyaux tournés. Les premiers se font dans la boîte à noyau par le procédé ordinaire du moulage des terres, et servent pour toutes les pièces à formes non cylindriques. Quand ces pièces sont irrégulières et présentent des coudes, on a soin de garnir l'intérieur du noyau de tirants en fer recourbé dans tous les sens, afin d'augmenter sa résistance à l'action de la coulée.

Lorsque les noyaux sont cylindriques, d'un diamètre d'au moins 5 centimètres et d'une longueur d'au moins 50 centimètres, on les fabrique par le procédé du tour, c'est-à-dire au moyen d'un gabarit qui leur donne la forme extérieure. Pour cela on prend une barre de fer que l'on considère comme l'axe, et on la place horizontalement dans deux parties ménagées exprès sur deux simples tréteaux. Si le diamètre du noyau est moindre que 15 centimètres, le noyau est plein ; s'il est d'au moins 15 centimètres, le noyau est vide, c'est-à-dire que la barre est entourée d'une enveloppe en tôle percée de trous et laissant au moins 5 millimètres de jeu entre elle et le noyau, et ce, par les motifs suivants :

Pour faire tenir l'argile sur une barre de fer, on la mélange avec du foin qui lui donne du liant et sert à former ainsi les premières couches qui, une fois faites, rendent les autres très-faciles à poser en argile pure. Ce foin a l'avantage de rendre l'argile élastique et propre à prendre le retrait provenant du refroidissement de la fonte. Cela est bien pour des petits noyaux ; mais quand le diamètre des noyaux commence à gagner 15 ou 20 centimètres, l'épaisseur de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couche d'argile à déposer augmente, et alors le temps que l'on passe à faire le noyau augmente dans la même proportion. Pour éviter cette perte de temps résultant de la diminution des noyaux, on a imaginé d'entourer les axes de fer d'un tuyau qui, y étant fixé solidement, remplirait les mêmes fonctions que lui par rapport au noyau. Cette disposition avait un grave inconvénient que l'on prévoit facilement ; c'est que le retrait de la fonte étant proportionnel à son diamètre, il faut que celui de l'argile suive la même loi, et il ne le peut, si l'épaisseur de cette dernière est constante. Pour éluder cet inconvénient, on opère ainsi : on fait des tortillons de foin que l'on enroule sur le nouvel axe en tôle, et par-dessus les tortillons on dépose les diverses couches d'argile comme d'ordinaire. Le foin, dans cet état, est élastique, se prête parfaitement au retrait de la fonte, et cela d'autant mieux qu'il brûle et dégage des gaz pour l'échappement desquels sont pratiqués les trous dans la tôle, et la communication facile de ces trous avec l'air extérieur.

La moulerie en terre possède un séchoir pour les noyaux. Ce séchoir, ainsi que celui de la grande fonderie, sont des chambres en briques fermant par une porte en tôle, et dans la partie inférieure desquelles sont des foyers à houille dont la fumée se dégage dans le séchoir même et va se perdre dans une cheminée placée à l'extrémité opposée à celle des foyers.

L'espace occupé par un mouleur en terre, y compris la place de ses noyaux, le dépôt de l'argile et le séchoir, est en moyenne de 50 mètres quarrés. Ce grand espace provient de ce qu'il se fabrique toujours un grand nombre de noyaux à la fois ; ces derniers ayant besoin d'un léger séchage à chaque couche d'argile qu'on leur applique.

Administration de la fonderie.

Les quatre spécialités de la fonderie sont régies par un contre-maître unique qui, à la surveillance spéciale de son état, joint la comptabilité suivante :

1° Livre des journées des ouvriers dans chaque spécialité séparée.

2° Livre de comptabilité des matières premières et des produits en fontes moulées quelconques.

3° Livre des modèles à mouler et moulés.

Les deux premiers livres se comprennent sans explication ; quant au 3e, il nécessite entre le chef de la fonderie et celui des modeleurs des fonctions relatives que nous allons déterminer.

Lorsqu'un dessin ou une commande de fonte moulée arrive à la fonderie, il faut que les deux contre-maîtres soient prévenus à la fois, soit par le porteur de la commande, soit l'un par l'autre, sans quoi cette dernière ne recevrait au plus qu'une demi-exécution. Si on porte la commande chez les modeleurs, ces derniers exécutent le modèle, et on prévient la fonderie quand il est prêt. Mais il arrive le plus souvent que la fonderie ou n'a pas besoin de modèles, ou en veut un autre que celui qu'on lui propose, par suite de considérations pratiques dépendant de la qualité de la fonte, des quantités de fonte qu'on se propose de couler à la fois, de l'absence ou de la présence de certains ouvriers à travail déterminé, etc. Pour toutes ces raisons, le contre-maître de la fonderie en est réduit à inscrire la commande, comme le contre-maître des modeleurs, afin de se la rappeler quand il sera à même de l'exécuter.

Si on fait la commande à la fonderie, au contraire, elle n'a besoin d'être inscrite qu'une seule fois et débarrasse le contre-maître des modeleurs d'une comptabilité qui l'importune et n'est pas généralement dans ses habitudes. Par cette raison, nous penchons pour que le contre-maître de la fonderie soit chef suprême, d'autant plus que cela présente l'avantage, pour le constructeur, de faire retomber la responsabilité des modèles sur une personne autre que celle qui les exécute, et de créer par là une vérification qui n'aurait pas lieu autrement.

Ainsi, suivant nous, le contre-maître de la fonderie est le supérieur du contre-maître des modeleurs, et responsable de la besogne de ce dernier.

Le livre des moulages se divise alors ainsi :

1° Inscription des commandes par articles et indication du nombre des pièces à couler.

2° Commandes des modèles à l'atelier des modeleurs.

3° Pièces coulées, et nombre de ces pièces avec date du mois et de l'année.

La 2e colonne se remplit par une croix placée devant chaque pièce, ou tout autre signe particulier. Le contre-maître des modeleurs reçoit les dessins ou la commande et prépare les modèles dans une partie de son magasin, ménagée à cet effet. Tantôt il les exécute, tantôt il fait servir d'anciens modèles, ce qui nécessite chez lui une connaissance parfaite de tout ce qu'il possède dans son magasin.

La 3e colonne ne se remplit que quand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les pièces ont été démoulées, désablées, pesées et reconnues bonnes par le contre-maître de la fonderie. Le pesage des fontes s'opère en général sur une balance bascule, placée sur les chemins de fer qui sillonnent la cour de la fonderie, et le plus près possible du cabinet du contre-maître, qui inscrit lui-même les résultats de la balance. On a un wagon exprès pour le transport des pièces à peser. Pour les petites pièces, telles que celles sortant de la fonderie en cuivre, on a une balance ordinaire.

Le dépôt des fontes brutes, ainsi que des fontes moulées, se fait généralement dans la cour de la fonderie à côté des châssis, le peu de valeur des objets et leur poids n'étant pas susceptibles de tenter la cupidité des voleurs. Il n'en est pas de même du cuivre et de ses alliages, que l'on dépose brut ou moulé dans un magasin spécial fermant bien et placé près du cabinet du contre-maître de la fonderie.

Les pièces manquées retournent au four à réverbère ou au cubilot, en mélange avec de nouvelles fontes et des bocages. Comme ces pièces ont généralement des dimensions qui ne leur permettent pas d'entrer dans les fours, on les casse, et à cet effet on a au milieu de la cour de la fonderie un *trois-mâts*, au moyen duquel on élève à une certaine hauteur une masse de fonte qui, en tombant sur les pièces disposées au-dessous, les brise en morceaux. Le montage de cette masse s'effectue par une poulie suspendue à l'extrémité du trois-mâts et un treuil placé au bas. Quand elle est arrivée à une hauteur suffisante, on fait lâcher le point d'attache, comme dans les moutons ordinaires. Le trois-mâts est muni d'un paratonnerre, objet indispensable dans une usine où il y a tant de matières qui attirent le fluide électrique.

Nous terminerons ce qui est relatif à la fonderie par un compte de revient de 1,000 k. de fonte moulée, déduit du travail de plusieurs années dans une usine fonctionnant en grand tant en sable d'étuve qu'en sable vert.

Pour 1,000 kil. fonte moulée :

1100 kil. fonte brute et bocages.	243f65
hectolitres.	
9.65 houille à 0 55.	5.31
8.00 coke. . à 0.55.	4.38
0.11 castine à 0.80.	0.09
3.33 sable de moulage à 0.60.	2.00
Service de la cour de la fonderie.	2.08
Frais généraux.	5.55
	263.06

Ci-contre.	263.06
Fournitures du magasin . .	5.74
Main-d'œuvre : maçons et fours.	0.35
Réparations d'outils	0.68
Ajustage.	0.37
Forgerons. . . .	0.05
Mouleurs. . . .	34.31
Surveillance.	1.48
	306 04
Si nous ajoutons $\frac{1}{40}$ pour les frais de modèle, nous obtenons. .	7.50
Total.	313.54

Dans ce compte de revient la houille entre pour $9.65 \times 80^k = 720^k$, et le coke $8 \times 40 = 320^k$: total 1,040 kil., c'est-à-dire plus de 100 p. 0/0 en combustible. Il est bon de faire remarquer que cette dépense n'est pas seulement pour les fours, mais se répartit aussi sur les séchoirs, le chauffage intérieur et les pièces manquées dont il n'est tenu ici aucun compte. On peut donc admettre que pour 1 de fonte de deuxième fusion il faut 1 de combustible.

Nous allons passer maintenant à la chaudronnerie.

§ 3. *Chaudronnerie.*

La chaudronnerie est l'atelier où se confectionnent les chaudières à vapeur.

Une chaudière à vapeur est un vase fermé, ne donnant issue à l'eau et à la vapeur qu'il renferme que par des orifices déterminés, à parois d'une ténacité suffisante pour résister aux pressions qui se manifestent dans son intérieur, aussi conducteur que possible de la chaleur dans les parties en contact avec le feu.

Pour ces divers motifs une chaudière à vapeur est un vase en métal, et d'après les propriétés des métaux exposées dans le premier chapitre, les seuls qui puissent être présentés sont : le cuivre, le fer, la fonte.

Pendant longtemps on a employé la fonte à cause de son prix de revient peu élevé. Mais l'inconvénient qu'elle présente de se rompre par refroidissement trop brusque, résultant d'une alimentation intermittente, ou d'une élévation de température trop prompte, y a fait renoncer. On n'emploie plus aujourd'hui que la tôle de fer pour machines fixes, et la tôle de fer jointe à celle de cuivre, pour locomotives; le cuivre figurant dans toutes les parties en contact avec le feu, par suite de sa propriété d'exiger un moindre poids de matière que le fer pour transmettre une quantité de chaleur donnée, et aussi par suite de sa plus grande résistance à l'action destruc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive des gaz qui s'échappent du foyer.

Il existe une infinité de formes de chaudières à vapeur, quand la pression qui se manifeste dans leur intérieur est égale à celle de l'extérieur ; mais si la pression intérieure est supérieure à cette dernière, alors les formes des chaudières se réduisent à deux seulement : le cylindre à base circulaire et la sphère.

Il y aurait bien encore le cône à base circulaire, mais on ne l'emploie pas.

Les propriétés du cylindre et de la sphère que l'on met à profit dans ce cas, ne sont autres que celles du cercle que nous allons examiner :

Soit un cercle dont le centre est o, le rayon r; si nous supposons tous les points de la circonférence soumis à une pression intérieure égale pour tous, cette circonférence ne se déformera pas, elle ne pourra que se briser si sa résistance n'est pas suffisante. Pour calculer cette résistance, il faut connaître la valeur exacte de la pression sur un point déterminé.

Soit AB, Pl. 9, fig. 22, un diamètre, et, supposant tous les autres points d'une résistance indéfinie, cherchons la force de traction qui s'opérera en chacun des points A et B, pour séparer le cercle en deux parties.

Chaque élément $m\,m'$ de la circonférence est soumis à une force normale P dont l'action par rapport aux points A et B se décompose en deux, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à AB ; la force parallèle à AB n'a aucune influence, mais la force perpendiculaire se décompose en deux parallèles placées en A et B et agissant par conséquent sur ces points. Soit p cette composante de P perpendiculaire à AB, et formons le parallélogramme des forces ; par les triangles semblables, nous aurons :

$$P : p :: mm' : mL.$$

Donc, si mm' représente en ligne la force P sa composante p, sera représentée par la projection nn' sur le diamètre AB. Il en sera de même pour tous les autres éléments de la circonférence, et la pression perpendiculaire à AB, agissant de chaque côté de cette ligne, et tendant à séparer la circonférence en deux parties égales, est à la pression totale exercée sur une demi-circonférence, comme le diamètre est à la demi-circonference ou : : 1 : 1.571. Si nous représentons par P la pression sur l'unité de longueur, la pression sur la demi-circonférence A mm' B sera $P \times 1.571 \times 2r$, et celle pour les deux points, A et B, $P \times 2r$, d'où, pour chaque, $P \times r$; en appelant F cette force, on aura :

$$F = P \times r.$$

La force qui tend à séparer le cercle en deux parties est proportionnelle à la pression intérieure et au rayon du cercle.

Passant du cercle au cylindre en tôle, considérons une longueur suivant l'axe, égale seulement à 1 centimètre, et appelons e l'épaisseur du métal, R sa résistance à la traction par centimètre quarré de section, P la pression de la vapeur sur un centimètre quarré de surface, on aura :

$$Pr = e \times R \times 1^{c.\,m.}$$

d'où

$$e = \frac{r\,P}{R}.$$

La résistance maxima de la tôle de fer dans le sens du laminage est 4,000 k. par centimètre quarré de section ; pour le cuivre rouge, cette résistance est 2,000 k. et pour le cuivre jaune 1,250 k. Pour obtenir e on exprimera r en centimètres et P en kil., puis on substituera ces différentes valeurs de R, suivant le métal que l'on emploiera.

La résistance du métal dans le sens de l'axe s'obtient en remarquant que, quelle que soit la forme du fond, la pression qu'il supporte est la même que si elle était plane, et par conséquent égale à $\pi r^2 \times P$. Cette pression se répartit sur tous les points d'une même circonférence ; donc, pour avoir la pression en un point, il suffit de diviser cette expression par $2\pi r$, ce qui donnera :

$$\text{Pression longitudinale} = \frac{r\,P}{2},$$

c'est-à-dire, moitié de la pression transversale ; d'où on déduit que, pour une sphère, l'épaisseur totale peut être moitié de celle du cylindre.

Comme les feuilles de tôle ont une résistance à la traction plus grande dans le sens du laminage que dans l'autre, on a soin de les placer dans les chaudières de manière que le sens du laminage résiste à la plus forte pression, c'est-à-dire, soit perpendiculaire à l'axe.

L'épaisseur théorique des tôles, celle au milieu d'une feuille, étant déterminée, il faut, pour déterminer l'épaisseur sur les bords, avoir égard au mode d'assemblage des feuilles entre elles ; or, voici comment il s'opère. On superpose les bords de deux feuilles voisines, les perce de trous correspondants, et les traverse simultanément de boulons, appelés *rivets*, posés à chaud et rivés ensuite, de manière à présenter deux têtes entre les-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelles sont maintenues les feuilles de tôle d'une manière invariable.

Ce mode d'assemblage, comme on le voit, répartit toute la pression, qui se manifeste sur une longueur donnée, entre un nombre de points déterminés.

Soient deux feuilles de tôle assemblées par des rivets, l la largeur AB, pl. 9, fig. 23, de ces feuilles, e leur épaisseur, R la résistance par centimètre quarré de section; la résistance suivant AB sera... $le \times R$.

Si nous traversons les rivets par une ligne A′B′ passant par leurs centres, et que la somme de leurs diamètres soit $\frac{l}{n}$, n étant un nombre entier ou fractionnaire, la section résistante de la feuille suivant A′B′ sera :

$$e\left(l - \frac{l}{n}\right) = el \times \frac{n-1}{n},$$

et la résistance : $R\,el\,\frac{n-1}{n}$.

Or, l'épaisseur e a été calculée pour une résistance donnée suivant la largeur l; il faut donc qu'en A′B′ la résistance soit la même qu'en AB. Pour cela, il suffit d'augmenter la section pleine d'une quantité égale à la section vide.

La section des trous des rivets est $\frac{l}{n} \times e$; donc la section pleine est $\frac{n-1}{n}\, l \times e$. Si e' représente la nouvelle épaisseur à ajouter, on aura :

$$e' \times l\frac{n-1}{n} = \frac{l}{n}\, e;$$

d'où $$e' = \frac{e}{n-1},$$

et l'épaisseur totale de la tôle sera :

$$E = e + e' = \frac{n}{n-1}\, e \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

Telle est l'épaisseur pratique que l'on donne généralement aux feuilles de tôle, parce qu'on les fait partout d'une égale épaisseur. Dans cette expression, n est inconnu et dépend du diamètre et de l'espacement des rivets.

Pour déterminer ces deux quantités, nous remarquerons que les rivets sont exposés à un effort de traction dans le sens de leur longueur, et que si on représente par l la longueur ab, dont la pression se reporte sur le rivet c, et par d le diamètre de ce rivet, on aura :

$$0.783\, d^2 \times R = le \times R,$$

c'est-à-dire que les résistances étant égales, les sections doivent être auss égales entre elles; ce qui donne :

$$d^2 = \frac{le}{0.783} = \frac{n-1}{n \times 0.783}\, l\,E \quad \ldots \quad (2).$$

Les têtes des rivets ont un diamètre double de leur corps; de plus les têtes sont espacées entre elles d'un demi-diamètre, afin qu'on puisse les façonner plus facilement; nous avons donc entre a et b :

$$\left.\begin{array}{ll} 1^o. \ldots & d \\ 2^o. \ldots & d \\ 3^o. \ldots & 0.5\,d \end{array}\right\} \text{ total } 2.5\,d;$$

donc $l = 2.5d$, mais $d = \frac{l}{n}$, donc $n = 2.5$.

Substituant toutes ces valeurs dans l'équation (2), nous aurons :

$$d^2 = \frac{1.5}{2.5 \times 0.783}\, 2.5\, d \times E;$$

d'où $d = 1.90\,E$ et $E = \frac{2.5}{1.5}\, e = 1.66\, e$.

On fait généralement le diamètre des rivets double de l'épaisseur des feuilles, d'où suit que l'espacement entre les centres des rivets est $2.5\,d$, ou cinq fois l'épaisseur de la tôle.

Pour déterminer de combien les feuilles doivent saillir en dehors des rivets, il suffit de décrire du point c, comme centre avec ac pour rayon, une demi-circonférence. La section de la tôle autour de ce rivet étant constante, si la section ca est suffisamment résistante, les autres le seront aussi; donc la saillie des feuilles de tôle en dehors des rivets sera moitié de leur espacement. Les mêmes choses ont lieu pour la feuille de dessous, et la place occupée par un rivet est un carré dont le côté est égal à cinq fois l'épaisseur de la tôle.

Partant de ces données, nous diviserons le travail de la chaudronnerie en six opérations distinctes qui sont :

1° Apprêtage des feuilles; 2° courbage; 3° découpage des bavures; 4° perçage; 5° assemblage; 6° parage.

1° *Apprêtage des feuilles*. Cette opération consiste à découper les feuilles suivant la forme plane développée correspondante qu'elles auront en place. Lorsque les feuilles doivent servir pour des surfaces cylindriques ou planes, ce découpage se fait exactement et une fois pour toutes; si, au contraire, elles doivent servir pour des formes sphériques, ce découpage n'est qu'un enlèvement de la partie de la feuille qui est bien connue comme ne devant pas servir, parce qu'on ignore quelle portion exacte de la feuille on emploiera.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Courbage des feuilles*. Lorsque les feuilles sont destinées à faire partie d'une surface cylindrique, sphérique, ou toute autre non plane, il faut leur communiquer la forme de ces surfaces. On coule, à cet effet, des moules en fonte affectant soit la forme concave, soit la forme convexe des feuilles, et on bat ces dernières dessus jusqu'à tant qu'elles coïncident parfaitement avec ces moules dans toute leur étendue. Si la tôle employée est du cuivre, l'opération a lieu à froid ; si c'est du fer, l'opération a lieu à chaud et nécessite l'adjonction d'un four à réchauffer les tôles.

3° *Découpage des bavures*. Quand les feuilles ont été courbées, on les assemble par portions et détermine ainsi les parties à enlever pour qu'elles ne conservent que la dimension exacte qui leur est nécessaire. Alors on les découpe à la *cisaille* aussi exactement que possible, et afin que les petites bavures restantes ne blessent pas les ouvriers dans la manœuvre des feuilles, on leur donne un coup de lime sur l'étau.

4° *Perçage des feuilles*. Quand les feuilles, posées les unes à côté des autres, occupent bien la place qu'on leur a assignée, on procède au perçage des trous des rivets qui doivent servir à leur assemblage. Pour cela, on a une machine spéciale pour percer la tôle, et enlevant la place du rivet d'un seul coup de balancier, au moyen d'un *poinçon* en acier d'un diamètre égal à celui des rivets, forçant la partie de la tôle placée dessous à entrer dans une *mortaise* exactement égale à sa section.

5° *Assemblage des feuilles*. Quand les feuilles sont percées, on les assemble provisoirement par des boulons à clavette, posés de distance en distance, pour les maintenir dans la position qu'elles doivent occuper ; ensuite on procède au posage des rivets. Pour cela il faut deux ouvriers chaudronniers et deux manœuvres, qui peuvent être des enfants. Le premier manœuvre chauffe les rivets dans un foyer de forge ordinaire, généralement mobile, afin de pouvoir faire cette opération près de la chaudière en construction, et passe ces rivets un à un, chauffés au rouge, au second manœuvre, qui est dans la chaudière. Ce dernier les place dans les trous qu'on lui indique, et les y maintient la tête serrée contre la feuille inférieure, au moyen d'un levier dont il tient le grand bras par son extrémité. Quand le rivet est passé, les ouvriers, armés de marteaux, frappent d'abord debout pour lui faire prendre la forme intérieure du trou, puis ensuite tout autour à 45°, de manière à lui faire une tête conique à base circulaire d'un diamètre double de celui du corps du rivet.

6° *Parage*. Cette opération a pour but non-seulement de faire disparaître les imperfections du travail, mais encore de resserrer les points de jonction entre les feuilles. Pour cela, on pose sur les rivets un ciseau à *taillant* arrondi sur une circonférence égale à la base du cône et se terminant intérieurement comme ce cône ; puis on frappe dessus assez fortement en le promenant sur toute la circonférence de la base de la tête du rivet, jusqu'à ce qu'on ait obtenu autour une petite rigole bien exacte, indiquant que toutes les bavures sont parties et faisant disparaître d'une manière inappréciable à l'œil la ligne de jonction entre le rivet et la tôle. Quand on a fait cette opération sur les rivets, on la répète, avec un ciseau droit, sur les bords de la tôle, aux lignes de jonction des plaques.

Il existe une sixième opération, que nous ne classons pas dans le travail du chaudronnier, bien qu'en dépendant, parce qu'elle est toute chimique. Cette opération consiste à oxider toutes les parties de tôle ou rivets qui forment joint, afin d'augmenter, par l'addition d'oxigène, le volume occupé par ces parties, et par conséquent remplir tous les vides qui peuvent exister entre les joints. Pour arriver à ce résultat, on est obligé d'oxider toute la surface des chaudières, tant intérieurement qu'extérieurement ; on verse dans son intérieur une dissolution de matière plus oxidante que l'eau pure, et qui n'est autre chose que de l'*urine;* puis, pour l'extérieur, on se contente de la laisser exposée à la pluie pendant quelque temps.

On compte dans la chaudronnerie un espace de 50 mètres quarrés par ouvrier. Cet atelier consiste généralement en une cour plus ou moins grande, auprès de laquelle est un vaste hangar, fermé en partie, sous lequel sont abritées les machines employées par les ouvriers. Ces machines, qui sont la *cisaille* et le *perçoir*, sont mues soit à bras d'hommes, soit par une machine à vapeur spéciale ou une transmission de mouvement venant d'un des ateliers voisins ; on compte pour chacune d'elles deux chevaux de force.

Administration.

Le travail de la chaudronnerie est le plus facile à évaluer au kilogramme, parce que les épaisseurs des tôles sont très-peu variables, et que le genre de travail est presque constamment le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même ; aussi ce travail se fait-il le plus généralement à l'entreprise par un contre-maître, portant le nom de *maître chaudronnier*.

Si nous recherchons les épaisseurs que l'on devra donner aux chaudières, suivant les différents diamètres qu'elles auront, à la pression constante de quatre atmosphères au total, supposant qu'elles doivent être essayées à la presse hydraulique à une pression de vingt atmosphères, nous aurons :

1° Pression sur 1 centimètre quarré $= 20^k.5$, et $R = 4000^k$ pour le fer. Comme $R = 4000^k$ correspond au moment de la rupture, nous supposerons la pression par centimètre quarré $= 50^k$.

2° Nous avons les deux formules :

$$e = \frac{r\,P}{R} = \frac{50}{4000} r = 0.0075\,r,$$

$$E = 1{,}66\ e = 0.0125\,r.$$

3° Donnant à r différentes valeurs, depuis $0^m.25$ qui est le rayon minimum que l'on peut donner pour qu'un enfant y séjourne pendant l'opération du rivage, jusqu'à $0^m.75$ qui est le rayon maximum des chaudières de locomotives correspondant à une largeur de voie $= 2^m$, nous aurons :

mètre.	millim.	millim.
$r = 0.25$. .	$e = 1.88$. .	$E = 3.15$
$r = 0.30$. .	$e = 2{,}25$.	$E = 3.75$
$r = 0.35$. .	$e = 2.62$. .	$E = 4.35$
$r = 0.40$. .	$e = 3.00$. .	$E = 5.00$
$r = 0\,45$. .	$e = 3.37$. .	$E = 5.60$
$r = 0.50$. .	$e = 3.75$. .	$E = 6.20$
$r = 0.55$. .	$e = 4.10$. .	$E = 6.80$
$r = 0.60$. .	$e = 4.50$. .	$E = 7.50$
$r = 0\,65$. .	$e = 4.90$. .	$E = 8.10$
$r = 0.70$. .	$e = 5.25$. .	$E = 8.75$
$r = 0.75$. .	$e = 5.60$. .	$E = 9.30$

En pratique on augmente ces épaisseurs, parce qu'on est obligé de se conformer aux ordonnances de police qui exigent les épaisseurs suivantes :

	mètres.	
Pour $r = 0.25$.	$E' = 5.70$	$= 3.04\ e$
0.30. . .	6.24	$= 2.775$ *id.*
0.35. . .	6.78	$= 2.63$ *id.*
0.40. . .	7.32	$= 2.45$ *id.*
0.45. . .	7.86	$= 2.35$ *id.*
0.50. . .	8.40	$= 2.25$ *id.*

Épaisseur qui va sans cesse se rapprochant de E à mesure que r augmente. Ces valeurs de E′ ont été calculées par la formule : $E' = \frac{36\,r\,(n-1) + 5000}{1000}$.

n étant le nombre d'atmosphères.

Les mêmes calculs pourraient s'appliquer au cuivre rouge et au laiton; mais comme dans les locomotives on ne les expose pas au même genre de résistance que la tôle de fer, ce calcul serait inutile ici.

L'épaisseur la plus généralement employée, tant par suite des ordonnances que parce qu'elle convient le mieux au travail, est 4 lignes ou 9 millimètres. Dans ce cas, supposant qu'un bon ouvrier chaudronnier doit gagner de 5 à 6 francs par jour, le prix payé à l'entreprise au chef est 20 francs les 100 k. en moyenne. Si les chaudières n'offrent que des assemblages cylindriques, ce prix peut descendre jusqu'à 15 francs. Si, au contraire, les chaudières sont compliquées, à foyers et conduits de cheminées intérieurs, ce prix peut monter jusqu'à 30 et 35 francs.

Pour chaudières de locomotives pesant 5,000 k. dont 2,000 k. cuivre et 3,000 k. fer, on a payé à l'entreprise, tous matériaux fournis par le maître chaudronnier, 12,500 francs.

En supposant le cuivre à 3 fr. le kil. laminé brut, et la tôle de fer à 1 fr., parce qu'elle est de première qualité, on aura :

2000 kil. cuivre à 3 fr. . .	6000 fr.
3000 kil. fer à 1 fr. . .	3000
TOTAL.	9000 fr.

12500 — 9000 = 3500 fr. pour la main-d'œuvre, c'est-à-dire $\frac{3500}{50} = 70$ fr. les 100 kil. Il est vrai que ceci date déjà de quelques mois, et aujourd'hui on peut évaluer la main-d'œuvre, pour locomotives, parfaitement exécutée, à 50 fr. les 100 kil.

§ 4. *Ajustage.*

On comprend, sous la dénomination générale d'*ajustage*, un certain nombre d'opérations mécaniques, toutes différentes les unes des autres, et ayant pour but commun de convertir le fer et la fonte, dits bruts de forge et de fonderie, en pièces de machines finies et prêtes à subir l'opération du montage.

Les opérations mécaniques de l'ajustage, classées par ordre d'application aux pièces, sont :

1° Le tournage ; 2° l'alésage ; 3° le rabotage ; 4° le forage ; 5° le taraudage ; 6° le parage ou mortaisage ; 7° le finissage ou ajustage proprement dit.

Les pièces ne subissent généralement pas toutes ces opérations : suivant qu'elles doivent passer par une ou plusieurs d'entre elles, il est bon de se conformer à l'ordre que nous indiquons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ici pour les raisons que nous développerons en étudiant chaque opération successivement.

Avant d'entrer dans le détail de chacune de ces sept opérations, nous dirons :

Le *tournage* a pour but d'arrondir la forme extérieure d'une pièce.

L'*alésage* a pour but d'agrandir exactement un trou rond déjà préparé dans une pièce, soit à la forge, soit à la fonderie.

Le *rabotage* a pour but d'aplanir une face.

Le *forage* diffère de l'alésage en ce que le trou n'est pas préparé et se fait tout entier par cette opération. Le forage s'opère pour les trous au-dessous de 50 millimètres et pour ce dernier diamètre; au-dessus de 50 millimètres, le trou est préparé, et alors c'est à l'alésoir qu'il se termine.

Le *taraudage* a pour but d'imprimer un filet de vis soit à l'extérieur d'une pièce ronde, soit à l'intérieur d'un trou foré. Le taraudage comprend donc deux opérations, dont la première se nomme *filetage* et la seconde *taraudage* proprement dit.

Le *parage* a pour but d'exécuter toutes les faces cylindriques à base circulaire. Lorsque la circonférence de la base se convertit en une ligne droite, la face est plane, et alors la pièce devrait appartenir à la machine à raboter; mais il est des faces planes qui ne peuvent être rabotées; ce sont celles qui existent dans l'intérieur des pièces et qui sont généralement des *mortaises*. Ces dernières se font à la machine à parer. On emploie encore avec avantage cette machine à découper de la tôle, suivant un dessin tracé, opération que ne peut exécuter la cisaille d'une manière satisfaisante, parce qu'elle est essentiellement faite pour les lignes droites. La machine à parer, dans ce cas, n'est, à proprement parler, qu'une cisaille dont le taillant est très-court.

Le *finissage*, ou ajustage proprement dit, est le dernier coup de main que l'on donne aux pièces pour enlever tout ce que les outils n'ont pu prendre, et polir. Cette opération est d'autant moindre que les pièces ont été conçues avec plus de connaissance du travail auquel on peut les soumettre dans les machines, pour les exécuter.

Nous allons maintenant étudier chacune de ces opérations séparément.

1° *Tournage.*

Lorsqu'une pièce, entre autres opérations, doit subir celle du tournage, c'est par cette dernière qu'il faut commencer, ce, par les raisons suivantes :

Toute pièce sortant de la forge est rarement destinée à être alésée, parce que, en général, le fer s'emploie pour résister à la traction, et ne constitue par conséquent que des tirants dont les formes varient à l'infini. Les trous qui se rencontrent donc généralement dans le fer sont des trous de charnières et ne dépassent pas 50 millimètres. Il suit de là que l'on n'est pas dans l'usage à la forge de préparer les trous, et on les laisse pleins. On ne fait usage de mandrins que pour les trous très-longs ou au-dessus de 50 millimètres.

Lors donc que la pièce arrive à l'ajustage, si elle a un trou à percer au centre d'une partie ronde, on commence par la tourner afin d'être sûr que, quand elle sera terminée, elle ne conservera pas de places qui n'auront pas été atteintes par l'outil, et qui, se détachant en un creux noir, nuisent beaucoup à l'apparence d'une pièce finie. Ajoutons en outre qu'il est beaucoup plus difficile de centrer une pièce sur le tour, d'après le diamètre intérieur, que de la percer au centre d'après le diamètre extérieur.

Toute pièce sortant de la fonderie, et devant subir l'alésage ainsi que le tournage, sera aussi tournée en premier lieu, parce que c'est d'après la forme extérieure de la pièce que l'on se règle pour trouver son centre, et non d'après le trou du noyau qui a pu être dérangé pendant la coulée. Or, une pièce qui doit être tournée ne peut être centrée par l'aléseur, parce qu'il ne connaît pas les défauts extérieurs des pièces comme le tourneur, et le plus ou moins de déviation que l'on doit faire éprouver à ce centre suivant ces défauts.

Puisque les pièces doivent être centrées par le tourneur, il vaut donc mieux, pour l'économie de transport, que le tourneur fasse en même temps tout ce qu'il y a à y faire; c'est pourquoi le tournage précède l'alésage.

Par suite des déviations que le tourneur fait éprouver au centre des pièces, suivant les défauts extérieurs qu'il faut faire disparaître, on est en usage de donner aux noyaux un diamètre beaucoup plus petit que celui du trou, quand il sera alésé. Cette précaution n'a pas lieu quand la pièce n'a pas besoin d'être tournée, et, dans ce cas, on ne donne que de 5 millimètres à un centimètre à mordre à l'alésoir, suivant les diamètres.

Le tournage précède le rabotage, parce que quand il y a du tour dans une pièce, c'est qu'elle a un axe, et cet axe ne sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien déterminé que par l'ouvrier dont le métier est de centrer des pièces.

Pour le taraudage il suffit de dire qu'on ne filète que les parties tournées, et on ne taraude que les parties percées ou alésées.

Pour le parage, nous dirons que quand il est réuni au tour, c'est, en général, pour terminer des ronds que ce dernier outil ne peut faire par suite de liaisons de ronds avec des faces perpendiculaires à leur axe, comme dans les leviers, les fourchettes, etc. Il s'ensuit donc que l'on doit commencer par le tour, et cela avec d'autant plus d'avantage qu'il trace la besogne de l'autre outil.

Il existe deux modes de tournage, le tournage à la main et le tournage à la mécanique. Ces deux modes diffèrent entre eux par la manière de porter l'outil qui entaille la pièce. Dans le premier cas, c'est l'ouvrier *tourneur* qui soutient, manœuvre et dirige l'outil; dans le deuxième cas, c'est un appareil spécial qui le soutient et le manœuvre, et l'ouvrier qui le dirige seulement.

L'avantage du second tour sur le premier est de confier à des forces inébranlables toute la partie dure du travail, et de ne laisser à l'ouvrier que la partie intelligente.

On divise les tours en trois espèces distinctes : le tour à crochet, le tour parallèle, le gros tour.

Le tour à crochet est celui dans lequel l'outil est tout entier entre les mains de l'ouvrier. Ce tour se compose essentiellement d'un arbre en fer supporté par ses extrémités dans deux *collets* faisant partie d'une même pièce appelée *poupée* qui se fixe à une table en fonte appelée *banc de tour*. Sur l'arbre entre les deux collets est une poulie à 5 diamètres, en fonte creuse, correspondant, par une courroie en cuir, à une autre de la même forme, placée le plus près possible du plafond et en sens inverse de la première. Cette seconde poulie est sur un arbre placé entre deux supports, à côté de deux autres poulies à un seul diamètre, égales, et dont l'une est *folle* sur l'arbre. Ces deux poulies communiquent, l'une ou l'autre à volonté, avec une troisième placée sur un arbre régnant dans toute la longueur de l'atelier, et transmettant le mouvement à toutes les machines; suivant que la courroie est sur la poulie folle ou la poulie fixe, le tour est en mouvement de rotation ou en repos.

Outre les cinq diamètres que l'on donne aux poulies de la poupée, pour varier la vitesse, on ajoute encore deux pignons et deux roues d'engrenage, fonctionnant à volonté et dont l'effet est de produire des vitesses moitié des cinq que l'on a déjà, ce qui fait en tout dix vitesses.

A l'une des extrémités de l'arbre du tour, en dehors de la poupée, est un pas de vis extérieur pouvant recevoir un *mandrin* ou *emprunt*, et un trou quarré pouvant recevoir une *pointe*.

L'*emprunt* est un outil destiné à saisir assez fortement toutes les pièces qu'on lui présente pour permettre au tourneur de travailler dessus, sans craindre qu'elles se dérangent. Cet outil s'emploie généralement pour les pièces dont la longueur n'excède pas ou n'excède que de fort peu leur diamètre.

Lorsque les pièces sont longues, comme les tiges, etc., on les met entre deux pointes : la première placée dans le trou quarré de l'arbre du tour; la seconde placée dans un support particulier, mobile inférieurement sur le banc de tour dans une *coulisse* parallèle à l'axe du tour. Au milieu de cette coulisse est généralement la projection horizontale de cet axe. Ce support, ainsi que la poupée, se fixe à volonté sur le banc au moyen d'un boulon traversant la coulisse et serrant par un écrou en dessous. Pour faire tourner la pièce à travailler avec l'arbre, on la saisit dans un *dog*, mot anglais qui, dans ce cas, signifie crampon, lequel va porter soit sur l'emprunt, soit sur un autre dog fixé sur l'arbre même.

Le *mode* d'action de l'ouvrier sur la pièce à tourner est du genre du levier. L'outil appelé *crochet* présente deux bras dont l'un très-court, celui qui entame, partant chacun d'un renflement qui pose sur une pièce spéciale appelée *support*, pouvant affecter différents degrés de hauteur de chaque côté de l'axe du tour, et pouvant s'en éloigner ou s'en rapprocher à volonté. C'est en tenant le grand bras du levier du crochet que l'ouvrier travaille.

Les vitesses du tour varient non-seulement suivant les diamètres des pièces à tourner, mais encore suivant la nature du métal.

Pour la fonte il faut tourner très-doucement; sans quoi le métal s'échauffe, se durcit et abîme les outils.

Pour le fer, la vitesse peut être beaucoup plus grande, mais il faut avoir soin d'arroser constamment l'outil d'un filet d'eau, parce que le métal s'échauffant, l'outil se détrempe, se radoucit et ne mord plus.

C'est le cuivre qui supporte la plus grande vitesse, et comme il résiste peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'outil, il ne s'échauffe pas trop et il est inutile d'employer le filet d'eau.

Les vitesses que l'on donne généralement sont :

	Mètre.	
Pour la fonte douce.	0,075	par seconde.
la fonte dure. .	0,020	*id.*
le fer.	0,150	*id.*
le cuivre jaune et le bronze, le plus vite possible.		

Le tour parallèle est spécialement destiné à tourner parallèlement à l'axe, c'est-à-dire à exécuter les pièces cylindriques, telles que tiges et pistons pleins. Il diffère du tour à crochet seulement dans son support qui est *à chariot* et muni d'un *porte-outil*. Ce support à chariot est mû par une vis qui reçoit son mouvement elle-même de l'arbre du tour, au moyen de roues d'engrenage à diamètres variables, afin que l'on puisse faire mordre l'outil proportionnellement à la dureté du métal. L'outil est dirigé avec sa *boîte* au moyen de deux vis; l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à l'axe du tour. On commence dans les ateliers à faire usage du tour à porte-outil pour toute espèce de pièces à tourner. Déjà depuis longtemps il est employé dans les industries exigeant une grande précision, et il ne peut que figurer avantageusement dans l'industrie des machines à vapeur, surtout des locomotives.

Le tour parallèle présente un inconvénient qui nécessite plusieurs répétitions de la même opération. Cet inconvénient est l'usure de l'outil à mesure que le travail avance. Cette usure est assez grande pour rendre sensiblement coniques des tiges qui doivent être rigoureusement cylindriques, comme celles des cylindres à vapeur, par exemple. Il suit de là que le travail du tour parallèle est long ; que si l'ouvrier qui le surveille est médiocre, il est mal fait ; si l'ouvrier est bon, il coûte plus cher qu'au tour à crochet, et a peu de supériorité sur le travail de ce dernier ; qu'enfin les tours parallèles sont fort chers, et qu'avec tant d'inconvénients on y regarde à deux fois avant d'en acheter. D'où résulte que, bien que cette machine soit destinée à remplacer tôt ou tard le tour à crochet, il ne faut pas trop se presser de la substituer au premier, si on n'a la grande habitude de s'en servir.

Le gros tour est celui destiné à tourner les essieux et les roues de locomotives, ainsi que les gros arbres en général. Il ne diffère des autres que par ses dimensions, et est toujours muni d'un porte-outil, quel que soit le mode employé pour faire travailler l'outil. Il est bon, dans un atelier de construction de locomotives, de pouvoir tourner les roues et leurs essieux tout assemblés, et partant, d'avoir un tour pouvant satisfaire à ces conditions.

Le travail du tour se fait à la journée et à l'entreprise. Sur le tour à crochet, où les pièces varient souvent, on le fait à la journée ; sur le tour parallèle et les gros tour, où les pièces sont à peu près constantes, le travail se fait aux pièces.

Un bon tourneur gagne de 5 à 6 fr. par jour ; il y en a à 2 et 3 fr. Le tour est le travail pour lequel les ateliers ont le plus de bénéfice à former des élèves, parce qu'on leur fait faire une foule de petites choses faciles qui évitent d'en payer la main-d'œuvre à des ouvriers consommés, sans craindre d'avoir du déchet, comme cela arrive dans les autres parties de l'ajustage.

On paye au gros tour pour arbres en fonte de 20 à 25 fr. le mètre courant ; si la fonte est blanche, comme les tables de laminoir, ce prix s'élève jusqu'à 35 et 40 fr.

Pour roues de locomotives à trois cercles superposés et $1^{m}.70$ de diamètre, on a payé jusqu'à 60 fr. la roue, ce qui correspond à 20 fr. le cercle de $0^{m}.20$ de large, y compris les faces planes, ou 100 fr. le mètre courant. Aujourd'hui on peut évaluer ce travail à la moitié, et comme les roues n'ont plus que deux cercles et se tournent la deuxième fois avec l'essieu, on peut évaluer le travail total du tour pour les roues travailleuses et l'essieu coudé à 100 fr., y compris le tournage des coudes de l'essieu qui se fait avant l'assemblage.

L'espace occupé par un tour à crochet est 3^{m} de long sur 3 de large ou 10 $^{m.q.}$

Pour un tour parallèle en moyenne, 6^{m} de long sur 3^{m} de large ou $20^{m.q.}$

Pour un gros tour de roues et essieux 4^{m} de long sur 6 de large ou 25 mètres quarrés.

2° *Alésage.*

L'alésage précède le rabotage, le parage et le taraudage, parce que, comme le tour, il a la propriété de centrer une pièce, c'est-à-dire lui donner un axe qui sert de guide pour les opérations subséquentes. Ainsi, l'alésage est uni au rabotage dans les cylindres à vapeur où le rabot fait la plate-forme du tiroir qui doit être parallèle à l'axe. Pour faire cette plate-forme, il faut donc d'abord avoir l'axe, et le tour n'y étant pour rien, c'est l'alésage qui le détermine.

L'alésage, avons-nous dit, a pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

but d'agrandir un trou rond ; ce trou peut-être cylindrique ou conique ; dans les deux cas, la machine employée est la même. mais l'outil est différent, ainsi que son mode d'action. Dans l'alésage cylindrique, l'outil avance suivant l'axe du trou en se maintenant dans un cercle qu'il a tracé dès son premier tour ; dans l'alésage conique au contraire, l'outil avance, non-seulement suivant l'axe, mais encore perpendiculairement à l'axe, en agrandissant sans cesse le travail qu'il a déjà effectué. Il s'ensuit que le premier outil n'agit que par une de ses extrémités, tandis que l'autre agit sur une longueur, croissant avec la profondeur du trou, et doit par conséquent avoir la même longueur que le trou à aléser.

La machine dont on se sert pour aléser se nomme *alésoir*, et se compose essentiellement d'une tige en fer ronde, portée dans deux supports fixes dans lesquels elle a la faculté non-seulement de tourner, mais encore de se mouvoir longitudinalement ; cette tige constitue *l'axe* de *l'alésoir*, et par conséquent de la pièce à aléser. Pour fonctionner, elle est munie soit d'une lame en acier, appelée *lame d'alésoir*, taillée en biseau sur les facettes en contact avec la pièce à aléser, et traversant l'axe de l'alésoir de part en part ; soit d'une tourte en fonte portant à sa circonférence extérieure plusieurs lames d'alésoir dont l'effet est le même que celui d'une seule. La lame transversale s'emploie pour les trous compris entre 50 et 200 millimètres, et la tourte munie de lames, pour les trous au-dessus de 200^{mm}. L'axe de l'alésoir est, comme celui du tour, mis en mouvement par un système de poulies et engrenages à plusieurs vitesses recevant leur mouvement de rotation, à volonté, de l'arbre principal.

Le mouvement longitudinal dont est doué l'axe a pour but de pouvoir faire avancer l'outil à mesure qu'il mord dans le métal ; on opère cet avancement soit au moyen d'un poids agissant sur son extrémité, soit au moyen d'une vis sans fin et d'engrenages.

On distingue deux espèces d'alésoirs : l'alésoir horizontal, l'alésoir vertical.

Dans le premier, l'axe est horizontal, dans le deuxième il est vertical.

L'alésoir horizontal s'emploie de préférence pour toutes les pièces dont le diamètre nécessite l'adjonction de la tourte en fonte, ou dont la longueur est très-grande par rapport au diamètre, comme cylindres à vapeur et corps de pompe. On l'emploie encore dans le cas où les pièces se posent mieux sur une face parallèle à l'axe du trou, que sur une face qui lui est perpendiculaire, comme les supports que l'on alèse par douzaine à la fois, et les chappes de fourchettes de bielles que l'on alèse ensemble afin que les trous se correspondent parfaitement.

L'alésoir vertical s'emploie de préférence pour les pièces plates, telles que balanciers, manivelles et roues d'engrenages.

L'alésoir horizontal présente pour les grands diamètres seulement un inconvénient qui ne se rencontre pas dans l'alésoir vertical et qui est le suivant :

Lorsqu'un cylindre à vapeur a un diamètre dépassant 1^{m}.25, si on le place horizontalement, il s'affaisse d'une petite quantité proportionnelle à son diamètre, par suite du poids et de l'élasticité de la fonte ; de plus, quand on le met sur l'alésoir horizontal, on est obligé, pour le maintenir en place, de le serrer contre la plate-forme en fonte au moyen de chaînes en fer qui l'embrassent tout entier ; ces chaînes sont tendues et l'aplatissent encore, cela d'autant plus que son diamètre est plus grand. Il suit de là que quand le cylindre a été alésé rond dans cette position, si on le redresse, il reprend sa forme extérieure primitive, et le cercle de l'intérieur se trouve converti en une ellipse, inconvénient assez grave à cause du piston qui entre rond dans le cylindre.

On a tenté, pour cette raison, de substituer l'alésoir vertical à l'alésoir horizontal pour les pièces longues ou exigeant la tourte, et on n'a pas obtenu d'assez bons résultats pour faire renoncer à l'emploi de ce dernier. En effet, dans l'alésage vertical, il faut, comme dans l'horizontal, mettre l'axe de l'alésoir dans l'axe de la pièce. Or, pour une pièce plate, l'axe de la pièce s'obtient en mettant la surface supérieure de niveau et prenant le centre, ce qui se fait facilement. Pour un cylindre, au contraire, l'axe est une parallèle aux faces extérieures, et s'obtient très-facilement sur l'alésoir horizontal, puisqu'il suffit de le coucher sur la plate-forme et de prendre le centre, tandis que, pour l'alésoir vertical, il faut jeter le plomb et ensuite fixer solidement le cylindre sur la plate-forme, ce qui n'est pas facile. D'un autre côté, un alésoir vertical pour pièces longues exige une grande distance entre les supports ; l'espacement des supports, dans cette machine, entraîne de grands frais et ôte de la solidité. Pour ces divers motifs, nous regardons l'emploi de l'alésoir vertical comme mauvais et très-coûteux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les pièces qui exigent *d'habitude* l'adjonction de la tourte.

L'alésoir, en général, est une machine qui exige une grande solidité, parce que l'homogénéité n'existe pas dans les métaux que l'on travaille, et il se présente toujours des places plus douces ou plus dures les unes que les autres ; il résulte de là que le travail de l'alésoir se compose d'une infinité de soubresauts qui, au lieu d'une face régulière cylindrique ou conique, donnent une surface ondulée que l'on est obligé de reprendre une, deux et trois fois pour les très-grands diamètres. Dans ces derniers cas, où les ondulations se manifestent particulièrement, les soubresauts tiennent non-seulement à l'hétéréogénité des molécules, mais aussi à l'élasticité de l'axe de l'alésoir qui agit par torsion, ainsi qu'à celle des bras de la tourte. Le rayon extrême de la lame se raccourcit, puis s'allonge, ce qui fait un petit plan incliné à chaque soubresaut. Cet inconvénient est principalement sensible quand on opère la pression au moyen d'un poids, parce qu'alors la lame pénètre très-avant dans les parties douces et ne fait qu'effleurer les dures. Dans les bons alésoirs, on règle l'avancement de la lame par une vis sans fin, des engrenages et une crémaillère ; par ce moyen, l'outil avance toujours de la même quantité, parce que, si la matière est douce, il est retenu par la crémaillère, et si elle est dure, il est poussé par cette dernière. Le seul inconvénient que l'on puisse reprocher à la vis, c'est de casser quelquefois les lames en les forçant sur des parties plus résistantes qu'elles, tandis que, par la pression, la lame revient en arrière et se contente de ne pas mordre. Mais cet inconvénient est largement compensé par celui que présente l'alésoir à poids, quand la lame, rencontrant une partie très-douce, s'y enfonce et en rencontre, après, une dure qui la casse, parce qu'elle est engagée trop avant pour revenir sur ses pas.

Pour locomotives on emploie les deux espèces d'alésoirs et une seule dimension de chaque espèce :

Pour l'alésoir horizontal.	longueur.	$2^m.00$
	hauteur de l'axe. .	$0^m.50$
Pour l'alésoir vertical. . .	diamètre.	$2^m.00$
	hauteur *du travail*.	$1^m.00$

Les vitesses d'alésage sont :

Pour la fonte douce.	$0^m.05$	par seconde.
la fonte dure. .	0 .0125	
le fer.	0 .10	
le cuivre et le bronze, le plus vite possible.		

Les aléseurs se payent généralement à l'entreprise. On traite avec eux au mètre courant et non à la surface, comme on pourrait le supposer, parce que la peine qu'ils se donnent pour une petite pièce est à peu près la même que pour une grande, et comme les dimensions des pièces sont très-variables, elles se compensent mutuellement. En supposant qu'un bon aléseur doit gagner 5 à 6 fr. par jour, on paye :

Sur l'alésoir horizontal, dont le moindre cylindre a 1^m de diamètre, 10 fr. le mètre courant.

Sur l'alésoir horizontal pour cylindres d'au plus $0^m.40$ de diamètre, 2 fr. le mètre courant.

Donc, pour alésoir de $0^m.40$ à 1^m, 6 fr. le mètre courant.

Pour alésoir vertical de grosses pièces, 75 c. la pièce.

Pour alésoir vertical de petites pièces, 2 fr. le mètre courant.

Ces prix sont approximatifs et varient nécessairement suivant la qualité des machines que l'on met à la disposition des ouvriers. La place qu'occupe un alésoir est :

	m.	m.	m. q.
Pour alésoir horizontal.	3	× 6	= 20
Pour alésoir vertical. . .	5	× 5	= 25

3° *Rabotage.*

L'emploi de la machine à raboter est assez récent en France. Il y a dix ans, nous n'en possédions pas le dixième de ce que nous en avons aujourd'hui, et nous sommes encore loin d'être au complet. La machine à raboter a pour but de dresser une face, c'est-à-dire de faire l'opération considérée jusque-là comme la plus difficile, parce qu'elle s'effectuait à la main, au moyen du burin et de la lime ; aussi a-t-elle opéré une révolution dans l'art de la construction des machines, et a-t-elle puissamment contribué aux progrès des locomotives.

Cette machine se compose d'une plate-forme mobile, douée d'un mouvement de va-et-vient, suivant une ligne déterminée, au moyen d'une crémaillère et de roues d'engrenage combinées à cet effet. C'est sur cette plate-forme que l'on place la pièce à raboter, soit horizontalement, soit verticalement, ou inclinée, en ayant soin de déposer la face à travailler parallèlement à la ligne suivant laquelle se meut la plate-forme. Cette pièce est fixée au moyen de traverses et boulons qui s'assemblent avec la plate-forme dans des trous ménagés à cet effet.

L'outil est fixé dans un *porte-outil*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placé, au-dessus de la plate-forme, et maintenu au moyen de jambes de force qui s'assemblent avec le bâtis de la machine. Le porte-outil peut, à la volonté de l'ouvrier, monter ou descendre, aller de droite à gauche, et outre cela prendre une inclinaison quelconque. Par ces dispositions on parvient à raboter dans tel sens que l'on veut. L'outil a une forme et une action analogues à celles du crochet du tourneur; quand la matière à raboter est malléable, comme le fer et le cuivre, il enlève des copeaux absolument comme le rabot du menuisier; seulement ces derniers sont très-étroits.

On distingue plusieurs dimensions de rabots, et il est indispensable de les avoir toutes pour les locomotives.

	Longueur de la plate-forme.
1° Le petit rabot	1m.50
2° Le rabot moyen.	4 .00
3° Le grand rabot.	6 .50

Le premier sert pour toutes les petites pièces dont la hauteur ne dépasse pas 20 centimètres et la largeur 30 centimètres.

Le rabot moyen sert pour les plates-formes de tiroirs dans les cylindres à vapeur, ne dépassant pas 0m.30 de haut, 0m.50 de large, ainsi que pour toutes les pièces longues au-dessous de quatre mètres.

Le gros rabot sert pour les cylindres jusqu'à un mètre de haut, et pour toutes les pièces jusqu'à un mètre de large et 6m.50 de long. On l'emploie à couper les feuilles de tôle qui servent à faire le châssis des locomotives, quand ce dernier châssis est droit, il sert aussi à polir leur surface.

Le travail du rabot se fait généralement à la journée; mais il peut s'effectuer à l'entreprise au mètre quarré. Un bon ouvrier peut faire, en moyenne, un mètre quarré de surface de rabot par jour, quand les pièces ne sont pas trop longues à mettre en place. L'entreprise présente un inconvénient qui est le suivant: pour bien raboter une pièce, il faut commencer par l'attaquer très-légèrement, afin de n'avoir pas trop à mordre dans certaines parties sinueuses qui exposent l'outil à se casser. Il faut donc un second, un troisième et quelquefois un quatrième passage du rabot pour arriver à la perfection. Or, comme cela a lieu pour chaque pièce, et qu'un ouvrier fait quelquefois 12 et 15 pièces dans sa journée quand elles sont petites, il faut ou mesurer chaque passage du rabot, ou ne mesurer que la pièce finie. Le premier cas est impossible pratiquement, et le second encourage l'ouvrier à passer le moins de fois possible le rabot et à moins soigner son travail, ce qui met dans la nécessité d'envoyer les pièces au finissage et les fait coûter le double. Nous pensons qu'il est de l'intérêt du constructeur de ne faire exécuter ce travail qu'à la journée.

La place occupée par le petit rabot est de 3 mèt. sur 4, ou 12 mèt. quarrés.

Pour le rabot moyen 4m sur 6 = 25 m. q.
Pour le grand rabot 5m sur 12 = 60 m. q.

4° *Forage.*

Le forage s'opère au moyen *des machines à percer*. Dans un atelier bien monté, ces machines sont au nombre de 3, une pour chaque métal, fonte, fer et cuivre.

La machine à percer consiste en une plate-forme horizontale, à hauteur variable, sur laquelle on pose la pièce dans laquelle on veut pratiquer un trou.

Au-dessus de la plate-forme est un arbre vertical, porté dans deux supports et pouvant, comme dans l'alésoir vertical, monter et descendre à la volonté de l'ouvrier. Cet arbre reçoit son mouvement de rotation de l'arbre principal, par le système de poulies et engrenages que nous avons décrits pour le tour, et qui est le même absolument pour toutes les machines. A l'extrémité inférieure est un trou quarré dans lequel se loge la *mèche* destinée à faire le trou. Cette mèche en acier se compose de deux facettes taillées en biseau de chaque côté d'une pointe pyramidale à base quarrée, qui se place au centre du rond tracé sur la pièce à percer. A mesure que l'outil mord, on fait descendre l'arbre, et comme la pointe centrale est quarrée, elle creuse toujours son trou à l'avance, et maintient ainsi l'outil dans la direction qu'il doit avoir.

Le travail des machines à percer est généralement fait par les *ajusteurs* proprement dits, parce qu'il fait, la plupart du temps, partie du finissage des pièces.

Mais rien ne s'oppose à ce qu'il se fasse à l'entreprise par des ouvriers spéciaux, comme l'alésage; il y aurait même bénéfice pour le constructeur à ce qu'il en fût ainsi, parce que l'ouvrier fait d'autant plus de besogne que cette dernière varie moins, et qu'il faut une certaine habitude pour percer une pièce bien et lestement. Ce travail, s'opérant sur des diamètres dont le plus grand est 50 millimètres, est généralement destiné aux brides des cylindres ou toute autre pièce dont l'épaisseur ne dépasse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas 4 à 5 centimètres. Pour cette raison, nous évaluons à 3 centimes le trou le travail de la machine à percer, y compris le tracé qui indique la place des trous.

Une machine à percer occupe un espace de 3^m sur 3^m, ou $10^{m.q.}$.

5° *Taraudage.*

Le taraudage se divise en deux opérations qui sont : le filetage et le taraudage proprement dit.

Ces deux opérations marchent toujours ensemble, parce qu'elles se font pour deux pièces destinées à entrer l'une dans l'autre, et appelées, la première le *boulon*, et la seconde l'*écrou*.

Le filetage s'opère au moyen de la filière, et s'applique au boulon : le taraudage s'opère au moyen du taraud et s'applique à l'écrou.

Généralement le *filet* de vis des boulons et écrous est triangulaire ; ce n'est que dans des cas particuliers, lorsqu'il faut que le boulon avance de quantités parfaitement égales pour des arcs de cercles égaux, quelle que soit la résistance, qu'on fait les filets de vis quarrés.

On nomme pas de vis la distance entre les milieux de deux filets consécutifs. Cette distance varie suivant le diamètre, et est en moyenne égale au $\frac{1}{8}$ de ce diamètre.

Le taraudage s'opère à la main et à la mécanique ; à la mécanique pour les boulons et écrous ; à la main pour toutes les pièces qui, n'étant ni boulons ni écrous, s'assemblent, soit avec le boulon comme dans les taraudages de la fonte pour cylindres et boîtes à vapeur ; soit avec l'écrou, comme dans les filetages de tirants et de tiges. Dans les deux cas le résultat est le même ; la manœuvre des outils seule est différente.

1° *Filetage.* Le filetage d'une tige cylindrique s'opère de la manière suivante : on détermine le pas de vis suivant le diamètre de la pièce, puis on la place sur le tour où on lui enlève une épaisseur égale à la moitié du pas de vis dans toute la partie qui est destinée à être filetée. La pièce ainsi préparée se place, soit dans un étau quand le filetage se fait à la main, soit dans la machine à fileter ou tarauder dont nous parlerons tout à l'heure. On a alors une filière ou barre de fer ronde d'une longueur égale à quarante fois le diamètre de la tige à fileter ; renflée à son centre d'une partie plate dont l'épaisseur est égale au diamètre de la tige, et qui est percée en son milieu d'un trou rectangulaire ayant pour longueur dans le sens de la barre de trois à deux fois le diamètre de la tige, suivant la dimension de ce diamètre, et pour longueur transversale de quatre à trois fois ce même diamètre. Dans ce rectangle se logent les *coussinets* de la filière, qui sont deux pièces en acier taraudées chacune sur une demi-circonférence égale à celle de la tige, et avec le pas qui convient à cette dernière. Ces coussinets sont séparés à la lime triangulaire en leurs milieux sur la partie taraudée seulement, en deux quarts de cercles, dont l'intervalle leur donne plus de prise sur la pièce à fileter, et sont maintenus dans la filière au moyen de *joues* rapportées en dehors. Ils se serrent à volonté l'un contre l'autre, au moyen d'une petite vis transversale. C'est pour pouvoir opérer graduellement ce serrage que le trou de la filière est rectangulaire et non pas quarré.

Pour fileter un boulon on passe la filière dessus et on serre les coussinets, en ayant bien soin de mettre de l'huile en excès, sans quoi le filetage ne s'opérerait pas et l'on casserait la filière, ou on emporterait les filets à mesure qu'ils se formeraient. Quand les coussinets sont serrés on tourne depuis le bas jusqu'en haut, puis on redescend en tournant, serrant la vis et huilant ; on remonte de même et ainsi de suite jusqu'à tant qu'on ait obtenu le filet triangulaire.

2° *Taraudage.* On perce le trou d'un diamètre égal à celui de la tige moins une épaisseur tout autour, égale à un $\frac{1}{5}$ pas de vis. On a quatre tarauds ou espèces de boulons coniques filetés, dont le plus gros a, pour diamètre maximum, le diamètre de la tige ; et les autres des diamètres sans cesse décroissants. Ces tarauds sont en acier et aplatis sur quatre faces à la lime jusqu'au fond du pas de vis, de manière à présenter une section octogonale dont quatre côtés sont des lignes droites, les quatre autres des arcs de cercle. Cet aplatissement du pas de vis a pour but, comme dans la filière, de faciliter la prise des filets dans le métal. Quand le diamètre va à 40 millimètres, non-seulement on aplatit, mais encore on creuse pour laisser plus de place aux ordures et à l'huile : dans ce cas, l'octogone se compose de huit arcs de cercle, quatre convexes et quatre concaves.

Pour tarauder soit à la main, soit à la mécanique, on place le plus petit taraud le premier et on le fait tourner au moyen d'une clef dans laquelle sa tête entre exactement. Quand il a été enfoncé jusqu'au bout, on met le deuxième, et ainsi de suite jusqu'au dernier.

Ainsi, à la main on tourne la filière et le taraud. A la mécanique, la filière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne tourne pas, c'est la pièce à fileter qui tourne, et le taraud. Le filetage et le taraudage à la mécanique se font avec la même machine consistant en un arbre horizontal doué d'un mouvement de rotation sur lui-même et ayant la faculté de se mouvoir longitudinalement dans des supports. Le centre de cet arbre correspond au centre d'une pièce appelée filière, susceptible de recevoir soit des coussinets quand on veut fileter, soit des écrous quand on veut tarauder. L'extrémité de l'arbre peut aussi recevoir à volonté soit un taraud, soit un boulon.

Le plus important de cette opération est la fabrication des tarauds et filières. Pour faire un appareil complet de tarauds et filières propres à un diamètre déterminé, on commence par fabriquer un *peigne* ou lame en acier, à l'un des bords de laquelle on a fait des dents exactement égales au pas de vis que l'on veut obtenir. Cette lame, trempée très-dur, sert à confectionner sur le tour un premier taraud en acier, appelé *mère de taraud;* cette mère de taraud a la forme exacte du dernier taraud, et sert à fabriquer les coussinets de la filière par le procédé de taraudage ordinaire. Quand la filière est faite on l'emploie à confectionner les tarauds coniques, ce à quoi on parvient en enlevant à ses coussinets une épaisseur au milieu égale au $\frac{1}{16}$ du diamètre réel, ce qui convertit le trou, quand ils sont serrés, en une espèce d'ellipse dont le petit diamètre est le diamètre inférieur du plus petit taraud. Bien entendu que tous ces outils sont en acier, et se travaillent par la méthode ordinaire propre à ce métal.

Il faut donc, pour un diamètre de boulon donné :

1° Un peigne (on compte même une mère de peigne.)
2° Une mère de taraud.
3° Une filière.
4° Quatre tarauds.

Autant de diamètres de boulon on aura dans un atelier, autant de fois il faudra avoir ces sept outils dont la valeur est assez grande. Ici, comme partout ailleurs, il est donc important de limiter le nombre des pièces différentes.

Le taraudage pour écrous et boulons est l'opération qui comporte le mieux le travail à l'entreprise. Dans ce cas, le prix se paye d'après le diamètre et non au poids.

Une machine à tarauder occupe un espace de 3^m sur 3^m ou 10 mètres quarrés.

6° *Parage.*

Cette opération, qui s'exécute au moyen de la *machine à parer*, est assez nouvelle dans l'art du constructeur, et promet, par les services qu'elle rend, de s'y propager rapidement.

La machine à parer consiste en une plate-forme circulaire et horizontale, susceptible d'un mouvement de rotation sur elle-même, et de deux mouvements rectilignes perpendiculaires dans le plan horizontal. Sur cette plate-forme se place la pièce à travailler présentant la face à parer verticale. Au-dessus de la pièce est une tige verticale douée d'un mouvement rectiligne alternatif et portant l'outil. D'après le mouvement du porte-outil, on voit que l'action de ce dernier est verticale et suivant sa longueur, ce qui le distingue du rabot qui attaque la pièce transversalement. Cet outil est une lame d'acier rectangulaire taillée en biseau sur une de ses petites faces, et n'a pas plus de deux centimètres de large; cette petite face est tantôt plane, tantôt ronde, tantôt large, tantôt étroite, suivant les pièces à confectionner.

Il est de la plus haute importance, dans cette machine, de veiller à ce que l'outil n'ait pas à mordre sur une grande épaisseur de copeau à la fois, car dans ce cas, la résistance étant directe, il n'y a pas d'élasticité et il faut que, si la pièce ne cède pas, quelque chose casse. Afin d'éviter, quand cette circonstance se présente, que ce soit une partie importante qui cède, on a soin de construire très-légère la bielle qui sert à convertir le mouvement circulaire continu de la manivelle en celui rectiligne alternatif de l'outil.

Le mouvement de rotation que peut prendre la plate-forme sur elle-même est pour la confection des faces cylindriques. Ce mouvement se donne, soit à la main, soit par la machine même. Les mouvements rectilignes de cette même plate-forme sont pour la confection des mortaises ou travaux analogues. L'un de ces deux mouvements est donné à la main, l'autre par la machine; celui donné à la main est pour varier le point d'attaque de l'outil.

Le travail sur la machine à parer est, comme celui du rabot, trop délicat pour être bien fait à l'entreprise. Il se fait à la journée et demande un ouvrier soigneux et intelligent.

La place occupée par une machine à parer est de 4 mètres sur 3 ou 13 mètres quarrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7° *Ajustage proprement dit.*

Cette opération s'effectue sur l'*étau* au moyen du *burin*, du *marteau* et de la *lime*. Le burin et le marteau servent à enlever ce qui n'a pu l'être par les machines ; et la lime sert à polir.

On distingue deux espèces de burins, le *ciseau* et le *bédanne*. Dans le ciseau le *taillant* est parallèle au côté le plus long de la section du burin, et dans le bédanne, le taillant est parallèle au petit côté. Le premier sert pour enlever des copeaux minces et larges, et le second sert pour enlever des copeaux épais et étroits.

Dans les limes on distingue : la lime dure, la lime demi-dure, la lime demi-douce, la lime douce. Quand on commence le travail de la lime, on emploie d'abord l'une des deux premières, suivant la pièce et le degré de fini apporté par le burin, et on finit avec l'une des deux dernières, suivant le degré de poli que l'on veut obtenir.

Le travail de l'ajustage se fait à la journée et à l'entreprise. Dans ce dernier cas, il est variable, suivant la nature des pièces à finir. A la journée, un bon ajusteur gagne de 4 à 6 fr., suivant les localités. La place qu'il occupe dans l'atelier est 1m.50 de large sur 2m perpendiculairement à son établi, cela à cause des grandes pièces ou des cylindres qu'il a à finir. On peut compter net 4 mètres quarrés.

Pour déterminer le prix de revient moyen de 1 k. fer, fonte ou cuivre ajusté, nous rappellerons que, à la forge, 1 kil. de fer façonné vaut, en moyenne, 1 fr. et à la fonderie 1 k. fonte moulée vaut en moyenne 32 cent. Admettant les mêmes frais proportionnels pour le cuivre que pour la fonte, nous aurons, pour valeur moyenne, de 1 kil. de cuivre sortant de la fonderie 3 fr. 40 cent.

En second lieu, nous dirons que pour un mois de main d'œuvre à l'ajustage, sur 15,000 k. fer, et 100,000 k. fonte et cuivre, on a payé 8,800 fr.

Si la main-d'œuvre du fer était la même que celle de la fonte, on aurait facilement la main-d'œuvre de 1 kil. de métal avec ces renseignements ; mais il n'en est pas ainsi. En effet, déjà nous avons trouvé que la main-d'œuvre moyenne de 1 kil. fer sortant de la

	fr.
forge était. . . .	0.233
Et celle de 1 k. fonte sortant de la fonderie. . .	0.05723

Ce qui donne, pour rapport de main-d'œuvre à la forge et à la fonderie. . . . . $\frac{0.233}{0.05725} = 7$ environ.

A l'ajustage, ce rapport est encore plus élevé, et on peut l'évaluer en moyenne à 8.

On a alors :

$$15000^{k} \text{ fer} = 15000 \times 8 = 120000^{k} \text{ fonte.}$$
$$+ 100000$$

$220000 : 8800 :: 1 : x = 0^{fr}.04$

Donc pour 1 kil. fonte.. 0 .04
1 kil. cuivre 0 .04
1 kil. fer.... 0 .32

On compte à l'ajustage en moyenne que la dépense, en frais d'outils et généraux, est égale à la main-d'œuvre ; on a donc :

	Brute. fr.	Main d'œuvre et frais divers. fr.	Somme fr.
1k fonte ajustée. .	0.32. .	0.08. .	0.40
1k cuivre ajusté. .	3.40. .	0.10. .	3.50
1k fer ajusté. . . .	1.00. .	0.65. .	1.65

Quant au travail de chaque ouvrier sur chaque outil différent, sa détermination exige que l'on entre dans les détails de l'organisation de l'atelier, et, pour cette raison, nous renvoyons le lecteur au chapitre suivant.

Administration de l'ajustage.

Cet atelier est sous la direction d'un seul chef portant le nom de contre-maître de l'ajustage. Les livres qu'il doit tenir sont les plus compliqués de tous, et nécessitent l'adjonction d'un comptable. L'ajustage reçoit les pièces brutes de forge et de fonderie avec les plans indispensables pour leur confection. Les pièces, excepté la fonte, sont emmagasinées et inscrites pour être ensuite distribuées aux divers outils qui doivent les finir. Le livre d'*inscription* des pièces se compose de huit colonnes dont la première porte leurs nom et destination, et les sept autres les noms des sept opérations de l'ajustage que l'on remplit, soit par le prix payé à l'entreprise, soit par le nombre d'heures employées à chaque pièce ou des guillemets. Ce travail qui peut paraître long et minutieux, au premier abord, sera singulièrement abrégé par une décomposition des pièces que nous ferons plus loin ; il est indispensable pour l'appréciation du prix de revient de chaque pièce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outre le livre d'inscription des pièces, il y a le livre des journées et travaux à l'entreprise, comme à la forge où chaque ouvrier a son compte particulier.

Enfin, le livre de comptabilité des matières indiquant : 1° les quantités des matières reçues à l'ajustage, se composant du poids des métaux, fonte, fer, cuivre et des outils, et fournitures diverses; 2° le prix de la main-d'œuvre au bout de chaque mois; 3° le poids des pièces terminées. Au moyen de ce livre on déduit à la comptabilité générale le déchet de l'ajustage et le prix de revient moyen de cet atelier au kilog., suivant la matière.

§ 5. *Montage.*

Le montage des machines s'effectue dans un bâtiment spécial pour cette opération, et varie suivant l'espèce de machines que l'on a à monter. Nous n'avons donc rien à dire, quant à présent, sur le travail de cet atelier, si ce n'est que l'on y emploie divers outils qui sont :

1° Les *grues*, les *treuils* et les *palans* pour soulever les pièces trop lourdes pour être portées à bras d'hommes.

2° Les machines à percer, soit à la mécanique, soit à la main, pour faire les trous dont la position n'est déterminée qu'au montage.

3° La cisaille et le poinçon pour découper des tôles et faire des rondelles d'écrous.

4° Les étaux, marteaux, burins, limes, clefs d'écrous, niveaux, compas, etc., constituant les outils spéciaux du monteur.

5° Une petite forge à main pour forger les burins, etc.

Le montage se fait à la journée et à l'entreprise. Les monteurs destinés à aller monter les machines sur les lieux où elles doivent servir, se payent au mois. Il y a des monteurs à 200 et 250 francs par mois; il y en a à trois et quatre francs par jour. Les machines qui se montent à l'entreprise sont celles dont les modèles ont déjà été exécutés. Ce mode de montage est dangereux pour le constructeur, si ce dernier n'a pas affaire à des ouvriers consciencieux; aussi doit-il l'employer le moins possible.

La place occupée par un monteur pour locomotives est de 6^{m} de large sur 10^{m} de long en moyenne; et si on y comprend les machines, outils et accessoires, on peut évaluer cette place à 100 mètres quarrés.

Administration.

Le contre-maître du montage a trois livres à tenir : 1° le livre des machines en montage; 2° le livre des journées des monteurs, indiquant le temps passé par chacun d'eux sur les machines en montage; 3° le livre de comptabilité des matières, indiquant toutes les fournitures faites pour chaque machine par le magasin général.

Résumé.

Au moyen de ces diverses données sur le travail de l'atelier de construction, nous pouvons maintenant passer à son organisation. Nous avons tâché, dans ce chapitre, d'être aussi concis que possible, afin de ne pas trop nous écarter du sujet que nous nous sommes proposé de traiter : néanmoins nous espérons en avoir assez dit sur cette matière pour pouvoir en tirer les conséquences auxquelles nous voulons arriver par la suite pour le prix de revient des machines.

(*La suite au prochain numéro.*)

Sur la déformation des meules.

Quelques précautions qu'on prenne pour conserver la forme des meules qui servent à aiguiser, ébaucher, tailler, blanchir ou polir dans divers arts industriels, et quoique ces meules soient de bonne qualité, on sait qu'elles se déforment assez promptement par le travail.

On peut, il est vrai; rendre à ces meules leur rondeur en les faisant tailler de nouveau ou en les usant par des moyens connus de tous les ouvriers; mais, outre que cette opération exige du temps et de la dépense, les meules perdent en outre très-promptement, pour les mettre au rond, une portion de leur diamètre; il faut alors les faire tourner plus rapidement pour avoir la même vitesse qu'auparavant à leur circonférence; enfin dans cet état les points de leur surface qui fonctionnent, venant plus fréquemment en contact avec les objets, s'usent plus promptement, ou bien la meule perd encore plus vite la forme régulière qu'on lui avait rendue.

On paraît généralement disposé dans les ateliers à croire que la déformation des meules tient à ce que la matière dont elles sont composées n'est pas parfaitement homogène dans toutes ses parties, et que les plus tendres se creusent davantage que celles qui ont un grain plus dur. De là ces ressauts qu'on est obligé d'aplanir de temps à autre si on veut continuer à se servir d'une meule et produire un bon travail.

Cette explication est très-plausible, et il est bien certain que les meules de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pierre ou de grès auxquelles elle s'applique particulièrement présentent parfois de grandes inégalités dans la dureté du grain ou la cohésion des parties, inégalités qui doivent amener des différences dans la manière dont les premières résistent à l'action des corps durs qu'on leur oppose, et dont les autres perdent leur état d'agrégation sous l'influence des chocs réitérés qu'elles éprouvent.

Ces défauts sont faciles à reconnaître dans une meule après quelque temps de service, puisqu'alors on observe dans tous les points faibles des enfoncements ou des aplatissements répandus d'une manière généralement irrégulière à sa surface; défauts qui se reproduisent à peu près aux mêmes endroits après que la meule a été remise au rond.

Il en est autrement d'une déformation qu'on a remarquée dans les meules et qu'on ne saurait attribuer à leur défaut d'homogénéité, l'expérience ayant démontré qu'elle est du fait de l'ouvrier qui travaille avec cette meule, surtout lorsqu'il la fait mouvoir avec une pédale.

En effet, on a reconnu que les meules qui marchent ainsi perdent leur rond avec une très-grande promptitude, et en observant les ouvriers pendant qu'ils font tourner ces meules, on a remarqué que, lorsque le bras de la manivelle était arrivé à son point le plus élevé et lorsqu'il fallait appuyer le pied sur la pédale pour la faire descendre, tous les ouvriers abaissaient involontairement le corps en avant, et que par ce mouvement il en résultait une pression plus considérable de l'objet sur la meule.

Ce cas de déformation des meules est aisé à reconnaître, puisque c'est dans la partie voisine du bras de la manivelle qu'elles doivent principalement avoir perdu leur rondeur, et le remède qui se présentait naturellement pour éviter cette déformation consistait à chercher un mode de construction de l'appareil tellement disposé que le point de la meule qui est placé sous la main de l'ouvrier changeât à chaque instant ou ne fût pas le même pour chaque tour de la manivelle, afin que la pression plus considérable qui résulte de l'abaissement de la pédale parcourût successivement toute la surface convexe de la meule.

Ce problème de mécanique ne présente aucune difficulté, et nous rapporterons seulement deux solutions qui viennent d'en être données successivement.

M. Mohr de Coblentz a, en 1836, proposé le moyen suivant. La manivelle n'est pas placée sur l'arbre de la meule, mais sur un petit cylindre court qui lui est parallèle et qui porte une roue de 13 dents, laquelle engrène dans une autre roue de 12 dents montée sur l'arbre de la roue. On voit donc que 13 révolutions du cylindre n'en donnent que 12 de la meule, et qu'à chaque révolution le point où appuie la main de l'ouvrier dans le moment indiqué plus haut recule à la surface de la circonférence totale de la meule; ce qui produit l'effet qu'on cherchait.

M. Wagner a proposé de modifier ce mécanisme; d'abord il donne une denture différente aux roues, savoir, 25 dents à l'une et 24 à l'autre; ensuite il propose de placer ces deux roues sur l'arbre même de la meule, mais de rendre la première libre, tandis que la seconde est fixe. La roue libre porte le manche de la manivelle, et toutes deux engrènent simultanément dans un pignon placé au-dessous d'elles.

On peut faire malheureusement à ce mode de construction deux objections qui se présenteront sans doute aisément à l'esprit des praticiens et qui se résument ainsi :

1° L'œil de la roue libre doit très-promptement perdre sa rondeur; par conséquent cette roue n'engrènera plus qu'imparfaitement dans le pignon; ce qui est un inconvénient grave.

2° L'engrenage dès l'origine ne saurait même être bien régulier, attendu que deux roues de même diamètre, mais nombrées différemment, et quelque petite que soit la différence, ne peuvent commander ou être commandées par un seul et même pignon avec une exactitude rigoureuse.

Quoi qu'il en soit, nous pensons que dans une machine de ce genre ces imperfections seront peu sensibles, et qu'on fera bien dans les ateliers d'appliquer ce système ou bien le précédent ou tout autre, toutes les fois qu'on voudra prévenir la déformation des meules qui résulte de la cause assignée plus haut.

Résistance des bois à l'écrasement.

Dans l'établissement des machines, ainsi que dans les constructions de toute espèce, on a fréquemment besoin de connaître la résistance que les bois peuvent opposer aux poids dont on les charge ou aux effets des forces mortes ou vives auxquelles on les expose. Jusqu'ici on n'a guère fait d'expérience que sur la résistance que les bois présentent quand on place les charges sur un point quelconque de leur longueur, soit lorsque leurs extrémités sont simple-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment posées sur des appuis, soit lorsquelles sont encastrées dans des maçonneries ou des massifs quelconques ; nous ne croyons pas qu'on ait fait antérieurement des expériences sur la résistance que les divers bois opposent à l'écrasement, et c'est par ce motif que nous nous empressons de donner le tableau de quelques essais de ce genre qui viennent d'être publiés par M. E. Hodgkinson, et qui auront de l'intérêt pour les mécaniciens et les ingénieurs.

Les expériences ont été faites avec des cylindres de bois tournés et parfaitement ronds de 25 millimètres de diamètre et de 50 de hauteur, au moyen d'appareils ingénieux dont la description ne peut trouver place ici.

Les surfaces ou plaques qui devaient produire l'écrasement étaient dans ces appareils parfaitement parallèles entre elles, et le cylindre de bois qu'il s'agissait d'écraser portait dans toute l'étendue de ses deux bases sur ces plaques où il était retenu avec fermeté. La force qui produisait l'écrasement était dirigée dans le sens longitudinal des fibres.

Tous les cylindres ont été écrasés en cédant sous un certain angle qui a varié suivant la nature du bois.

La résistance dans chaque espèce de bois a été directement proportionnelle à l'aire de la base des cylindres.

On a remarqué de très-grandes différences entre les bois à différents degrés de dessiccation ; le bois humide, quoique abattu depuis très-longtemps, a résisté dans quelques cas deux fois moins qu'à l'état sec; voici, au reste, les résultats des expériences :

Espèces de Bois.	Force moyenne qui a écrasé les cylindres.	Force moyenne sur un centimètre carré.
Pin	1,952 kilog.	39. kilog. 80
Cèdre	2,020 ——	41. 18
Sapin	2,089 ——	42. 56
Peuplier, pas encore sec	1,106 ——	22. 55
—— sec	1,682 ——	34. 27
Mélèze vert	1,140 ——	23. 23
—— après un mois de dessiccation	1,885 ——	38. 42
Prunier, humide, quoique abattu depuis deux ans	1,657 ——	33. 77
—— sec	3,736 ——	76. 16
Bouleau	2,699 ——	55. 01
—— sec	2,596 ——	52. 91
Frêne	2,970 ——	60. 53
—— sec	2,596 ——	52. 91
Chêne	2,218 ——	45. 20
—— sec	3,186 ——	64. 94
Acajou d'Espagne	2,920 ——	59. 50
Buis	3,335 ——	67. 97
—— desséché pendant un mois	3,299 ——	67. 25

Aqueduc du Croton en Amérique.

L'aqueduc du Croton est un ouvrage de l'art, l'un des plus considérables peut-être qui aient été entrepris dans les temps modernes. Il est destiné à alimenter d'eau pure et salubre la ville de New-York aux États-Unis. Il a été commencé il y a quatre ans, et sera terminé dans deux.

Cet aqueduc, qui aura 42 milles (67,378 mèt.) de développement, traverse, sur la rive orientale de l'Hudson, un pays excessivement rocailleux, inégal, montagneux, coupé par de profonds ravins, des cours d'eau, d'innombrables routes, chemins et sentiers qui sillonnent le pays dans mille directions différentes.

La ligne entière de l'aqueduc a été divisée en 96 sections ; la première commence à la digue, à 8 milles de Sing-Sing, où la rivière du Croton a été endiguée sur une longueur de plus de 5 milles (8,000 mèt.), et la dernière se terminera à New-York, dans un réservoir qui occupe 50 acres (12 hectares) de terrain en superficie. Ce réservoir est à 38 mètres au-dessus du niveau des plus hautes marées. L'eau en sera distribuée dans la ville par 2 séries de trois tuyaux chacune.

L'eau de l'aqueduc passe, dans sa route, au-dessus de la rivière de Harlem dans des tuyaux de 1 mètre de diamètre qui seront remplacés par la suite par des tuyaux de 1 mèt. 50. Le pont dans cet endroit se compose de 15 arches, savoir : 8 de 27 mèt. d'ouverture et 7 de 16 mèt. Ce pont sera de 40 mètres au-dessus du niveau des hautes eaux.

La hauteur de l'aqueduc à la prise d'eau est de 55 mètres au-dessus du niveau des eaux vives à New-York. L'étang formé par la digue à cette prise d'eau couvre plus de 160 hectares, et l'eau entre dans l'aqueduc par un tunnel de 50 mètres de longueur.

Lorsque l'aqueduc sera plein, l'eau s'y mouvra à raison de 65 centimètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par seconde, la conduite ayant une pente uniforme de 20 centimètres par kilomètre depuis l'étang de prise d'eau jusqu'au réservoir où il fournira 2,147,300 d'hectolitres d'eau par 24 heures.

Dans toute l'étendue de cette vaste construction on a fait usage de ciment hydraulique pour lier les matériaux.

La quantité de briques nécessaire pour cet aqueduc, en calculant d'après l'expérience, qu'il en faut 2 millions pour un mille (1,243,000 par kilomètre), sera, quand l'ouvrage sera terminé, de 85 à 90 millions de briques.

Les autres matériaux employés à la construction de l'aqueduc pour les ponts, les murs, les embanquements, les fondations, les passages de ravins, etc., sont le granite, le gneiss, la siénite, le basalte, les serpentines de toute espèce, etc.

L'aqueduc est couvert d'une voûte surbaissée; il a 2^m,23 de largeur à la retombée de la voûte, et 2 mètres au bas des pieds-droits; le fond sur lequel coule l'eau est en arc de cercle renversé, dont le sinus verse est 18 centimètres. Les pieds-droits ont 1^m,50 de hauteur, et la flèche de la voûte 1^m,20; en tout 2^m,68 sous clef.

La voûte à l'intrados et à l'extrados, ainsi que tous les parements des pieds-droits et du fond, sont en briques, les murs de soutènement en pierres d'appareil de 1 mètre environ. Dans les tunnels à travers les terres, toute la construction est en briques; mais dans ceux creusés dans le roc, il n'y a de maçonnerie que jusqu'à la plus grande hauteur que peuvent atteindre les eaux.

Il y aura dans toute la longueur du parcours 15 tunnels à travers des roches variant de longueur depuis 30 jusqu'à 300 mètres.

On remarque encore sur le parcours une foule d'autres ouvrages d'art, tels que ponts, viaducs, banquettes, etc., tous construits de la manière la plus solide et la plus durable, et dont quelques-uns se distinguent par la hardiesse avec laquelle ils ont été jetés à travers les fondrières, les ravins, les routes, etc.

D'après les engagements contractés, l'ouvrage entier devra coûter 46,070,000 fr. (8,500,000 dollars), auxquels il convient d'ajouter 2,168,000 francs (400,000 dollars) pour un pont dans New-York même; ce qui fera un total de 48,238,000 fr., sans compter les tuyaux de distribution à partir du réservoir : total qui, suivant certains ingénieurs, pourra bien, en définitive, s'élever à près de 63,040,000 fr. (12,000,000 de dollars), quand l'ouvrage sera complétement terminé.

Étoffe tissée avec l'ortie à feuilles blanches.

Par M. St. Jullien.

M. Stanislas Jullien, savant orientaliste, a présenté à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 3 mars 1840, un morceau d'étoffe fabriquée en Chine avec les filaments de l'*urtica nivea*. Cette étoffe est appelée, dans le dialecte de Canton, *a-pou* (pour *ilia-pou*), c'est-à-dire toile d'été. Dans les parties méridionales de la Chine, cette étoffe est aussi estimée que la soie à cause de sa fraîcheur et de sa durée. Le morceau présenté est de deuxième qualité; la première qualité égale, assure-t-on, la plus belle batiste d'Europe.

L'an passé, M. Adolphe Brongniart, professeur au Jardin du Roi, a reçu de la Chine une certaine quantité de graines de la plante qui donne cette étoffe. Si sa culture pouvait devenir de quelque importance pour l'industrie nationale, il ne serait pas difficile de trouver dans les livres chinois, qui sont à la disposition des savants, les procédés relatifs à la préparation que subissent les filaments de l'*urtica nivea* pour être propres au tissage de cette étoffe.

Quoi qu'il en soit, cette plante, suivant le professeur que nous venons de citer, a été semée à Paris et a bien végété, mais elle n'a pas fleuri et n'a pas, par conséquent, donné de graine à cette latitude. Il est présumable que dans les latitudes plus méridionales de la France elle fleurirait et amènerait ses graines à maturité. Ce qui fait le mérite de cette plante textile, indépendamment du fil brillant et fin qu'elle fournit, c'est qu'elle est vivace et qu'on pourrait la cultiver comme les oseraies, c'est-à-dire en obtenir chaque année une coupe abondante presque sans frais de culture.

Machine à faire les assemblages à queue d'aronde.

Dans une exposition publique, faite dernièrement à Boston, comté de Massachusets, aux États-Unis, on a remarqué avec intérêt une petite machine de l'invention de M. Davis, et propre à faire les assemblages en queue d'aronde. Cette machine, fort simple, consiste en quatre scies circulaires pour les petits assemblages et quatre pour les grands. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièce de bois, portée sur un chariot, est poussée successivement à la main vers chacune de ces scies. La première de celles-ci coupe le bois d'équerre; la seconde taille, un des côtés d'un tenon ou d'une mortaise; la troisième, l'autre côté; et la quatrième, quand on en fait usage, perfectionne l'une ou l'autre de ces parties, et leur donne les dimensions rigoureuses et exactes. Avec cette machine, deux hommes peuvent tailler les assemblages de trois cents boîtes dans une journée de dix heures. L'ajustement, pour faire varier la grandeur des tenons et mortaises, est, dit-on, aussi facile que rapide.

BIBLIOGRAPHIE.

Manuel complet de la broderie, indiquant la manière de dessiner et d'exécuter tout ce qui est relatif à cet art.

Par Mme Celnart. Paris, 1840, 1 vol. in-18 et atlas de 40 planches. Prix : 7 fr.

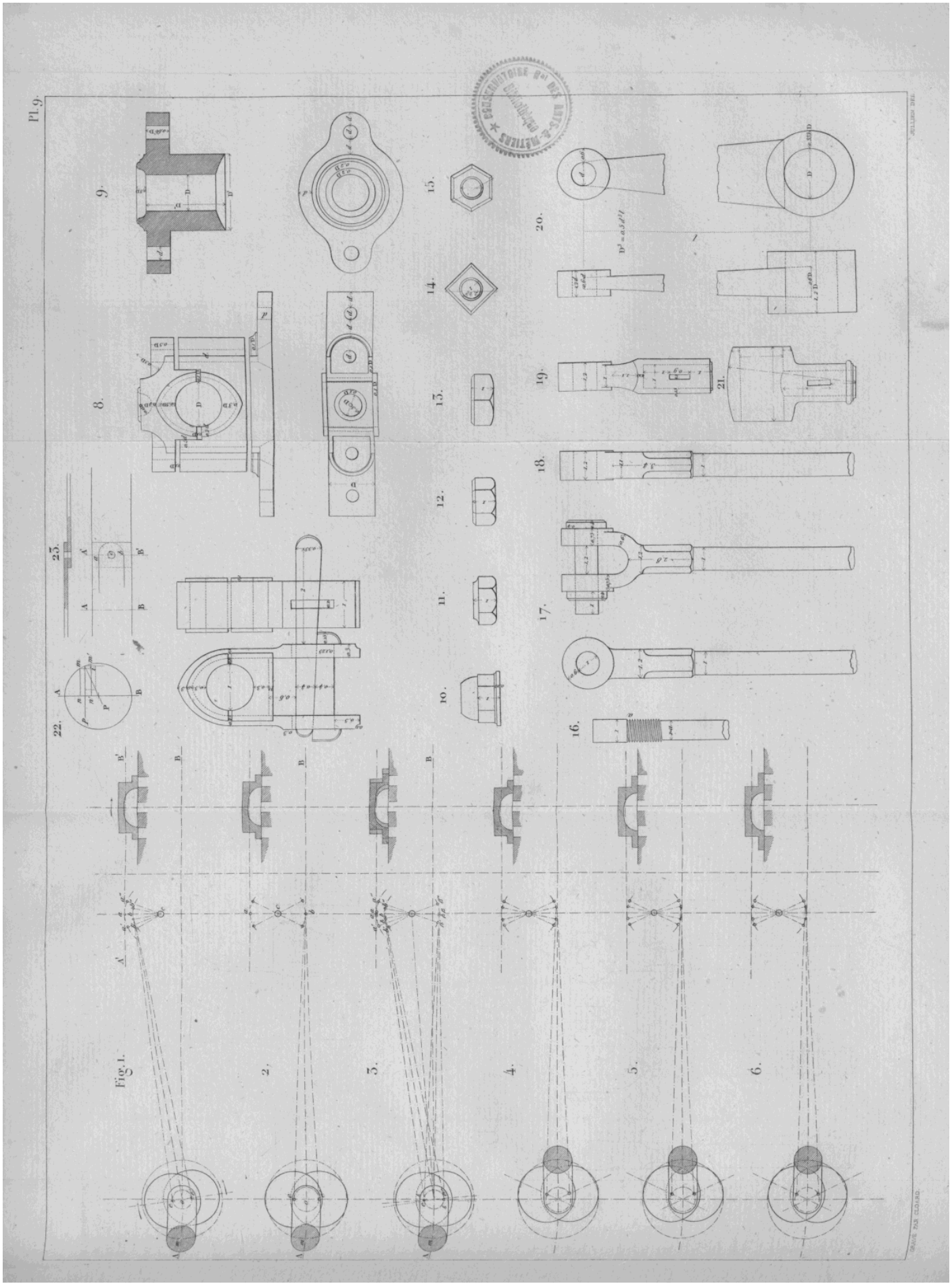
Mme Celnart, auteur de ce manuel, est connue avantageusement par la publication d'une foule d'ouvrages très-recommandables sur l'économie domestique et sur les arts : aussi étions-nous convaincus à l'avance que son ouvrage sur la broderie était fait avec le même soin, et mériterait la même approbation que les précédents. Nous devons dire que la lecture attentive a complétement confirmé nos prévisions.

La broderie peut être, aux yeux des personnes peu versées dans la connaissance des arts, prise pour une occupation futile, tout au plus faite pour occuper les loisirs de quelques personnes désœuvrées; mais, aux yeux de l'économiste et du *Technologiste*, c'est un art fort important qui a pris, depuis un certain temps, un développement prodigieux en France, où il a le grand mérite à nos yeux d'occuper et de faire vivre des milliers de personnes du sexe et des enfants dans des contrées pauvres, et où les moyens d'existence sont très-limités. En lisant l'ouvrage de Mme Celnart, on ne peut s'empêcher d'un mouvement de surprise en voyant le nombre considérable de moyens que possède la broderie pour varier son travail, indépendamment du dessin, et pour produire des effets très-différents, suivant le besoin, le goût et la mode dominante. Ainsi il y a d'abord la broderie blanche ou au coton, qui se divise elle-même en broderie de feston, broderie en reprise, au crochet, au passé, etc.; puis la broderie de dentelle avec ses points, ses jours, ses imitations, etc.; les broderies en laine nuancée de plusieurs genres et espèces; la broderie en tapisserie, qui comprend aussi différents points pour marquer le linge, pour faire divers petits ouvrages en perles de verre, pour faire les tapis et fleurs accessoires, etc.; la broderie si riche en soie nuancée, et en lame de soie et de velours; la broderie en or; les broderies de fantaisie en chenille, plume, ganse, nacre; les broderies mêlées suivant toutes les combinaisons, et une foule d'autres qu'il serait trop long d'énumérer.

Tous ces genres de broderie sont décrits avec un très-grand soin dans ce manuel de Mme Celnart, qui déclare du reste, dans sa préface, qu'elle n'a rien consigné qu'elle ne l'ait exécuté ou fait exécuter sous ses yeux et en analysant en quelque sorte chaque point, ce qui doit être parfaitement exact. Beaucoup de ces points sont en outre représentés dans de bonnes figures, qui en montrent le mécanisme et la disposition. D'ailleurs l'ouvrage est précédé d'une notice historique fort agréable sur la broderie, et terminé par un résumé très-bien fait sur les applications qu'on peut faire de tous les genres de broderies dans l'art de la lingerie, de la modiste, etc.

Ce manuel de Mme Celnart nous paraît en résumé un de ces ouvrages modestes où chacun puise chaque jour une foule de documents d'une application usuelle; et s'il est désormais indispensable à toutes les personnes qui s'occupent de broderie, soit comme occupation agréable, soit comme état, nous croyons qu'il ne doit pas moins attirer l'attention des hommes éclairés et amis de leur pays, qui pourront se convaincre en le lisant des ressources infiniment variées que présente la broderie à des populations pauvres et laborieuses, si on voulait seulement leur donner une idée des moyens qu'elle met en usage et de ses ressources, et assurer quelque débouché aux produits qu'elles entreprendraient, sans nul doute avec bonheur et persévérance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Procédés pour utiliser les produits ou résidus des fabriques de soude avec le sel marin.

Par M. W. Gossage, chimiste-manufacturier.

Nous ferons connaître, dans un numéro prochain, un procédé et des appareils nouveaux de M. W. Gossage pour fabriquer la soude avec le sel marin, et nous verrons qu'il propose, dans quelques circonstances, de faire agir l'acide chlorhydrique, ainsi dégagé, sur du peroxide de manganèse. Dans cette opération, il se produit du chlore dont on fait un emploi quelconque, et du chlorhydrate de manganèse, que l'auteur propose de retransformer en un oxide qu'il nomme artificiel, et propre à engendrer de nouveau du chlore quand on fait agir sur lui l'acide chlorhydrique.

Dans la fabrication du sel de soude, lorsqu'on a touillé l'alcali brut à la manière ordinaire, il reste toujours un marc non dissous dont tous les manufacturiers sont assez embarrassés. Ce résidu contient du sulfate de calcium, du carbonate de chaux, du charbon et quelques autres matières. M. Gossage propose un moyen pour obtenir, avec ce marc, du gaz sulfhydrique et du carbonate de chaux.

Voici d'abord comment on conduit la première de ces opérations.

Lorsqu'on a recueilli le chlorhydrate de manganèse dans les vases où il s'est rassemblé, on le décompose par un hydrate de chaux. Pour effectuer convenablement cette décomposition, on se sert de grands vases plats ouverts, au-dessus desquels sont divers axes ou arbres horizontaux munis de palettes, et disposés de façon à pouvoir donner à celles-ci un mouvement rapide de rotation. On introduit dans ces vases une certaine quantité d'hydrate de chaux sous forme de lait, et on ajoute successivement le chlorhydrate de manganèse liquide, en imprimant aussitôt le mouvement aux arbres et aux palettes pour opérer un mélange parfait des liquides.

Il est préférable d'abord que la chaux soit en excès dans le mélange ; on réduit ensuite peu à peu cet excès par des additions successives de chlorhydrate jusqu'à ce qu'il soit à peine sensible à la fin de l'opération.

Pendant cette opération, il y a réaction entre la chaux et le chlorhydrate, et il se produit un mélange de protoxide de manganèse hydraté et de chlorhydrate de chaux liquide. On expose alors ce mélange à l'air atmosphérique ; l'hydrate de protoxide absorbe l'oxigène, et on accélère cette absorption en projetant le mélange liquide en particules très-déliées dans l'air, au moyen des palettes dont il a été question ci-dessus, et auxquelles on imprime un mouvement de rotation très-rapide. L'absorption de l'oxigène convertit l'hydrate de protoxide en peroxide hydraté, et l'opération se poursuit jusqu'à ce que cette conversion soit complète. Néanmoins, comme la marche de cette transformation devient lente vers la fin de l'opération, on y met fin lorsque les trois quarts ou les cinq sixièmes du protoxide présentent cette conversion.

De cette manière, on obtient un oxide artificiel de manganèse contenant assez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'oxigène pour servir à la préparation du chlore ; et, à cette époque de l'opération, on sépare la majeure partie du chlorhydrate de chaux de l'oxide de manganèse en laissant déposer cet oxide, en enlevant ensuite par des lavages le chlorhydrate calcaire. Du reste, cette séparation pourrait s'effectuer de la même manière avant la conversion ci-dessus décrite.

On recueille le mélange d'oxide et d'eau sur des filtres ; on fait couler la plus grande partie de celle-ci, et l'oxide reste dans un état propre à servir à la préparation du chlore avec de l'acide chlorhydrique gazeux ou liquide concentré. Cet oxide néanmoins renferme encore une quantité considérable d'eau, et si on désirait en faire usage avec de l'acide chlorhydrique d'une force moindre que celle ordinaire, on l'exposerait, pour le sécher, dans des bassines, des poêles ou des fours, à une température telle qu'il ne puisse perdre de l'oxigène.

Pour tirer parti des marcs alcalins qui, comme il a été dit, renferment du sulfure de calcium et du carbonate de chaux, on s'y prend comme il va être dit.

On fait agir sur ces marcs alcalins de l'acide chlorhydrique, qui donne lieu à un dégagement du gaz sulfhydrique et d'acide carbonique. Ces gaz mélangés étant mis en contact avec une autre portion de marcs alcalins, l'acide carbonique réagit sur le sulfure de calcium, et rend libre une nouvelle portion de gaz sulfhydrique. L'acide carbonique étant ainsi successivement absorbé et rendu libre dans le mélange du gaz, on finit par obtenir du gaz sulfhydrique presque exempt d'acide carbonique, et dans un état propre à subir la combustion, et par conséquent à produire de l'acide sulfureux.

Pour déterminer l'action de l'acide chlorhydrique liquide sur le marc alcalin, il suffit de mettre en contact ces matières ; mais quand l'acide est sous forme gazeuse, on se sert de l'appareil en tourelle, qui sera décrit prochainement, et qui est rempli de silex ; on introduit le marc alcalin dans un grand état de division par son mélange avec l'eau dans cet appareil de la manière qui sera décrite ; l'acide gazeux se condense par son contact avec le mélange d'eau et de marc, et réagit sur celui-ci en dégageant des gaz sulfhydrique et acide carbonique, et en produisant du chlorhydrate de chaux liquide. Ces produits traversent l'appareil ; l'acide se rend dans les vases destinés à le recevoir, tandis que le gaz entre dans les conduits qui lui sont destinés.

De même, quand on fait usage d'acide chlorhydrique liquide, on se sert de vaisseaux ou appareils clos munis de tubes qui emportent les gaz dégagés, tandis que le chlorhydrate de chaux liquide reste dans les appareils.

Les gaz mélangés, à mesure qu'ils sortent des tubes, peuvent être mis immédiatement en état de combustion pour produire de l'acide sulfureux ; mais il vaut mieux en séparer, autant que possible, l'acide carbonique : ce qui s'opère au moyen d'un appareil semblable à celui qui est employé à purifier le gaz d'éclairage, et qu'on nomme purificateur à la chaux sèche.

Cet appareil consiste en vases contenant un grand nombre de tablettes percées de trous, sur lesquelles on dépose des couches minces de marc alcalin ; alors on introduit le mélange des gaz qui filtrent à travers ces couches de marc, et qui, après avoir traversé un purificateur disposé de cette manière, sont obligés d'en parcourir un autre monté absolument de même.

Dans la purification du gaz d'éclairage, on est dans l'habitude de conduire ce gaz à travers une série de vases chargés de chaux, qui a déjà servi précédemment à cette opération, et qui se trouve imprégnée à divers degrés par les matières qu'elle a enlevées au gaz, et de terminer cette purification en lui faisant traverser enfin un dernier vaisseau où il se trouve en contact avec de la chaux neuve, ou qui est à peu près exempte de toute imprégnation de cette sorte.

On dispose les appareils qui contiennent le marc de la même manière, pour que le mélange des gaz traverse d'abord les vases qui ont servi à des purifications et imprégnés à divers degrés, et passe enfin à travers des vaisseaux remplis de marc frais ou à peu près.

Il est à propos de faire observer que le marc doit renfermer un peu d'eau lorsqu'on l'expose ainsi à l'action du mélange de gaz, attendu que s'il était parfaitement sec, l'acide carbonique ne réagirait pas sur le sulfure de calcium.

On a vu qu'au lieu d'obtenir du gaz sulfhydrique du marc alcalin avec l'acide chlorhydrique liquide, on se servait aussi du gaz acide carbonique pour effectuer une réaction sur le sulfure de calcium, et obtenir du gaz sulfhydrique : dans ce but, on fait usage de l'appareil qui sera décrit pour faire agir le mélange des gaz sur le marc alcalin, et on conduit l'opération ainsi qu'il a été dit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut, si on veut, employer de suite le gaz ainsi produit; mais il est plus avantageux de le recueillir dans un gazomètre, et c'est là, qu'on peut l'emprunter pour fabriquer de l'acide sulfurique, en le conduisant à un appareil convenable, où on le soumet à la combustion. Cette combustion peut s'effectuer dans des becs semblables à ceux du gaz d'éclairage, et l'opération étant faite dans un four en communication avec un appareil disposé à cet effet, l'acide sulfureux produit peut être transformé en acide sulfurique par les moyens ordinaires.

L'action de l'acide carbonique sur le sulfure de calcium contenu dans le marc, produit une nouvelle quantité de carbonate de chaux, indépendamment de celle qui existait déjà dans ce résidu; l'auteur propose de se servir de cette matière dans la fabrication de la soude, au lieu du carbonate naturel.

Travaux récents sur le polygonum tinctorium.

La société de pharmacie de Paris avait proposé, pour question de prix en 1839, l'extraction de l'indigo du polygonum tinctorium. Divers mémoires ont été envoyés au concours; et quoique la société ne considère pas la question comme complétement résolue, elle a cependant cru devoir donner des encouragements à plusieurs auteurs à cause des recherches utiles que leurs mémoires renferment. Nous extrayerons des mémoires de deux des concurrents la partie technique de leur travail, la seule qui nous intéresse.

I. M. O. Hervy, préparateur de chimie à l'École de pharmacie de Paris, a extrait des feuilles fraîches de polygonum, prises au moment de la floraison, de l'indigotine, une résine rouge, de la chlorophylle, un acide libre, une matière verte, de l'albumine, de la gomme, du ligneux, des sels à acides organiques, tels que l'oxalate de chaux, de la pectine combinée à la potasse, des sels acides minéraux, à bases de potasse, de chaux et de magnésie, de la silice et de l'oxide de fer; enfin un principe odorant.

Ce chimiste conclut des expériences nombreuses auxquelles il s'est livré :

1° Que l'indigotine existe toute formée dans la feuille du polygonum non libre, mais combinée à la résine rouge;

2° Que cette combinaison normale est détruite par les bases minérales et par les acides minéraux, tandis que les acides organiques ne l'attaquent point;

3° Qu'à la naissance de la feuille, l'indigotine y entre à l'état blanc; mais qu'elle passe à l'état bleu sous l'influence de l'air et de la lumière;

4° Que les feuilles vertes contiennent de l'indigotine incolore et de l'indigotine bleue, et d'autant plus d'indigotine bleue, qu'elles sont plus avancées en âge;

5° Que l'éther dissout la combinaison normale sans la modifier dans sa composition : d'où il résulte que les teintures éthérées des feuilles vertes précipitent toujours, même à l'abri du contact de l'air, de l'indigotine bleue; mais la quantité de matière colorante est proportionnelle à l'âge de la feuille;

6° Que ces teintures contiennent de l'indigotine incolore, puisqu'au contact de l'air elles précipitent toutes en bleu avec la même intensité;

7° Que lorsqu'on substitue l'eau à l'éther, pour opérer la dissolution de la combinaison normale sous l'influence des matières organiques, l'indigotine est ramenée à l'état blanc sans que la combinaison normale soit détruite : aussi les solutions aqueuses ne donnent-elles point de précipités bleus à l'abri du contact de l'air;

8° Que l'oxigène seul agit dans la coloration, et par suite dans la précipitation de l'indigotine bleue, car les solutions en contact du gaz azote ou du gaz carbonique se comportent comme à l'abri de tout gaz;

9° Que l'indigo est entièrement à l'état bleu dans la feuille sèche, mais combiné à la fibre ligneuse;

10° Que dans la pulpe des feuilles fraîches l'indigo y est entièrement à l'état bleu;

11° Que l'indigo n'existe pas dans le polygonum sous le même état que dans les autres plantes indigofères, puisque celles-ci, desséchées, cèdent à l'eau avec la plus grande facilité leur indigo.

Extraire de l'indigo des feuilles du polygonum tinctorium est une question résolue depuis longtemps, puisque Loureiro nous a appris qu'en Chine elles servent à cet usage depuis un temps immémorial. Aussitôt son apparition dans nos contrées, beaucoup de personnes s'occupèrent de cette opération. L'indigo obtenu dans les premiers essais, d'une qualité inférieure, est devenu de plus en plus beau, après plusieurs années d'expérience. Peut-on aisément arriver à mieux encore, et obtenir un bel indigo commercial? Telle est la question que M. Hervy s'est proposé de résoudre, à l'aide de l'analyse de la feuille et des connaissances pratiques qu'il a puisées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans son étude chimique. Nous extrayons maintenant de son travail les passages suivants :

« Nous allons résumer en peu de mots les divers procédés suivis jusqu'à ce jour, en indiquant ce qu'ils laissent à désirer, et nous exposerons ensuite le procédé que nous avons suivi, et à l'aide duquel nous avons obtenu l'indigo que nous présentons à la société.

» Nous pouvons réduire à trois les procédés suivis :

» 1° Le procédé des colonies, qui a été décrit avec soin par M. Bérard : ici les feuilles sont immergées dans l'eau, à la température ordinaire, et l'on attend, pour décanter le liquide, que la masse ait éprouvé un commencement de fermentation ; alors une fleurée bleue apparaît, et des bulles de gaz viennent crever à la surface. Le battage et l'addition d'eau de chaux précipitent l'indigo contenu dans la liqueur.

» 2° Le procédé de M. Baudrimont, qui consiste à verser de l'eau bouillante sur les feuilles du polygonum, et, après vingt-quatre heures d'infusion, à précipiter l'indigo par l'acide sulfurique.

» 3° Le procédé de M. Vilmorin fils. Ce chimiste a proposé de traiter le polygonum par la cuve, c'est-à-dire par le sulfate de fer et la chaux, les feuilles sèches épuisées par l'eau et pulvérisées. Le battage précipite aisément ensuite l'indigo de la liqueur alcaline. L'indigo obtenu par le procédé de M. Vilmorin est d'une beauté remarquable et supérieur à tous les indigos de commerce ; mais ce procédé est long et dispendieux, et nous ne pensons pas qu'il puisse être exécuté en grand avec avantage.

» Les indigos fournis par les deux premiers procédés pèchent par leur dureté excessive, propriété qu'ils doivent à la pectine qu'ils renferment en proportion d'autant plus grande, qu'on a eu recours à une température plus élevée, et que les macérations ont été prolongées.

» L'on conçoit en effet pourquoi la chaux agit dans le procédé des colonies ; elle se combine à la pectine : le pectate de chaux formé entraîne, en se précipitant, l'indigotine isolée de sa combinaison naturelle par l'action de l'air et de la chaux que l'on emploie en excès.

» L'acide sulfurique exerce une action semblable sur les liqueurs aqueuses ; l'indigotine, à l'état naissant, se réunit à la pectine que l'acide précipite ; ce précipité gélatineux peut être considéré comme de la pectine teinte en bleu par l'indigo.

» Le procédé de la fermentation offre encore d'autres inconvénients ; ainsi l'on sait parfaitement que dans l'Inde les ouvriers les plus expérimentés ne savent jamais bien le point auquel il faut arrêter la réaction pour obtenir la totalité de l'indigo.

» L'emploi de l'eau bouillante, dans le procédé de M. Baudrimont, offre une perte notable dans le rendement en indigo, ainsi que l'indique l'expérience qui démontre l'influence de la température et de la durée des traitements, et nous apprend que l'on ne peut pas soumettre les feuilles à une température supérieure à 70°, et que si de prime-abord on a recours à une élévation plus considérable de température, ce sera toujours aux dépens d'une quantité d'une matière colorante qui reste fixée dans la feuille, quantité qui est en rapport avec la masse de liquide qui pénètre la feuille avant d'avoir acquis un degré de chaleur inférieur à 70°. Mais si nous élevons graduellement la température, nous pouvons impunément chauffer jusqu'à 100°, et alors la totalité de la matière colorante se dissout, et une fois dissoute, on peut la précipiter par les moyens indiqués.

» Quoique l'indigotine une fois dissoute reste dans la solution, il importe néanmoins de ne pas élever la température au-dessous de 80° C., et de ne pas prolonger la macération au delà de deux heures, car alors l'action dissolvante s'exerce sur les autres principes solubles de la plante, de telle sorte que les liqueurs, plus chargées, précipitent plus difficilement et un indigo moins beau.

» Après avoir fait connaître les inconvénients des procédés mis en usage jusqu'à ce jour, nous allons exposer la marche que nous avons suivie pour exécuter de la manière la plus favorable l'extraction de l'indigo.

» Dans une chaudière à double fond, nous mettons 50 litres d'eau filtrée, et nous élevons la température à 60° C. ; nous y jetons alors 5 kilog. de feuilles fraîches de polygonum, que nous maintenons sous le liquide par une claie d'osier ; nous couvrons la chaudière et nous continuons à chauffer jusqu'à 80° ; nous retirons alors le feu pour que la température ne s'élève pas davantage ; et, au bout de deux heures, en comptant du moment où nous avons mis les feuilles dans la chaudière, nous décantons notre liqueur, qui est d'un jaune verdâtre, et qui se colore en bleu magnifique au contact de l'air ; nous mettons alors dans la liqueur qui vient de s'écouler 4 gram. d'hydrate de chaux en poudre par ½ kil. de feuilles employées, et nous agitons la liqueur. En agissant sur 2 kilog. de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feuilles, la précipitation est complète au bout de quelques heures d'agitation ; on laisse déposer, puis on décante la liqueur rougeâtre qui surnage le précipité. Celui-ci n'est point composé d'indigotine pure ; il contient aussi du pectate de chaux, de la résine rouge, des quantités plus ou moins grandes des autres principes du polygonum, mais il renferme peu de pectate de chaux, car le traitement aqueux assez prolongé pour dissoudre la totalité de la matière colorante ne l'est pas assez pour dissoudre beaucoup de pectine. Cet indigo en pâte est lavé avec de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique qui dissout la chaux ; on extrait l'excès d'acide par deux lavages à l'eau, et l'on obtient l'indigo par une dessiccation prompte et facile.

» Dans une opération bien conduite, en soutirant la liqueur à l'aide d'un robinet placé à la partie supérieure, puis comprimant légèrement les feuilles en pressant sur la claie qui les maintient sous l'eau, le départ de l'indigo est complet du premier coup, les feuilles ne cèdent plus rien à l'eau que l'on y verse de nouveau.

» Pour opérer sur une plus grande échelle, on jettera les feuilles dans de grandes cuves contenant de l'eau chauffée à 60°, et on élevera la température jusqu'à 80°, au moyen d'un courant de vapeur fourni par un générateur. Les cuves couvertes en bois, comme les cuves à fermentation pour la décomposition des mélasses, rempliront toutes les conditions ; le liquide soutiré se coulera dans un réservoir évasé, où il sera décomposé par l'eau de chaux et le battage. Lorsque la liqueur ne contiendra plus d'indigo en dissolution, ce qu'il est facile de reconnaître à la couleur blanche que prennent les écumes, et à la teinte rougeâtre de la liqueur, on fera écouler la matière dans un troisième réservoir plus profond que l'auge, et c'est là que l'indigo se déposera. Dans un travail régulier, on pourrait, sans un matériel trop considérable, faire une opération chaque trois heures, car les précipitations sont excessivement promptes.

» L'ensemble des expériences a démontré que la proportion d'indigo contenue dans le polygonum, dans différentes conditions de culture et d'âge de la plante, était, dans notre climat, entre 1/150 et 1/500 du poids des feuilles fraîches ; ou bien, terme moyen, de 1/200 représentant 1/400 d'indigotine pure. »

II. MM. J. Girardin et Preisser, professeurs de chimie à Rouen, ont d'abord essayé, pour l'extraction de l'indigo du polygonum tinctorium, les procédés d'extraction des colonies ; mais ces procédés, disent-ils, ont paru longs et pénibles à exécuter, et donnent d'ailleurs un produit inférieur sous le rapport de la qualité.

« Le procédé de M. Baudrimont, continuent-ils, qui consiste à recouvrir les feuilles d'eau bouillante, et à précipiter l'indigo par l'acide sulfurique, est plus expéditif et plus commode ; mais l'indigo qu'il fournit contient encore beaucoup de matière verte. En somme, il est moins impur et d'un aspect préférable à celui extrait par le battage et l'eau de chaux, surtout si, après l'avoir recueilli humide sur un filtre, on le lave à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante légèrement alcalisée.

» Deux infusions dans l'eau à 80° C. suffisent ; une troisième infusion n'enlève plus rien aux feuilles. La meilleure proportion d'acide à employer est 1/100 à 1/150e du poids des feuilles ; une plus forte quantité d'acide diminue le produit en indigo.

» L'indigo extrait par le moyen de l'acide sulfurique est d'un beau bleu tant qu'il est humide ; mais par la dessiccation, il devient brun, pesant et compact. On a substitué l'acide hydrochlorique à l'acide sulfurique, et on a obtenu un produit bien préférable, tant sous le rapport de la nuance que sous celui de la légèreté. Si, après avoir additionné les liqueurs d'acide hydrochlorique, on les passe immédiatement à travers un linge clair, il reste sur ce linge une matière albumineuse très-abondante mêlée de matière verte, et le liquide étant agité ensuite pendant dix minutes, ou même abandonné au repos, fournit un indigo d'un beau bleu qui, par la dessiccation spontanée, conserve une très-belle nuance, prend le cuivré par le frottement, et offre une légèreté comparable à celle des indigos du Bengale les plus estimés ; cet indigo n'a besoin de recevoir aucune purification, et peut être livré immédiatement au commerce.

» En prolongeant les infusions pendant douze heures et au delà, on perd une partie de l'indigo contenu dans les feuilles. Il ne faut prolonger ces infusions que pendant deux heures, ou même laisser les feuilles assez de temps dans l'eau pour que la fermentation puisse se développer comme dans le procédé des colonies ; car alors, par suite de cette fermentation, l'indigo qui a pu se précipiter à l'état bleu sur les feuilles ou dans le fond des cuves se désoxigène,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

redevient incolore, et par conséquent soluble.

» En définitive, voici le procédé que nous recommandons comme le plus commode et le plus avantageux sous le double rapport de la quantité et de la bonté du produit.

» Mettre les feuilles dans un cuvier long et étroit, portant à sa partie inférieure un robinet; verser par-dessus de l'eau à 30° dans la proportion de trois fois environ le poids des feuilles; recouvrir celles-ci d'une claie en osier pour qu'elles restent complétement immergées dans le liquide, et abandonner l'opération à elle-même jusqu'à ce que l'eau ait atteint une teinte verdâtre, et que sa surface présente de belles écumes irisées; soutirer rapidement le liquide en comprimant peu à peu les feuilles et verser immédiatement un centième à un centième et demi d'acide hydrochlorique. Passer au bout de deux minutes le liquide à travers une toile peu serrée pour isoler les matières verte et albumineuse qui nagent en flocons verdâtres au sein du liquide acidulé; agiter le liquide filtré pendant environ dix à quinze minutes à plusieurs reprises différentes pour oxigéner l'indigo dissous et l'abandonner enfin au repos pendant vingt-quatre heures. L'indigo qu'on trouvera au fond des vases sera jeté sur un filtre, lavé à l'eau bouillante, légèrement alcalisée, puis desséché à une température de 40 à 50°. Il sera d'une très-belle nuance, excessivement léger et pourra être immédiatement livré au commerce.

» La moyenne du rendement du polygonum de 1839, c'est-à-dire sans tenir compte de la nature du sol, de l'âge de la plante, a été en indigo de 0,766 p. 100, ou de moins de 1 p. 100. Ce rendement a ensuite varié notablement suivant la nature du sol dans lequel le polygonum a été cultivé. Ainsi dans

Les prairies humifères, le produit a été de.	1.65
Les sables très-fumés. . . .	1.12
Les bonnes terres de jardin.	0.79
Les sables non fumés. . . .	0.67
Les terres argileuses fortes.	0.65

D'où il suit que le sol qui paraît le plus avantageux pour la culture est, pour le polygonum comme pour les indigotiers de l'Inde, celui des prairies humifères.

« Les feuilles du polygonum ne sont pas également riches en indigo à toutes les époques de la végétation; la proportion de ce principe ira progressivement en augmentant, jusqu'un peu avant la floraison; passé ce terme, elle décroît d'abord d'une manière très-marquée, et lorsque les graines sont en maturité, les feuilles ne fournissent plus que de la chlorophylle ou matière verte. Avant la floraison, les feuilles ont donné en moyenne 1,029 d'indigo, et après la floraison 0,538, c'est-à-dire moitié moins.

» A quelque époque que ce soit de la végétation, les tiges séparées des feuilles ne donnent aucune trace d'indigo.

» Le mode d'extraction de l'indigo des feuilles du polygonum n'est pas indifférent; dans nos expériences la production moyenne a été

Pour le procédé des colonies, de. .	1.529
Pour le procédé de M. Baudrimont.	0.889
Pour notre nouveau procédé. . .	0.508

Mais l'analyse chimique et des essais de teinture nous ont démontré que ces indigos sont loin d'être au même degré de pureté, et que sous ce point de vue ils doivent être classés dans l'ordre inverse à celui de leur plus forte quantité.

» Il n'est pas indifférent d'employer les feuilles entières ou brisées pour faire les infusions; lorsqu'elles sont brisées ou broyées elles fournissent sensiblement moins d'indigo que lorsqu'elles sont saines et entières.

» L'indigo obtenu a paru pouvoir être comparé, pour la qualité, à l'indigo bengale cuivré bon ordinaire, dont le prix est actuellement, mais par exception toutefois, de 20 fr. le kilog.

» En teinture il a donné à peu près d'aussi bons résultats que cet indigo exotique, c'est-à-dire des teintes aussi solides, presque aussi nourries et aussi belles.

» Les feuilles du polygonum, qui deviennent presque bleues par la dessiccation, en raison de l'oxigénation de l'indigotine incolore qu'elles renferment, ne peuvent plus, dans cet état, fournir d'indigo par les procédés qu'on emploie pour les feuilles fraîches.

» La teinture des tissus avec l'indigo du polygonum n'offrant rien de particulier, et cet indigo se comportant dans les cuves de la même manière que l'indigo des Indes, il est inutile de décrire les essais que nous avons faits sous ce rapport; mais nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt de faire connaître les diverses expériences que nous avons tentées pour savoir si les feuilles sèches du polygonum peuvent servir directement en teinture.

» Ces feuilles séchées avec soin dans une étuve, ne donnent plus, ainsi que nous l'avons dit, d'indigo lorsqu'on les soumet aux divers procédés d'extraction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employés pour les feuilles fraîches, mais nous avons constaté, en nous fondant sur les affinités que l'on observe entre le ligneux et les matières colorantes, que les feuilles sèches du polygonum, mises en cuve chaude, avec de la chaux, du son et de la garance, c'est-à-dire comme les feuilles de pastel ou de vouède fournissent des teintes bleues, claires, qui ne sont pas à dédaigner et que, sous ce rapport, elles sont bien supérieures aux feuilles de pastel, encore employées dans la teinture des laines dans les cuves dites cuves au pastel.

» Voici comment furent montées nos cuves avec les feuilles du polygonum. Dans un vase cylindrique en tôle, de la capacité de vingt litres, nous avons introduit les substances suivantes :

15 Kilog. d'eau.
500 Gram. de feuilles sèches de polygonum.
40 Gram. de garance d'Alsace.
28 Gram. de chaux vive.
20 Gram. de son.

L'eau fut, préalablement à l'addition des substances, portée à l'ébullition, on pallia à plusieurs reprises, puis on couvrit avec une grosse toile maintenue par une planche. On eut soin de l'entretenir à une douce température, au moyen de quelques charbons rouges placés au-dessous du vase en tôle.

» Le lendemain la cuve fut palliée de nouveau et échauffée ; elle ne put teindre que deux jours après sa préparation. Avant d'y plonger des tissus ou des écheveaux de coton, on l'élevait à la température de 35 à 55° ; froide, cette cuve ne fournit que des nuances très-faibles, et quand elle est portée à l'ébullition ou près de ce point, elle cède également moins de matière colorante qu'entre les limites de température que nous venons d'indiquer.

» Cette cuve, ainsi montée avec 500 grammes de feuilles sèches, devait à peine renfermer 2 grammes d'indigo, et cependant nous avons obtenu avec elle, même au bout de trois à quatre minutes, des nuances de bleu clair assez jolies. Ces nuances devenaient plus foncées en laissant les tissus plus longtemps dans la cuve. Au moyen de plusieurs immersions d'une douzaine de minutes chacune, on obtient des nuances assez nourries. Il faut, pour épuiser cette cuve, employer un grand nombre d'échantillons semblables. La cuve au polygonum demande certains soins pour être bien montée. Il faut surtout l'echauffer tous les jours, la pallier souvent, et y ajouter de temps en temps une petite quantité de chaux vive.

» Nous avons monté une cuve semblable à celle-ci en substituant aux feuilles sèches 5 gram. d'indigo du commerce. Conduite de la même manière, elle n'a fourni que des teintes à peine sensibles, probablement parce que l'indigo n'a pu être désoxigéné par le son et la garance. Dans la cuve au polygonum, les feuilles en fermentant ajoutent à l'effet de ces dernières substances, et déterminent plus facilement la désoxigénation de l'indigo emprisonné dans le tissu végétal.

» Pour déterminer comparativement les pouvoirs colorants des feuilles sèches de polygonum et de pastel, nous avons monté séparément deux cuves avec des quantités égales de ces deux sortes de feuilles, 500 grammes, et des proportions semblables des autres ingrédients comme ci-dessus. Les deux cuves furent traitées de la même manière. On les pallia chaque jour et on les chauffa bien également.

» Les feuilles du polygonum au bout de trois jours avaient subi une pleine fermentation et étaient réduites en une sorte de pulpe qui se déposa au fond de la cuve. Le pastel, formé de beaucoup plus de ligneux, était en masse volumineuse au sein du liquide.

» Les teintures avec les cuves furent très-différentes et la cuve au polygonum donnait de jolis bleus clairs, même au bout de cinq minutes, tandis que celle au pastel ne fournissait qu'une nuance jaune sale, dépourvue d'apparence bleue. Supposant que cette cuve n'avait pas assez fermenté, nous continuâmes à la chauffer et à la pallier pendant plusieurs jours encore, mais nous n'obtînmes pas des résultats plus satisfaisants.

» M. Vilmorin fils a avancé que l'on peut monter une cuve à la couperose, avec les feuilles sèches du polygonum, préalablement débarrassées de toutes matières solubles dans l'eau au moyen de plusieurs ébullitions. Nous avons voulu vérifier cette assertion ; en conséquence, nous avons monté une cuve avec

15 Litres d'eau.
150 Gram. de poudre de feuilles sèches.
115 Gram. de couperose.
60 Gram. de chaux.
20 Gram. de potasse.

L'eau fut élevée à la température de 40 à 45° avant l'introduction des ingrédients. On pallia plusieurs fois encore ; mais, ni le lendemain, ni les jours suivants nous ne pûmes obtenir de nuances avec elle. La liqueur claire decantée et battue au contact de l'air donne à peine des traces d'indigo.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Il est probable que la fermentation, faute d'une quantité suffisante de substances organiques, ne peut se développer convenablement dans cette cuve, de manière à mettre à nu l'indigo qui est emprisonné dans le tissu végétal.

» En analysant comparativement par la méthode de M. Berzelius un gramme d'indigo du Bengale cuivré bon ordinaire, et un gramme d'indigo du polygonum, obtenu par notre procédé, nous avons obtenu, pour la composition de ces deux espèces d'indigo :

Indigo Bengale cuivré bon ordinaire.	
Eau	5.7
Gluten ou matière azotée	1.5
Brun d'indigo	4.6
Résine rouge	7.2
Matières minérales	19.6
Indigotine bleue	61.4
	100.0

Indigo du polygonum tinctorium.	
Eau	6.8
Gluten	1.8
Matière colorante rouge soluble dans l'eau	3.4
Brun d'indigo	8.5
Résine rouge	15.6
Matières minérales	14.8
Indigotine bleue	49.1
	100.0

» Comme on le voit, l'indigo du polygonum est plus impur que l'indigo bengale cuivré bon ordinaire. La richesse de ces deux indigos en indigotine pure est sensiblement dans le rapport de 4 à 5. Au reste, ce rapport aurait singulièrement varié et sans doute à l'avantage de l'indigo du polygonum, si nous l'avions comparé à d'autres sortes d'indigo du commerce, et surtout aux indigos d'Oude, de Manille, d'Égypte, de Guatimala et de Caraque ; car les proportions d'indigotine varient beaucoup dans les différentes sortes d'indigo de ces localités.

» L'analyse, pour déterminer la composition chimique des feuilles fraîches de polygonum tinctorium, a donné en dernier résultat :

Eau	66.66
Ligneux	7.40
Indigo (y compris le gluten, le brun et le rouge d'indigo)	1.00
Matière colorante jaune rougeâtre soluble dans l'eau. Matière colorante rouge soluble dans l'alcool et l'éther.	5.40
Chlorophylle	6.10
Cire	2.32
Albumine	1.20
Gomme	0.90
Tannin	0.40
Nitrate de potasse	0.64
Acétate de potasse	2.94
Chlorure de potassium	0.60
Chlorure de calcium	0.71
Sulfate de potasse	0.81
Sulfate de magnésie	0.42
Silice	1.54
Principe aromatique, ou huile essentielle âcre Acide acétique libre Malate de potasse Chlorure de magnésium Carbonate de chaux	0.96
	100.00

» D'après nos expériences et nos observations microscopiques, il ne nous paraît pas douteux que l'indigotine existe à l'état d'indigotine incolore et insoluble dans les feuilles fraîches du polygonum tinctorium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédé pour teindre en bleu-clair avec le cyano-ferrure de potassium.

Par M.-A. Stephan, de Berlin.

Dans l'impression des étoffes de coton en couleurs fixées à la vapeur, c'est un usage ancien de ne pas produire les nuances du bleu les plus claires et les plus brillantes par un bleu de Prusse précipité, mais de les faire naître au sein de la vapeur d'eau bouillante au moyen d'un acide et du cyano-ferrure de potassium; le cyano-ferrure d'oxidule, après le vaporisage, s'oxide soit à l'air, soit au moyen de réactifs, et se combine en proportion convenable avec le reste du cyano-ferrure d'oxidule pour former du bleu de Prusse.

La méthode pour teindre la laine a beaucoup d'analogie avec celle dont il vient d'être question, mais comme on ignorait s'il était possible de produire ainsi des nuances claires brillantes, j'ai tenté quelques essais qui, malgré qu'ils aient été faits sur une petite échelle, m'ont donné la preuve qu'ils devront réussir en grand lorsqu'on ne se laissera pas rebuter par quelques difficultés nouvelles faciles à surmonter.

On met dans le bain destiné à la teinture et porté à l'ébullition, le cyano-ferrure de potassium dissous, puis on approche l'étoffe bien dégraissée préalablement, soufrée avec autant de soin que possible et bien propre, et on ajoute une dissolution d'acide tartrique, égale à la moitié de la quantité de cyano-ferrure qu'on a employée. On plonge aussi rapidement que possible l'étoffe à teindre, et on fait agir continuellement le tour en faisant plonger dans le bain en ébullition pendant environ une demi-heure.

Ce mouvement qu'on imprime à l'étoffe est de la plus haute importance pour prévenir les taches, car toutes les portions qui touchent directement les parois métalliques échauffées de la chaudière, ou celles qui ne plongent pas dans le bain, éprouvent, faute d'eau, une sorte de vaporisage; et dans ce cas, le bleu s'y développe avec tant de force, que les autres parties ne peuvent jamais atteindre cette nuance. Un délai quelconque dans l'immersion de l'étoffe dans le bain aiguisé, est également désavantageux, puisqu'il y a toujours dégagement d'acide hydrocyanique, et d'acide carbonique, dont l'odeur vive et pénétrante est facile à reconnaître. Pour prévenir les taches en chaudière, il faudrait garnir celle-ci à l'intérieur d'une corbeille, ou bien se servir d'un tonneau ou d'un vase en bois chauffé à la vapeur, sans cela les chaudières en cuivre sont attaquées par l'acide tartrique du bain, et il se forme du cyano-ferrure de cuivre.

Après que l'étoffe a bouilli pendant un temps suffisant, on la retire du bain et on la lave à l'eau courante. Dans cet état elle a une couleur bleu-verdâtre, qui résulte du cyano-ferrure de protoxide de fer et de la teinte fauve de la laine, et elle doit maintenant, comme le bleu de cuve d'indigo, bleuir, c'est-à-dire, s'oxider. Il faut, de même qu'avec le bleu d'indigo, veiller à ce que le travail soit conduit d'une manière aussi égale que possible pour ne pas produire une oxidation partielle, précaution sans laquelle le bleu d'indigo est également manqué. L'oxidation, au reste, ne se manifeste pas d'elle-même à l'air, mais bien dans un bain acidulé avec l'un des acides sulfurique, hydrochlorique ou nitrique, en observant que ce dernier soit exempt d'acide nitreux qui jaunit la laine, ou bien, ce qui est mieux, avec un mélange d'acide hydrochlorique et nitrique. Une addition d'hydrochlorate d'étain, au *maximum* d'oxidation, donne un ton peu agréable, qui s'améliore néanmoins, lorsque, l'étoffe étant terminée, on l'expose à la vapeur d'ammoniaque en petite quantité.

Ce bleu, suivant mes expériences, résiste assez bien à la lumière solaire. Toutefois, on sait que le bleu de Prusse a le défaut de se réduire au contact des rayons solaires, et de devenir plus foncé, et notre bleu n'est pas complétement exempt de cet inconvénient. Il ne résiste pas, non plus que le bleu en pâte, à l'action des alcalis.

Le passage d'une nouvelle étoffe dans la chaudière qui a déjà servi, ne m'a pas donné de bons résultats, parce qu'il est probable que par l'ébullition il se forme une trop grande quantité de bleu réduit, et que l'acide hydrocyanique surabondant s'est dégagé.

Il m'a été impossible d'établir le rapport économique entre la quantité de couleur dépensée et celle de la laine teinte dans mes expériences en petit, mais ce rapport sera facile à établir dans la pratique, et il m'a suffit de démontrer la possibilité du fait que j'avais annoncé.

Ce sujet est loin d'être épuisé, toutefois je crois avoir indiqué une marche sûre qui ne trompera personne lorsqu'on se sera convaincu par ses propres yeux des résultats qu'on obtient, et qu'on ne se laissera pas décourager par quelques difficultés matérielles dont aucune application industrielle n'est exempte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je ne conseille pas de teindre les filés par cette méthode, parce que les manipulations nombreuses qu'ils nécessiteraient auraient, par le dégagement abondant des vapeurs, une influence dangereuse sur les organes respiratoires des ouvriers.

Description des moyens employés pour extraire le sucre brut de la betterave, et le convertir en sucre raffiné sans le sortir de la forme.

Par M. Boucher, fabricant de sucre à Pantin.

Le premier moyen employé est la conservation des racines; après la récolte on les place en un magasin couvert, en ménageant des courants d'air qui enlèvent la chaleur produite par les masses. Ces tas ont deux mètres de hauteur sur une largeur et une hauteur indéterminées.

Les betteraves sont amenées au lavoir où une femme les jette. Elles sortent à l'autre bout de la machine exemptes de terre et bien nettoyées, et tombent sur une claie près de la râpe. Un enfant les place au fur et à mesure dans des cases où, par un mouvement régulier de la machine, elles sont approchées du cylindre denté, qui sert à les réduire en pulpe; mais cette division n'étant pas suffisante pour en extraire le suc visqueux, on a recours à l'eau comme dissolvant. On dirige donc un filet d'eau sur le tambour de la râpe. Les betteraves, en se déchirant, reçoivent au même moment cette eau qui les pénètre, s'unit au suc, le rend plus fluide et lui permet de couler plus facilement. Sans cette addition il refuserait en partie de couler, rendrait la râpe grasse, et on obtiendrait moins de produit.

La pulpe, à mesure qu'elle est râpée, tombe dans un récipient et toujours la dernière en dessus. Souvent celle du dessous y restait longtemps et s'altérait; M. Boucher a remédié à cet inconvénient en établissant sous la râpe une vis d'Archimède, qui entraîne la pulpe à mesure qu'elle se forme sans en laisser d'ancienne, et y incorpore l'eau par une sorte de macération.

La pression se fait par la presse à cylindre de M. Pecqueur, et sans interruption, toujours la première râpée est la première pressée sans le secours d'aucun ouvrier; tout le système est mécanique et continu; il suffit d'un enfant à la râpe et d'un ouvrier pour enlever la pulpe. L'économie pour la même quantité est au moins de douze ouvriers.

Les cylindres de la presse sont creux et reçoivent le suc qui coule par des tuyaux en cuivre dans un récipient de métal; aussitôt que celui-ci est plein, on se sert de la vapeur perdue qui a fait fonctionner la machine à feu pour agir par pression dans le cylindre; le suc monte très-facilement à 8 ou 10 mètres de hauteur dans un réservoir, d'où il tombe dans la chaudière à défequer.

Aussitôt qu'une des chaudières est au point indiqué par la régie (5 hectolit.), le suc coule dans l'autre chaudière; pendant ce temps on introduit la vapeur, le suc se chauffe, et on prépare les agents nécessaires à sa défécation. Si l'on n'employait que la chaux, son volume serait trop considérable, elle détruirait une partie du sucre, lui ferait contracter une mauvaise odeur qui ne se dissiperait qu'au raffinage par la fonte de ce sucre. Pour y remédier, M. Boucher se sert d'une dissolution d'alun pour diviser les parties extractives et mucilagineuses; cet alun s'empare des parties colorantes, les précipite ou les agglomère; la dissolution est donc mise dans la chaudière aussitôt que le suc est arrivé à 25 ou 30° Réaumur; on brasse fortement; ensuite on délaye environ 1 kilog. et demi de chaux (suivant la quantité des betteraves) avec assez d'eau pour en former un lait; la température du suc dans la chaudière étant élevée de 70 à 72°, on verse ce lait de chaux, on brasse fortement pour faire agir cet agent sur la masse, on laisse un instant en repos, et le suc ne tarde pas à arriver à l'ébullition; au deuxième bouillon, on arrête la vapeur, on laisse reposer cinq minutes et on retire une forte écume qui couvre le dessus, on ouvre le robinet de décharge, le suc coule clair sur un filtre à gros noir revivifié, et se rend dans une citerne pour être soumis à l'évaporation (1).

Si le suc défequé est très-clair, c'est un signe qu'il est dépouillé des impuretés qui l'accompagnaient. Cependant, quoiqu'on ne distingue rien de nébuleux, il existe encore des sels adhérents au suc qui ne s'en séparent que lorsqu'il a acquis une certaine densité (de 12 à 15° Beaumé), et pour cela, on le soumet à l'action de la chaleur dans des chaudières à tubes et à vapeur d'un effet continu; on règle le robinet du tuyau qui conduit le suc défequé dans la chaudière, divisée en deux compartiments par une cloison en cuivre pour forcer le suc à

(1) Le jus étant à 35° R., on y verse une dissolution d'alun contenant 1 1/2 gram. d'alun par litre de jus; on défèque à 80°; on emploie 750 gram. de chaux pour 100 hectolitres de jus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourner autour. Arrivé à l'extrémité opposée, il sort par le robinet, suit un couloir qui le dirige dans une autre chaudière disposée comme la précédente, et sort par l'autre extrémité pour se rendre sur un filtre ; alors il est considéré comme sirop. Par le passage de la première chaudière, la densité du suc s'est élevée à 8 ou 9°, dans la seconde, jusqu'à 14 et 15° ; mais il s'est troublé, et par le repos il dépose une matière saline dont on le sépare en le faisant passer sur un filtre à gros noir, qui a déjà servi pour passer la clairce.

Aussitôt cette opération terminée, il est reporté à une autre chaudière qui le concentre à 25 ou 30° ; on ouvre le robinet de décharge pour lui faire traverser une couche de gros noir neuf, et ensuite on le porte à la chaudière à cuire.

Si on s'aperçoit que cette clairce n'a pas les qualités requises parce que les betteraves auraient subi une altération, on soumet cette clairce, arrivée à 30°, à la clarification en employant 1 litre de sang et 2 kilog. de noir en poudre pour chaque hectolitre ; après avoir fait monter le sirop, et le sang étant bien coagulé, on filtre à travers une poche en tissu de coton ; il devient très-clair et est dirigé alors dans la chaudière à cuire.

On cuit moins fort pour de petites formes que pour des grandes ; le sucre étant cuit, tombe au rafraîchissoir ; on remue la première cuite et on laisse en repos jusqu'à la quatrième, ou on remue de nouveau et on emplit dans des formes appelées *quatre cassons ;* le sucre ne tarde pas à cristalliser, on le remue avec un couteau de bois, et huit heures après il est détapé et placé sur les pots pour en laisser écouler le sirop. Vingt-quatre heures après, on verse sur la pâte du pain un litre de belle solution sucrée, en entretenant la chaleur du grenier à 20° Réaumur ; le lendemain on répète la même opération, et le jour suivant on unit et tape les fonds avec une truelle, et on verse sur chaque pain un litre de terre argileuse, délayée avec de l'eau et en bouillie ; on laisse cette terre pendant quatre jours, ensuite on la retire, on nettoye le sucre et on le laisse égoutter et prendre consistance pendant trois jours, ensuite il est retiré des formes et mis à l'étuve.

Le sirop qui a coulé à travers l'argile et l'égout rentre en chargement du sucre en pain ; mais le sirop vert, ou premier qui a coulé, est cuit pour mettre en formes plus grandes, dites *batardes*.

Ces sirops ou mélasses qui coulent de ces dernières, sont cuits plus fort et emplis dans de plus grandes formes ; ce troisième produit, moins riche que les précédents, se nomme *vergeoise*.

Mémoire sur la conservation des bois.

Par M. Bouchérie, doct. en médecine.

(Extrait.)

Les recherches qui ont pour objet la conservation des bois peuvent se diviser en deux catégories générales bien distinctes.

Dans la première, on a principalement étudié les meilleures conditions de saison pour l'abattage des bois dans l'intérêt de leur conservation ; les moyens les plus efficaces de dessiccation rapide et ceux qui peuvent les empêcher de s'altérer pendant qu'elle a lieu. On s'est aussi livré à des recherches pour conserver le bois mis en œuvre, et la ventilation convenablement dirigée est l'un des moyens dont on a obtenu les meilleurs résultats.

Dans la seconde catégorie se rangent les efforts qui ont été faits pour arriver à la découverte d'agents divers dont l'application à la surface du bois ou l'introduction plus ou moins profonde dans la substance devait le garantir des altérations de toute espèce auxquelles il est soumis.

Je ne m'occuperai ici que des tentatives suivies par la pénétration d'agents chimiques spéciaux, dont le pouvoir protecteur a été considéré comme infaillible.

Les procédés employés pour enduire ou pénétrer les bois ont été peu nombreux ; les agents proposés comme protecteurs contre les caries l'ont été beaucoup au contraire.

Les divers enduits gras ou résineux sont les moyens de conservation le plus anciennement mis en usage. On en recouvre la surface des bois pour empêcher le contact de l'air ; mais cet enduit se détache peu à peu et ne détruit pas les causes de fermentation intérieure, quelles que soient les substances qui ont été employées.

Ce n'est que depuis un demi-siècle que des agents chimiques ont été proposés pour la conservation des bois, et le nombre de ceux auxquels on a attribué le pouvoir de prévenir toutes les caries est considérable. En voici l'énumération : Sulfates de cuivre, de fer, de zinc, de chaux, de magnésie, de baryte, d'alumine et de potasse, de soude ; carbonate de soude, de potasse, de baryte ; acide sulfurique ; muriate de soude ; chaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vive ; nitrate de potasse ; acide arsénieux; deuto-chlorure de mercure ; huile et créosote.

Le plus grand nombre de ces substances est, par leur nature même, incapable de conserver les bois, les unes par leur insolubilité, les autres par la décomposition que leur fait éprouver le bois.

Quant à l'acide arsénieux, la propriété d'être volatil qu'il présente ne permet pas d'en faire usage, alors même qu'on aurait acquis la certitude qu'il empêche les caries, ce qui n'est pas constaté.

Le sublimé, dont on a exalté avec raison les qualités préservatrices, ne peut être employé avantageusement à la conservation des bois, attendu que la question d'économie s'oppose impérieusement à l'usage de cette substance.

Nous ferons d'ailleurs remarquer que les méthodes suivies pour introduire dans le bois ces diverses substances, ne donnent jamais qu'une pénétration imparfaite, car même pour saturer d'eau de fortes pièces de bois, il faut des années.

Deux nouveaux procédés de conservation ont été proposés, l'un par M. Bréan, l'autre par M. Moll.

L'invention de M. Bréan consiste essentiellement dans une machine très-ingénieuse qui, agissant par pression, fait pénétrer les liquides dans tous les points d'une masse de bois d'un fort diamètre et d'une grande longueur. L'expérience a constaté les bons résultats de cet appareil et son efficacité, mais la question d'application industrielle semble être demeurée entière sous son aspect principal, celui de l'économie.

Le procédé de M. Moll consiste à introduire dans le bois de la créosote à l'état de vapeur ; nous ne possédons aucun renseignement sur le prix de la créosote, et la question d'application industrielle ne peut donc être décidée.

Tels étaient les travaux connus lorsque j'ai commencé mes recherches, qui m'ont conduit à la découverte de procédés efficaces :

1° Pour protéger le bois contre les caries sèches et humides ;

2° Pour augmenter leur dureté ;

3° Pour conserver et développer leur flexibilité et leur élasticité ;

4° Pour rendre impossible le jeu qu'ils éprouvent et les disjonctions qui en résultent lorsque, mis en œuvre, ils sont abandonnés aux variations atmosphériques ;

5° Pour réduire beaucoup leur inflammabilité et leur combustibilité ;

6° Pour leur donner des couleurs et des odeurs variées et persistantes.

Nous allons exposer les principes et les méthodes que j'ai mis en usage pour atteindre ces divers buts :

1° *Protéger les bois contre les caries sèches et humides.*

Je me suis d'abord appliqué à constater par des expériences cette proposition simple mais importante, que toutes les altérations des bois proviennent des matières solubles qu'ils renferment. Ce sont elles qui, au contact d'une certaine quantité d'eau, dont l'action est aidée par une température convenable, peuvent se décomposer et altérer la fibre ligneuse et sa constitution intime, en détruire la résistance et la transformer, en dernière analyse, en une substance qui, sous beaucoup de rapports, présente les caractères de l'acide ulmique. Ce sont aussi ces matières solubles qui seules ayant des propriétés alimentaires, peuvent aider au développement de ces animaux si nombreux et si variés, qui dévorent les bois les plus compactes.

Les faits sur lesquels j'appuie cette proposition ont été observés plus particulièrement sur le chêne, et les expériences m'ont permis de constater que, puisque les matières solubles du bois sont la cause des altérations qu'il éprouve, il faut pour le conserver, ou enlever ces matières solubles par un moyen quelconque, ou les rendre insolubles en y introduisant des substances qui, par ce seul fait, les rendent infermentescibles et inalimentaires.

L'enlèvement des matières solubles ne peut s'effectuer que par une espèce de lavage ; or, les expériences auxquelles je me suis livré m'ont démontré que la pénétration des bois plongés dans l'eau est extraordinairement longue, et que les bois immergés ne se déchargent que très-lentement d'une portion des matières solubles qu'ils renferment.

J'ai donc cherché les moyens de transformer ces matières en corps insolubles, dans le tissu même du bois, et les sels à base métallique insolubles qui présenteraient le plus d'avantage sous le double rapport de leur action préservatrice et de leur faible valeur. Le pyrolignite brut de fer m'a paru réunir toutes les conditions désirables : 1° il est à bon marché ; 2° son oxide forme des combinaisons avec presque toutes les matières organiques ; 3° son acide n'a aucune propriété corrosive, et il est volatil ; 4° il contient enfin la plus grande proportion de créosote qu'une liqueur aqueuse puisse dissoudre, et l'on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute plus aujourd'hui que cette substance ne protége très-énergiquement toutes les matières organiques contre les altérations qu'elles peuvent éprouver.

Après avoir constaté par des expériences directes l'efficacité du pyrolignite de fer et la décomposition du sel par des matières organiques, j'ai voulu me rendre compte de la quantité de pyrolignite absolument nécessaire pour rendre insolubles tous les éléments altérables du bois, et j'ai reconnu qu'un 30e du poids du bois vert était plus que suffisant pour produire cet effet.

Les chlorures alcalins, tels que les chlorures de calcium et de sodium, ont présenté des résultats aussi satisfaisants que le pyrolignite de fer, dans le cas où le bois n'est pas incessamment mouillé. Le sulfate de soude est aussi d'un bon emploi, quoiqu'il agisse en sens inverse des sels ci-dessus, et j'ai reconnu surtout qu'il desséchait le bois avec une grande promptitude.

Relativement au procédé de pénétration, j'ai essayé la macération, les machines, puis l'air dilaté par la chaleur pour raréfier l'air renfermé dans l'intérieur du bois, en le plongeant aussitôt dans les solutions que je voulais y introduire, mais je n'ai eu aucun succès.

Je me suis donc déterminé à agir sur les bois à l'état vert en me servant de la force qui détermine la circulation pendant la vie de l'arbre pour introduire dans sa masse les matières propres à le conserver, et à lui donner des qualités nouvelles.

Si on coupe un arbre d'une grande hauteur et qu'on en plonge le pied, en saison convenable, dans une solution saline, faible ou concentrée, une forte aspiration s'exerce de la part de l'arbre sur le liquide qui pénètre ainsi dans son tissu et parvient bientôt au point le plus élevé de sa tige, et même jusque dans ses feuilles terminales. Ainsi en 6 jours, au mois de septembre, un peuplier de 28 mèt. de hauteur, 40 centim. de diamètre, et dont le pied plongeait seulement de 20 centim. dans le pyrolignite de fer à 8°, s'est pénétré tout entier de ce liquide, et en a absorbé l'énorme quantité de 3 hectolitres.

Ces expériences ont été variées de mille manières; j'ai agi sur toutes les variétés d'arbres aux diverses époques de l'année et avec un nombre considérable de liqueurs de natures différentes.

Le procédé qui m'a donné un succès remarquable consiste à creuser dans l'arbre sur pied une cavité dans son tronc, qu'on met, par des moyens convenables, en communication avec un réservoir plein de liqueur. En variant la nature des liquides et multipliant les cavités de reception pour chacun d'eux, j'ai pu imprégner le même tronc de substances différentes et produire les accidents les plus variés. Dans ce mode de pénétration, les liqueurs s'introduisent supérieurement et inférieurement dans tous les tubes séveux qu'a ouverts l'instrument, avec cette différence cependant que la colonne pénétrée conserve son épaisseur jusqu'à une hauteur considérable, tandis qu'elle diminue rapidement en s'avançant vers les racines.

J'ai cherché à simplifier cette méthode de préparation, et voici ce que j'ai adopté :

Après avoir dépouillé l'arbre d'une partie de ses branches, je le transperce dans sa plus grande épaisseur au moyen d'un instrument qui y creuse un canal de 2 centimèt. de diamètre; j'introduis dans ce canal une scie à large voie, qui me sert à étendre linéairement l'ouverture à droite et à gauche jusqu'à 18 millimètres à peu près de la surface, j'ouvre ainsi la majeure partie des tubes séveux de la tige, et cependant j'en laisse suffisamment sur deux points opposés pour soutenir l'arbre dans sa position verticale. Ce travail terminé, je recouvre toutes les parties ouvertes avec une toile goudronnée que je fixe solidement, et j'adapte à l'une des ouvertures circulaires, que j'ai eu soin de ne pas obstruer, un tube qui communique avec un réservoir où est déposée la liqueur conservatrice qu'il s'agit de faire absorber.

La force aspiratrice n'est pas la même aux différentes époques de l'année; elle varie pour chacune d'elles selon les espèces d'arbres dans lesquelles on l'observe. Généralement l'hiver est un temps de repos pour la circulation végétale, mais dans aucun cas ce repos n'est complet pour aucune espèce. De toutes les saisons, le printemps m'a paru la moins favorable pour une pénétration complète, et l'automne celle qui donne les meilleurs résultats. Ce fait, contraire aux observations des physiologistes, tient, je crois, probablement à ce qu'il n'a été fait aucune distinction entre les mouvements de la sève à la superficie et ses mouvements à l'intérieur de l'arbre.

Une exception remarquable à cette loi est celle offerte par les arbres résineux qui conservent leur feuillage jusqu'au printemps; le mouvement circulatoire se prolonge en eux pendant tout l'hiver, mais aussi sa réapparition est plus tardive et ne se montre pas encore en juin.

La pénétration est d'autant plus ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive et énergique que l'arbre est plus vigoureux, que les branches sont plus nombreuses et que son feuillage est plus abondant et plus développé.

Je me suis assuré par des expériences qu'on pouvait pénétrer la plus grande partie de la tige utile dans les arts industriels, malgré l'enlèvement du plus grand nombre des branches. Le bouquet terminal seul doit être toujours conservé.

Quel temps peut-on laisser écouler entre l'abattage et la mise en préparation des arbres, tout en conservant de bonnes conditions pour les pénétrer? Ce temps varie selon les époques de l'année et les espèces d'arbre. Fin septembre, un pin de 40 centim. de diamètre, plongé quarante-huit heures après l'abattage, se pénétra parfaitement. En juin il en fut de même pour un platane qui était mis à bas depuis trente-six heures; et il est probable qu'en retardant davantage il est encore possible d'imprégner sinon la totalité de l'arbre, ce qui n'est jamais utile, au moins toute la longueur de sa tige propre aux constructions.

Dans tous les cas, plus on se rapproche du moment de l'abattage et plus aussi l'aspiration est énergique; elle décroît rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la première journée, et elle est à peine sensible en général au dixième jour. Ces dix jours suffisent pour une imprégnation complète lorsqu'on opère dans de bonnes conditions. Dans quelques circonstances j'ai pu observer que la liqueur s'était élevée, en sept jours, à 25 et 30 mètres. L'expérience a été faite sur le peuplier.

Les quantités de liqueurs diverses qui peuvent être introduites par ce procédé sont très-considérables, mais l'absorption des liqueurs neutres est bien plus abondante que celle des dissolutions à réaction acide ou alcaline.

Un platane de 30 centim. de diamètre absorbe, en sept jours, 2 hect. 50 de chlorure de calcium à 25°, et un platane du même diamètre, 2 hectol. de pyrolignite de fer à 6° dans les circonstances favorables.

Le 5 août, une branche de platane plongée par l'extrémité dans du chlorure de calcium à 5°, pesait 2620 gram. A la fin de l'expérience, le 15, elle a aspiré 2000 gram. de chlorure, et son poids s'était réduit à 2466 grammes. D'autres branches ont donné des résultats analogues.

Pour les mêmes essences d'arbres, et dans des conditions identiques, les mêmes matières se sont constamment introduites en même proportion, c'est-à-dire en grande quantité pour les unes, ou n'ont pénétré qu'en moindre proportion pour les autres. Tous les sels neutres sont dans le premier cas, et tous les sels acides dans le second.

La pénétration n'est jamais complète. Dans les bois blancs on trouve un tube central de diamètre variable, qui résiste à l'imprégnation. Dans les bois durs ce sont aussi les parties les plus centrales du cœur qui se conservent dans leur état naturel.

Dans les bois blancs cette partie centrale est reconnue par ceux qui mettent le bois en œuvre comme la moins résistante et la plus corruptible; elle ne s'imprègne pas parce qu'il n'y a plus de circulation, c'est du bois mort, déposé au milieu de parties parfaites vivantes.

Cette irrégularité de pénétration occasionne quelquefois des accidents très-remarquables, qui donnent à des pièces de bois l'aspect du marbre.

Cette portion centrale, ce cœur des bois blancs varie selon l'âge sous le rapport du volume de bois qu'il représente. Dans les arbres d'un grand âge il est proportionnellement plus considérable que dans ceux plus jeunes.

Quant à la non-pénétration des parties les plus centrales du cœur du chêne, de l'ormeau, etc., je la considère également comme une preuve que le mouvement circulatoire y a cessé depuis longtemps. C'est encore une matière morte déposée au milieu du bois plein de vie.

Dans la distinction ordinaire qu'on fait entre l'aubier et le cœur du chêne, on a égard à la différence de couleurs que présente la coupe perpendiculaire à l'axe; tout ce qui est blanc ou à peu près c'est de l'aubier, tout ce qui est plus foncé, c'est du cœur; mais dans le procédé de pénétration, on considère comme aubier tout ce qui s'imprègne, et comme cœur tout ce qui résiste. L'aubier alors contient les 3/4 de la masse du bois.

Tous les bois durs ne se ressemblent pas sous le rapport du volume du cœur inpénétrable comparé aux parties qu'il est possible d'imprégner. Ainsi tandis que dans des chênes l'expérience m'a démontré qu'on pouvait parvenir à pénétrer les 3/4 de la masse, j'ai vu d'autres chênes qui avaient végété sur le même terrain ne s'imprégner qu'au 10e. L'époque de l'abattage n'était pas il est vrai la même, et il ne m'a pas encore été permis de reconnaître si la saison était l'unique cause de cette différence.

Je crois que la recommandation de couper le bois en hiver, parce que, dit-on, les arbres à cette époque contiennent moins de sucs que ceux abattus dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres saisons, est essentiellement pernicieuse, et quelques expériences, que je ne rapporterai pas ici, me semblent démontrer ce principe avec évidence.

2° *Augmenter la dureté des bois.*

Le pyrolignite de fer non-seulement assure la conservation du bois, mais sa présence ajoute à la densité et paraît exercer sur la fibre ligneuse une action particulière. Cette fibre durcit au point que le bois, une fois préparé, présente aux instruments tranchants ou à tout autre effort mécanique une résistance extraordinaire et qui est au moins double de sa résistance naturelle.

3° *Conserver et développer la flexibilité et l'élasticité des bois.*

Ces qualités sont recherchées surtout dans la marine. Les bois qui les présentent et qui les conservent le plus longtemps lui offrent des garanties de durée et de service. Diverses industries qui emploient le bois n'en retirent pas moins d'avantage de ces propriétés et savent très-bien les mettre à profit.

J'ai recherché les moyens de développer ces qualités à tous les degrés dans le bois, de telle sorte que même en dehors des conditions d'humidité extérieure, qui les maintiennent, elles puissent persister et ne subir aucune des influences qui les font sitôt disparaître.

Des études sur les causes qui déterminent ces conditions précieuses m'ont conduit à reconnaître :

1° Que la flexibilité et l'élasticité des bois est généralement en raison de l'humidité qu'ils retiennent; que ces qualités ne persistent qu'avec cette humidité, dont alors la présence peut toujours être constatée, même dans les bois les plus secs et après un long usage.

2° Que dans des exceptions nombreuses, elles paraissent dépendre de la constitution organique du bois.

3° Qu'enfin dans certaines circonstances on peut probablement les attribuer à la composition même du bois envisagé sous le rapport des sels alcalins qu'il renferme.

Pour faire persister cette humidité qui donne aux bois leur flexibilité, il m'a suffi d'introduire par voie d'absorption vitale un sel déliquescent qui n'agit pas seulement comme élement conservateur de l'humidité, mais qui paraît aussi produire l'effet des corps huileux pour développer dans le bois une souplesse qu'il est loin de présenter au même degré immédiatement après l'abattage.

Dans mes premiers essais j'ai fait usage du chlorure de calcium, mais en réfléchissant qu'une grande consommation en augmenterait peut-être la valeur, j'ai été assez heureux pour penser que les eaux-mères des marais salants, produit perdu qu'on pourrait désormais recueillir, pouvait servir à cette application et dans un autre but que j'indiquerai. Ces eaux-mères sont essentiellement composées de chlorures déliquescents, et leur production est pour ainsi dire illimitée ; elles m'ont donné les mêmes résultats que le chlorure de calcium.

Au surplus quel que soit le sel déliquescent qu'on choisisse, il donne toujours la flexibilité et l'élasticité à tous les degrés possibles. Elles sont peu marquées avec des dissolutions très-étendues, et des dissolutions concentrées rendent ces propriétés excessives. En un mot elles se développent en raison du degré aréométrique des liqueurs qu'on emploie.

Tout me porte à penser que ces dissolutions salines pourront aussi assurer la conservation du bois, mais pour agir avec plus de certitude, j'y mélange 1/5e de pyrolignite brut de fer.

Il était à craindre que la peinture ou le vernis ne pussent être appliqués d'une manière solide sur des bois ainsi préparés ; je me suis assuré qu'ils adhéraient avec autant de force que sur du bois ordinaire.

Les circonstances ne m'ont pas permis d'étudier complétement les bois préparés de la sorte dans leur résistance comparative, et sur de grosses pièces ; mais des ordres donnés par les ministres de la marine et des travaux publics vont me fournir les moyens d'entrer à cet égard dans une série d'expériences sur une grande échelle. Quoi qu'il en soit, je suis déjà en mesure d'assurer que sous des masses de 4 décimètres d'équarrissage, ces bois ne se dessèchent jamais d'une manière complète par l'action du soleil le plus brûlant, même après des mois entiers d'exposition ; le peu d'humidité qu'ils perdent le jour, la nuit le leur rend, et il en résulte que leur dessiccation ne dépasse jamais certaines limites.

Je n'énumérerai pas les secours que les industries diverses pourront retirer de cette découverte, ne voulant aujourd'hui insister que sur le fait capital de la pénétration intravasculaire et sur les résultats généraux qui en découlent.

4° *Du jeu des bois et des moyens d'y remédier.*

Le bois mis en œuvre, quelque sec qu'il soit, augmente et diminue incessamment de volume, suivant les influences atmosphériques ; il en résulte des disjonctions qui font le désespoir des construc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs, et qui deviennent excessives lorsque le bois employé n'est pas dans un état de dessiccation suffisante.

Cette dessiccation, qui se fait longtemps attendre pour les bois de moyenne dimension, est très-tardive pour les fortes pièces.

Ces inconvénients ont depuis longtemps attiré toute l'attention des industriels qui exploitent le bois, et des ingénieurs.

On a cherché et on a obtenu une dessiccation plus rapide en opérant l'équarrissage au moment même de l'exploitation en forêt, mais la perte de temps est encore considérable malgré le recours à des empilages mieux combinés sous des hangars et sur un sol choisi.

On a essayé aussi sans plus de succès l'immersion préalable des bois dans l'eau douce ou l'eau salée.

Quant à la dessiccation au moyen des fours ou étuves, sans parler des frais onéreux qu'elle entraîne, il est reconnu que les bois ainsi préparés reprennent à l'air une partie de l'eau qu'on leur avait enlevée, et ne tardent pas à se tourmenter comme les autres.

Enfin on s'est servi de la vapeur, mais je n'ai pas de renseignements sur les effets qu'elle a produits.

La question était donc demeurée sans solution, et j'ai reconnu, en l'étudiant, que les changements successifs de volume que le bois éprouve provenaient uniquement de son hygrométricité qui, elle-même, est intimement liée à la porosité et à la présence dans son tissu des matières avides d'eau.

Le meilleur remède contre un tel mal consiste évidemment à obturer tous les pores, et à empêcher ainsi l'air de venir déposer dans le bois, ou de lui enlever continuellement ces minimes proportions d'eau, unique cause des contractions et des dilatations qu'il éprouve.

C'est en réfléchissant aux moyens d'obtenir ce résultat que j'ai été conduit à remarquer que les disjonctions ne commencent à se manifester dans le bois qu'à une époque avancée de sa dessiccation et lorsqu'il est sur le point de perdre le dernier tiers d'eau qu'il renferme ; les lui conserver toujours me parut de suite un moyen infaillible de prévenir ce travail jusqu'alors inévitable. Je me suis arrêté à cette pensée, et j'ai fait des expériences pour en reconnaître la valeur.

Tous les faits sont venus confirmer mes prévisions. Les bois, maintenus invariablement humides dans certaines limites au moyen de la pénétration d'un chlorure déliquescent, restent immobiles dans leur volume à quelque variation atmosphérique qu'ils soient exposés. Ils changent bien encore de poids et même dans une proportion beaucoup plus considérable que les bois naturels, mais ces changements s'exécutent de telle sorte qu'il n'en résulte pas de modification de forme.

L'emploi des chlorures, si avantageux pour prévenir le travail du bois, a aussi pour effet de réduire de beaucoup le temps de sa dessiccation. On économise tout celui qui est nécessaire pour la vaporisation du dernier tiers de l'eau qu'il contient.

En introduisant en mélange avec les chlorures terreux 1/5e de pyrolignite de fer, on assurera également leur conservation indéfinie.

5° *Diminuer l'inflammabilité et la combustibilité des bois de construction.*

Quand j'ai eu reconnu qu'il est possible de conserver toujours au bois une certaine humidité en l'imprégnant de chlorure terreux, il m'a été facile de concevoir, qu'au moyen de la même substance, on peut, non-seulement beaucoup diminuer son inflammabilité, mais encore rendre très-difficile la combustion de son charbon soustrait au contact de l'air par la fusion des sels terreux à sa surface et dans sa masse.

Ces prévisions ont été confirmées par l'expérience.

6° *Introduction dans le bois des matières colorantes, odorantes et résineuses.*

On parvient à introduire dans le bois des substances colorantes, odorantes et résineuses par le moyen de la pénétration, c'est-à-dire, en chargeant les liqueurs qui doivent être absorbées avec les substances indiquées.

On peut même faire absorber séparément les éléments d'un sel ou d'une combinaison colorée, et la réaction qui développe la couleur s'opère à l'intérieur du végétal ; ainsi, l'hydrocyanate ferruré de potasse, absorbé avec un sel de fer, produit, dans les vaisseaux séveux, du bleu de Prusse qui les colore assez uniformément.

Les substances odorantes ou résineuses qu'on veut faire pénétrer ont besoin d'être dissoutes dans l'alcool pour que leur absorption puisse s'opérer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Nouveau métier à tisser les rubans.

M. Ch. de Gannahl vient d'importer, d'Allemagne en France, un nouveau métier à tisser les rubans, qui fonctionne au moyen d'une force mécanique quelconque, et qui présente les avantages suivants :

1° Le métier est mis en mouvement au moyen de l'eau ou de tout autre moteur mécanique, et il admet conséquemment une plus grande vitesse que dans le travail des autres métiers;

2° Chaque pièce de ruban présente une pièce indépendante des autres; 30 à 40 de ces pièces ou chaînes peuvent être réunies dans un même métier, suivant la largeur du ruban qui doit être confectionné, et plusieurs de ces métiers, placés vis-à-vis l'un de l'autre, peuvent être soignés par un seul ouvrier aidé d'un garçon ou d'une fille;

3° Il résulte de cette indépendance d'une pièce ou chaîne, la faculté de produire sur le même métier des rubans de différentes largeur et qualité;

4° Par la même conséquence, le chômage nécessité dans le travail d'une chaîne en pièce, par suite du changement de la navette de trame, du dévidage des rubans, ou de quelques réparations, n'arrêtera nullement le travail des autres chaînes ou pièces, lesquelles continueront à battre;

5° Cette machine possède l'avantage immense qu'au moyen d'un mécanisme qui lui est propre, une pièce s'arrête sans participation de l'ouvrier dans les cas suivants : A, quand la navette de trame est à sa fin; B, quand le ruban se trouve rétréci, de manière à ce que les lisières perdent leur état suivi et régulier; C, quand plusieurs fils de lisières viennent à casser et demandent à être remis;

6° Le système de ces métiers admet la fabrication des différentes sortes de rubans, tels que taffetas, croisés, serges et satins en soie et en coton, unis, à dents ou façonnés;

7° Les dispositions de ce métier sont combinées de manière à présenter toutes les facilités possibles pour les différentes opérations et manipulations exigées par le travail.

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, ingénieur civil.

(Suite.)

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE III.

Organisation de l'atelier de construction.

L'organisation de l'atelier de construction comprend :

1° La détermination des nombres proportionnels d'ouvriers employés dans chaque opération;

2° La quantité moyenne de travail effectuée par chacun d'eux dans un temps déterminé;

3° Le prix de revient moyen de la main-d'œuvre de 1 kil. de métal pour chaque opération;

4° La recherche des pièces les plus usitées dans les machines en général, leur classification et la détermination de leurs dimensions différentes;

5° La détermination du personnel et la marche à suivre dans l'exécution d'une commande, depuis son inscription jusqu'à sa livraison;

6° La disposition, le prix d'établissement et le roulement d'un atelier de construction;

7° La détermination des bénéfices et, partant, les prix de vente moyens des pièces confectionnées et montées.

§ 1er Nombres proportionnels d'ouvriers employés dans chaque opération.

Il existe deux moyens pour déterminer ces nombres : le premier basé sur la quantité moyenne de travail effectuée par chacun d'eux; le second basé sur ce qui existe généralement. C'est ce second moyen que nous emploierons, parce que nous possédons à ce sujet des renseignements plus exacts que sur le premier.

Dans un atelier de construction en pleine activité, construisant toute espèce de machines à vapeur, nous avons trouvé à différentes époques :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nombres proportionnels d'ouvriers.

	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	MANOEUVRES.	ÉLÈVES.
1° *Forge à main.* . .	10. . .	15. . .	10. . .	50	»
2° *Fonderie.*					
Modeleurs.	1. . .	4. . .	2. . .	»	»
Mouleurs.	10. . .	10. . .	11. . .	52	21
3° *Chaudronnerie* . .	1. . .	5. . .	14. . .	19	8
4° *Ajustage.*					
Tourneurs.	6. . .	4. . .	10. . .	»	23
Aléseurs.	1. . .	4. . .	6. . .	»	3
Raboteurs.	1. . .	1. . .	2. . .	»	»
Foreurs.	1. . .	1. . .	1. . .	»	»
Taraudeurs.	1. . .	2. . .	2. . .	»	»
Pareurs.	1. . .	1. . .	». . .	»	»
Ajusteurs finisseurs. . . .	20. . .	20. . .	20. . .	40	7
5° *Accessoires.*					
Menuiserie.	1. . .	1. . .	». . .	»	»
Charpenterie.	1. . .	2. . .	3. . .	»	»
Charronnerie.	1. . .	2. . .	». . .	»	»
Maçonnerie.	1. . .	2. . .	». . .	3	»
Couvreurs.	1. . .	1. . .	». . .	»	»
Plafonneurs, plâtriers, vitriers, peintres. . . .	1. . .	1. . .	». . .	»	»
Service de la cour. . . .	». . .	». . .	». . .	15	»
TOTAUX.	59	76	81	170	62

Un ouvrier de première classe se paye, en moyenne, 5 fr. par jour.

		fr.
1 de 2e classe,	par jour. .	3.50
1 de 3e classe,	*id.* . .	2.50
1 Manœuvre,	*id.* . .	1.75
1 Élève,	*id.* . .	0.50

Des tableaux ci-dessus nous déduisons :

			fr.
Pour 1 ouvrier	1re	classe =	5.00
Il y a : 1.3	*id.*	2e classe =	4.55
1.4	*id.*	3e classe =	3.50
3	manœuvres. . .	=	5.25
1.3	élève.	=	0.65
8	ouvriers. . . .	=	18.95

8 : 18.95 : : 1 : x = 2fr.40.

Un ouvrier moyen dans chaque partie correspond à une dépense de 2 fr. 40 c. par jour, et les nombres proportionnels de chacun d'eux, réduits à leur plus simple expression, deviennent :

1° Dans chaque partie séparément :

		ouvriers.	manœuvres.
1° Forges à main.		1.	1.5
2° Fonderie.	modeleurs.	1.	».»
	mouleurs. .	7.5. . . .	7.5
3° Chaudronnerie.		1.	0.7
4° Ajustage,	tourneurs. .	20	20
	aléseurs. . .	7	
	raboteurs. . .	2	
	foreurs. . .	1.5	
	taraudeurs. .	2.5	
	pareurs. . . .	1.0	
	ajusteurs. . .	30	

2° Pour toutes les parties réunies :

		ouvriers.	manœuvres.
1° Forges à main.		1	. . 1.5
2° Fonderie,	modeleurs.	1/5.	
	mouleurs. .	1.5	. . 1.5
3° Chaudronnerie.		0.80.	. 0.5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Ajustage, { tourneurs. . 1 ; aléseurs. . . 1/3 ; raboteurs. . 1/9 ; foreurs. . . . 1/12 ; taraudeurs. . 1/7 ; pareurs. . . 1/15 ; ajusteurs. . . 2 } 1.15

§ 2. *Quantité de travail effectuée par chaque ouvrier par mois.*

Nous avons les renseignements suivants :

1° Une forge composée de 55 forgerons produit par mois 16,000 kil. de pièces brutes de machines, donc 455 kil. en moyenne par forgeron ;

2° Une fonderie, composée de 30 mouleurs, produit, par mois, 140,000 kil. de pièces de machines, donc 2,800 kil. par mouleur.

Admettant que, sur les 16,000 kil. de fer, 1,000 kil. sont employés bruts, et sur les 140,000 kil. fonte, 40,000 kil. sont employés bruts, il passe à l'ajustage :

1° Par forgeron. . . 430 kil.
2° Par mouleur. . . 2000 *id.*

Comme, pour un forgeron, il y a 1.5 mouleur et 3.75 ajusteurs, il s'ensuit que :

3.75 ouvriers d'ajustage finissent par mois. . . 430k fer. 3000k fonte.
d'où 1 ajusteur seul. . . . . 115k fer. 800k fonte.

Pour déterminer le travail de chaque ouvrier dans chaque opération, nous supposerons que :

1° Les tourneurs reçoivent :
les $\frac{1}{4}$ du fer livré par la forge ;
le $\frac{1}{10}$ de la fonte livrée par la fonderie.

2° Les aléseurs chargés en même temps des gros tours : $\frac{1}{3}$ du fer livré ; $\frac{1}{4}$ de la fonte, *id.*

3° Les raboteurs : $\frac{1}{2}$ fer livré. $\frac{1}{3}$ fonte, *id.*

4° Les foreurs : $\frac{1}{10}$ fer livré. $\frac{1}{3}$ fonte, *id.*

5° Les taraudeurs : $\frac{1}{10}$ fer livré.

6° Les pareurs : $\frac{1}{4}$ fer livré. $\frac{1}{10}$ fonte, *id.*

7° Les ajusteurs finisseurs : tout le fer, toute la fonte.

Nous aurons alors pour 450 kil. fer et 3,000 kil. fonte livrés à l'ajustage.

Travail des divers outils.

	Fer.	Fonte.
1° Tour.	323k. . .	30k
2° Alésoirs et gros tours.	86 . . .	2250
3° Rabots.	215 . . .	1000
4° Forets.	43 . . .	1500
5° Tarauds et filières. .	43 . . .	»
6° Machines à parer . .	108 . . .	300
7° Ajusteurs finisseurs..	430 . . .	3000

Au moyen de ce tableau et de celui donnant les nombres proportionnels d'ouvriers employés dans chaque opération, le forgeron étant 1, nous formons le suivant :

Travail de 1 ouvrier dans chaque opération de l'ajustage par mois.

	Fer.	Fonte.
1 tourneur.	323k. .	30
1 aléseur.	257 . .	6750
1 raboteur.	1930 . .	9000
1 foreur.	515 . .	18000
1 taraudeur.	300 . .	»
1 pareur.	1620 . .	4500
1 ajusteur finisseur. . .	215 . .	1500

§ 3. *Prix de revient moyen de la main-d'œuvre de 1 kil. de métal pour chaque opération.*

La main-d'œuvre moyenne étant 2f.40 par jour, fait, pour 25 jours de travail ou 1 mois, $25 \times 2^f.40 = 60$ fr.

1° *Forge.*

1 forgeron = 455k fer par mois.
1.5 manœuvre.

2.5×60 fr. = 156 fr.

455k : 156f : : 1k : x = 0f.33. . . . . (1)

2° *Fonderie.*

0.2 modeleur.
1.5 mouleur = $1.5 \times 2800^k = 4200^k$ fte par mois.
1.5 manœuvre.

$3.2 \times 60^f = 192^f$.

4200k : 192f : : 1k : x = 0f.0456. . . . . (2)

3° *Ajustage.*

1° Général. 3.75 ajusteurs { 430k fer. 3000 fonte. } 1.15 manœuvre

$4.90 \times 60^f = 294$.

Supposant, comme dans le chapitre précédent, que le travail de 1 kil. de fer est égal à 8 fois celui de 1 kil. de fonte :

430k fer = 3440k fonte.
+ 3000

6440k : 294 : : 1 : x = 0f.0455.

Ajustage total { pour la fonte. 0f.0455. . (3) ; pour le fer. . 0 .3640. . (4) }

2° Spécial. 3.75 ouvriers ont 1.5 manœuvre ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc 1 ouvrier a $\frac{1.5}{3.75} = 0.4$ de manœuvre.

$1.4 \times 60^f = 84^f$.

1° *Tours.*

323k fer. / 30 fonte = 4 } 327 : 84f : : 1k : $x = 0.255$.

Main-d'œuvre : pour le fer. . . . 0f.255. (5)
pour la fonte. . 0.032. (6)

2° *Alésoirs et gros tours.*

257k fer = 2056 fonte.
+ 6750
8806 : 84 : : 1 : $x = 0^f.01$.

Main-d'œuvre : pour la fonte. . 0f.01. . (7)
pour le fer. . . 0.08. . (8)

3° *Rabots.*

1930k fer = 15440k fonte.
+ 9000
24440 : 84 : : 1 : $x = 0^f.00345$.

Main-d'œuvre : pour la fonte. . 0.0035. (9)
pour le fer. . . 0.0280. (10)

4° *Forets.*

515k fer = 4120k fonte.
18000.
22120 : 84 : : 1 : $x = 0^f.0038$.

Main-d'œuvre : pour la fonte. . 0f.0038. (11)
pour le fer. . . 0.0304. (12)

5° *Tarauds et filières.*

300k fer : 84f : : 1k : $x = 0^f.28$. . (13)

6° *Machines à parer.*

1620k fer = 13000k fonte.
+ 4500
17500 : 84 : : 1 : $x = 0^f.0048$.

Main-d'œuvre : pour la fonte. . 0f.0048. (14)
pour le fer. . . 0.0384. (15)

7° *Ajustage.*

215k fer = 1720k fonte.
1500
3220 : 84 : : 1 : $x = 0^f.026$.

Main-d'œuvre : pour la fonte 0f.026. . (16)
pour le fer. . 0.208. . (17)

Dans toutes les évaluations ci-dessus nous avons négligé le travail du cuivre, parce que ce métal s'emploie en très-petite proportion par rapport aux deux autres. La quantité de cuivre coulée par mois peut être évaluée en moyenne au 1/100 de la quantité de fonte. Quant à son travail, à l'ajustage, il est le même sur le tour que celui du fer, et le même sur l'alésoir que celui de la fonte; pour les autres opérations, il tient le milieu entre ceux de ces deux métaux.

Nous n'avons pas non plus parlé de la chaudronnerie, parce que nous aurions eu à répéter ce que nous avons déjà dit sur cette partie, cet atelier constituant un travail à part. On peut seulement ajouter à ce qui a été dit que, puisqu'un ouvrier est payé 20 fr. les 100 kil. pour chaudières ordinaires, et 50 fr. pour chaudières de locomotives, il fait par mois :

Ou 600k chaudières ordinaires à raison de 0f.20 le kil.,

Ou { 120k tôle de cuivre / 180 tôle de fer. . . } pour locomotives, à raison de 0f.50 le kil.

Nous avons encore à régler les frais de main-d'œuvre accessoire se répartissant sur chaque pièce terminée; nous allons les évaluer pour 1 kil. de matière quelconque fabriquée, pour les ajouter plus loin aux frais généraux.

Nous avons, pour la main-d'œuvre accessoire, 27 ouvriers qui, pour 35 forgerons, font 0,77 ouvrier accessoire par forgeron.

1 forgeron correspondant à. . 455k fer.
Plus 1.5 mouleur × 2800 = 4200 fonte.
0.77 × 60f = 47f pour. . . 4655k
4655 : 47 : : 1 : $x = 0^f.010$,

main-d'œuvre accessoire 0f.01 par kil. de matières fabriquées.

Les prix de main-d'œuvre à la forge, à la fonderie et à l'ajustage, indiqués dans ce paragraphe, diffèrent de ceux indiqués dans le chapitre précédent, en ce qu'ils sont le résultat d'un calcul sur des prix de journée moyens, tandis que les autres sont basés sur la réalité du travail d'une localité. Les derniers doivent être préférés dans l'évaluation approximative.

§ 4. *Recherche des pièces les plus usitées dans les machines en général: classification de ces pièces et détermination de leurs dimensions différentes.*

De même que dans les constructions architecturales on distingue des ornements généraux appelés *moulures*, s'employant dans toutes les parties qui entrent dans la composition d'un édifice, de même aussi, dans les machines, il existe, non pas des ornements, mais des pièces qui se répètent partout sous des dimensions différentes, il est vrai, mais fonctionnant toujours de la même manière, et, par cette raison, de construction analogue.

Pour déterminer ces pièces il est bon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de se rendre compte du travail général d'une machine. Or, on peut définir une machine, un appareil dont un certain nombre de parties sont douées de l'un des deux mouvements *rectiligne* et *circulaire*.

Une pièce douée d'un mouvement rectiligne ne se meut pas seule et ne se tient pas seule en l'air. Elle se trouve toujours fixée à une autre pièce, et l'assemblage de ces deux pièces ensemble varie suivant leurs formes et le mouvement de la seconde.

Si la seconde pièce est douée d'un mouvement rectiligne et que toutes deux soient plates, l'assemblage se fait à joints superposés au moyen de *boulons* et *écrous*. Si, au contraire, elles sont rondes toutes deux et les axes dans le prolongement l'un de l'autre, l'assemblage se fait au moyen d'une *douille;* et pour les axes perpendiculaires entre eux, l'assemblage se fait au moyen d'un *T* ou *tête de tige*. Si enfin l'une des deux est ronde et l'autre plate, la pièce ronde peut se trouver ou perpendiculaire au plan de la plate, comme dans les pistons, et alors la pièce plate fait fonction de douille; ou suivant toute autre position d'assemblages *composés*.

Si la seconde pièce est douée d'un mouvement circulaire, elle communique avec la première en un point autre que le centre de rotation. Dans le cas où son mouvement circulaire est continu, elle constitue généralement une *manivelle;* dans le cas où il est alternatif, elle constitue un *levier* ou *balancier*. Dans les deux cas, la pièce douée du mouvement rectiligne, qui est toujours alternatif, constitue une bielle.

Les points d'assemblage des manivelles avec les bielles se nomment *boutons* de manivelles. Les points d'assemblage des leviers avec les bielles se nomment *goujons;* les points d'assemblage des balanciers avec les bielles se nomment *tourillons*. Les points d'assemblage des bielles avec les manivelles, leviers ou balanciers, se nomment *têtes de bielles*.

Les têtes de bielles s'assemblent avec les boutons de manivelles, et les tourillons de balancier, au moyen des *chapes* et *coussinets*, et avec les extrémités des leviers au moyen des *charnières* ou *fourchettes*. On emploie aussi, pour ce dernier cas, les chapes et coussinets, mais très-rarement, parce que cela est plus coûteux, sans être plus utile.

Quel que soit le mouvement de la seconde pièce, la première étant supposée soutenue à une de ses extrémités par la seconde, à son autre extrémité, soit libre, soit assemblée à une autre pièce par l'un des moyens que nous venons de définir, dans les deux cas elle est guidée ou non guidée en ligne droite. Si elle est guidée et plate ou quarrée, les pièces qui la soutiennent portent le nom de *guides* ou *glissoirs;* si elle est ronde, ces pièces se nomment *supports - guides;* si la pièce est ronde et passe d'un milieu dans un autre avec communication des deux milieux complétement interrompue, les supports prennent le nom de *stuffing-box*.

Si les deux pièces en communication sont douées du mouvement circulaire, l'une d'elles est un levier ou manivelle, ou balancier, et l'autre est un *arbre* ou *axe*. Cet axe est supporté par ses extrémités dans des pièces appelées *supports*. Il transmet le mouvement au levier, ou le levier le reçoit de son extrémité. Dans le premier cas, l'arbre est prolongé de l'autre côté d'un des supports et va recevoir son mouvement, soit d'un autre levier ou d'une roue d'engrenage, soit d'un autre arbre avec lequel il communique au moyen d'un *manchon*.

Parmi les pièces que nous venons de nommer, il en est dont les formes et dimensions peuvent se déterminer complétement une fois que l'on connaît le diamètre du trou d'assemblage, tandis qu'il en est d'autres dont les formes et dimensions sont déterminées en partie d'après celles des pièces avec lesquelles elles doivent s'assembler.

Les premières sont :

1° Les chapes et coussinets ;
2° Les stuffing-box ;
3° Les douilles ;
4° Les fourchettes ou charnières ;
5° Les manchons ;
6° Les T de tiges.

Les dernières sont :

1° Les boulons et écrous ;
2° Les supports ;
3° Les leviers, manivelles et balanciers ;
4° Les bielles ;
5° Les boulons, arbres et tourillons ;
6° Les guides.

Les premières présentent, sur les dernières, l'avantage de pouvoir être évaluées *à priori* pour toutes les différentes dimensions d'assemblages dans lesquelles elles devront figurer ; les autres ne peuvent s'évaluer *à priori* qu'au dilogramme, et cela approximativement. Pour les amener dans les mêmes conditions que les premières, il faut connaître deux dimensions, le diamètre et la longueur ou la hauteur de la pièce. Dans ce cas, si m représente le nombre des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions différentes des premières pièces, celui des secondes sera représenté par $m \times n$, n étant le nombre de longueurs ou hauteurs différentes qu'elles peuvent prendre.

Nous allons étudier chacune de ces pièces séparément.

PREMIÈRE CLASSE.

1° *Chapes et coussinets.*

Dans la conversion du mouvement circulaire continu ou alternatif en rectiligne alternatif, le centre du point d'assemblage de la manivelle ou levier est forcément une pièce ronde douée de deux mouvements circulaires, l'un autour du centre de rotation, l'autre sur elle-même dans la tête de la bielle. Ce second mouvement établit un frottement dont le résultat est l'usure des pièces en contact. Lorsque ce frottement est considérable, il faut aviser au moyen de remplacer facilement les pièces qui s'usent, et pour cela on garnit les têtes de bielles de coussinets maintenus en place par des chapes.

Un coussinet est une pièce en métal plus susceptible de s'user par le frottement que celui du tourillon avec lequel il est en contact. Les tourillons des machines sont généralement en fer quand leur diamètre ne dépasse pas 150 millimètres. Au-dessus de ce point on les fait soit en fer, soit en fonte, suivant les cas, mais jamais en cuivre, parce que ce dernier métal coûte infiniment plus cher que les deux autres et résiste beaucoup moins qu'eux.

Cette propriété du cuivre, d'être plus doux que le fer et la fonte, fait qu'on l'emploie en majeure partie à faire des coussinets : par ce moyen, les tourillons se conservent intacts, le coussinet seul s'use, ce qui exige qu'il puisse se changer facilement. Afin que cette opération soit aussi économique que possible, on ne donne au coussinet juste que les dimensions qui lui sont indispensables, d'où résulte qu'il constitue généralement un poids assez faible. Il y a deux coussinets par tourillon, embrassant ce dernier chacun d'une demi-circonférence, moins un petit espace ménagé pour le serrage à mesure qu'ils s'usent. Ces deux coussinets sont embrassés eux-mêmes par une chape en fer, s'assemblant avec l'extrémité de la bielle au moyen d'une *clavette* et d'une *contre-clavette*.

La figure 7 (planche IX) représente l'ensemble d'une chape et de ses coussinets. La forme en ogive que possède l'extérieur du coussinet supérieur a pour but de l'empêcher de tourner avec le tourillon.

D'après les cotes figurées dans ce dessin, on remarque que, étant donné le diamètre du tourillon d'assemblage, toutes les dimensions de la chape et des coussinets sont déterminées. Il est bon de prévenir néanmoins que cela n'a lieu rigoureusement que depuis 21 millimètres jusqu'à 100 millimètres inclusivement; au delà de ces termes, soit en dessous, soit en dessus, les proportions des joues et des épaisseurs des coussinets sont ou trop faibles ou trop fortes; toutes les autres dimensions sont bonnes.

Construction.

1° Chape. Le forgeron prend une barre de fer plat d'une largeur et d'une épaisseur supérieures à celles de la chape; il la met au feu, la bat, lui laisse les trois renflements indiqués dans le dessin et la met de largeur. Ensuite il prend un mandrin en fonte ayant la forme intérieure de la chappe et fixé à l'extrémité d'une barre de fer au moyen de laquelle on le soutient; puis il courbe la chape à chaud dessus. Quand cette opération est terminée, il finit son ouvrage en présentant de temps à autre un calibre en tôle dont la forme est celle de la chape vue de face. Le mandrin et le calibre ont des dimensions telles qu'il reste quelque chose à enlever à l'ajusteur.

A l'ajustage, la chape subit d'abord l'opération du rabot qui lui donne 1° sa largeur, suivant l'axe du tourillon = 1; 2° sa largeur transversale aux plats = 1,6. Après le rabot vient la machine à parer qui finit l'extérieur et l'intérieur; cela dans le cas seulement où l'on est sûr que les coussinets seront bien faits comme le dessin. Le travail de la machine à parer terminé, on perce une série de petits trous à l'endroit de la mortaise des clavettes, et la chape passe à l'ajusteur finisseur qui termine ces mortaises d'abord au burin, ensuite au moyen d'un mandrin en acier ayant une section égale à celle de la mortaise.

Les clavettes sont forgées, rabotées et finies sans aucun outil particulier.

2° Coussinets. Ils sont d'abord modelés, puis envoyés à la fonderie en cuivre. Arrivés à l'ajustage, ils sont finis extérieurement, l'un sur le tour, l'autre sur la machine à raboter, et envoyés à l'ajusteur qui les assemble dans la chape. Quand ils y sont, on rabote les joues des deux côtés, puis on alèse : après l'alésoir, l'ajusteur finisseur donne le dernier coup de lime.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, une chape et ses coussinets nécessitent six outils spéciaux qui sont :

Le mandrin du forgeron ;
Le calibre *id.*
Le mandrin de l'ajusteur ;
Les 2 modèles de coussinets ;
La lame de l'alésoir.

Autant de chapes différentes on fera, autant de fois il faudra faire ces six outils.

Pour ces raisons il est bon d'adopter un nombre de dimensions d'où l'on ne sort pas, et qui, tout en économisant et accélérant la main-d'œuvre, permet de fabriquer à l'avance et à l'entreprise, et fait connaître exactement le prix de revient d'une pièce.

La série des diamètres des chapes de bielle est la suivante :

		Poids.	
	Millim.	Fer.	Cuivre.
N°	21.	0k.20.	0k.10
	25.	0 .30.	0 .15
	30.	0 .55.	0 .275
	35.	0 .85.	0 .425
	40.	1 .20.	0 .60
	45.	1 .80.	0 .90
	50.	2 .50.	1 .25
	55.	3 .25.	1 .625
	60.	4 .20.	2 .10
	65.	5 .40.	2 .70
	70.	6 .70.	3 .35
	75.	8 .20.	4 .10
	80.	10 .00.	5 .00
	85.	12 .00.	6 .00
	90.	14 .20.	7 .10
	95.	17 .00.	8 .50
	100.	20 .00.	10 .00

Quant à la main-d'œuvre, nous dirons qu'un bon forgeron et son frappeur peuvent faire une chape n° 100 avec ses clavettes en un jour. Une journée de ces deux ouvriers fait 5 fr. + 2 fr. = 7 fr.

$$20^k \text{ fer} : 7^f :: 1^k : x = 0^f.35.$$

prix peu au-dessus du prix moyen de la forge 0fr.35.

A l'ajustage, cette pièce se finit à l'entreprise, y compris les coussinets, pour 15 fr., ce qui correspond à 0f.30 le kil., au lieu de 0f.364, indiqué comme main-d'œuvre moyenne. La main-d'œuvre des coussinets à la fonderie, évaluée à 0f.50, correspond à 0f.05 le kil., prix très-rapproché de 0f.0456, indiqué comme prix moyen ; on a donc :

1° 20k à 0f.35. . .	7f.00
2° 10 à 0 .05. . .	0 .50
3° 30 à 0 .50. . .	15 .00
	22f.50

Si on évalue à moitié de cette somme l'usure des outils et l'intérêt des mandrins et calibres spéciaux pour cette pièce, on aura en somme ronde 35 fr. pour la main-d'œuvre d'une chape et ses coussinets n° 100. Pour le même prix on fera cinq chapes et coussinets n° 21 ; ce dernier numéro coûtera donc 7 fr. la pièce. Insérant, entre 7 et 35, 13 moyens géométriques et non pas arithmétiques, parce que les poids sont proportionnels aux dimensions qui sont elles-mêmes en proportion géométrique pour chaque pièce, nous aurons, en admettant que $\begin{cases} 1^k \text{ fer brut vaut } 0^f.50. \\ 1 \text{ cuivre brut.. } 3 .00. \end{cases}$

Valeur de 1 chape et ses coussinets.

	Fer.	Cuivre.	Main-d'œuvre.	Somme.
N° 21..	0f.10 ..	0f.30 ..	7f.00..	7f.40
25..	0 .15 ..	0 .45 ..	8 .00..	8 .60
30..	0 .275..	0 .825..	8 .50..	9 .60
35..	0 .425..	1 .28 ..	9 .50..	11 .20
40..	0 .60 ..	1 .80 ..	10 .50..	12 .90
45..	0 .90 ..	2 .70 ..	11 .50..	15 .10
50..	1 .25 ..	3 .75 ..	13 .00..	18 .00
55..	1 .625..	4 .90 ..	14 .00..	20 .50
60..	2 .10 ..	6 .30 ..	15 .50..	23 .90
65..	2 .70 ..	8 .10 ..	17 .00..	27 .80
70..	3 .35 ..	10 .00 ..	19 .00..	32 .35
75..	4 .10 ..	12 .30 ..	21 .00..	37 .40
80..	5 .00 ..	15 .00 ..	23 .00..	43 .00
85..	6 .00 ..	18 .00 ..	25 .50..	49 .50
90..	7 .10 ..	21 .25 ..	28 .00..	56 .35
95..	8 .50 ..	25 .50 ..	31 .00..	65 .00
100..	10 .00 ..	30 .00 ..	35 .00..	75 .00

non compris les frais généraux.

2° *Stuffing-box.*

Le nom de cette pièce, tiré de l'anglais, signifie boîte étouffante : c'est en effet une boîte munie d'un couvercle, percée, ainsi que ce dernier, d'un trou rond d'un diamètre égal à celui de la tige qui doit la traverser, et garnie intérieurement d'étoupes suivées et serrées, dont le but est d'empêcher la communication entre l'intérieur et l'extérieur de la pièce à laquelle elle est adaptée.

Généralement la boîte de stuffing-box se coule avec cette pièce ; le couvercle seul est rapporté et peut se constituer en séries, comme les chapes de bielles ; c'est lui seul que nous considérerons ici.

Un couvercle de stuffing-box est une pièce ronde, tournée extérieurement et alésée intérieurement, munie à l'une de ses extrémités d'un rebord plat de dimension suffisante, en certains points, pour supporter l'assemblage d'un boulon et son écrou. Généralement le serrage des stuffing-box s'opère au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de deux boulons opposés, comme on peut le voir représenté dans la fig. 9 (planche IX).

Il n'est pas aussi facile de déterminer les dimensions proportionnelles des différentes parties d'un stuffing-box que d'une chape et de ses coussinets, parce que ces parties ne croissent pas proportionnellement au diamètre. Nous avons coté dans le dessin les parties qui peuvent l'être; nous allons déterminer ici, pour différents diamètres intérieurs :

1° Le diamètre extérieur ;
2° Le diamètre des boulons.

La série des stuffing-box part de $0^m.010$ et va jusqu'à $0^m.160$ pour de fortes machines. De $0^m.010$ à $0^m.08$ les stuffing-box sont ordinairement en cuivre, et de 0,08 à 0.16 on les fait en fonte. Comme dans les locomotives à 60 centimètres de diamètre au cylindre on ne dépasse pas $0^m.10$, nous examinerons seulement de $0^m.01$ à $0^m.10$, en les supposant tous en cuivre, et nous aurons :

Diamètre de la tige ou intérieur	Diamètre extérieur.	Diamètre des boulons.	Poids. Cuivre.	Poids. Fer des boulons.
millim.	millim.	millim.	k.	k.
N° 10. . .	30. .	10. .	0.20. . .	0.10
12. . .	35. .	10. .	0.35. . .	0.20
15. . .	40. .	10. .	0.60. . .	0.40
18. . .	45. .	12. .	0.80. . .	0.65
21. . .	50. .	12. .	1.00. . .	0.85
25. . .	55. .	12. .	1.60. . .	1.00
30. . .	65. .	15. .	2 30. . .	1.15
35. . .	70. .	15. .	3.10. . .	1.35
40. . .	75. .	15. .	4.00. . .	1.50
45. . .	85. .	18. .	4.60. . .	1.70
50. . .	90. .	18. .	5.25. . .	2.00
55. . .	95. .	18. .	6.00. . .	2.50
60. . .	100. .	21. .	8.00. . .	2.90
65. . .	110. .	21. .	11.00. . .	3.40
70. . .	120. .	21. .	15.00. . .	4.00
75. . .	130. .	25. .	19.00. . .	4.50
80. . .	130. .	25. .	23.00. . .	5.25
85. . .	140. .	25. .	28.00. . .	6.00
90. . .	150. .	30. .	33.00. . .	7.00
95. . .	150. .	30. .	38.00. . .	8.00
100. . .	160. .	30. .	45.00. . .	9.00

Le travail du stuffing-box est simple ; il consiste à faire un modèle en bois sur lequel le fondeur en cuivre moule sa pièce ; puis, à l'ajustage, le tourneur finit tout l'extérieur, sauf le rebord qui n'est pas rond. Quand le stuffing-box ne dépasse pas 50 millimètres intérieurs, il profite de ce qu'il l'a sur le tour pour l'aléser; au delà c'est l'alésoir qui fait ce trou. Après cette opération l'ajusteur finisseur présente le stuffing-box dans sa boîte, qui a été préalablement alésée et dans laquelle les trous des boulons ont été ménagés. Si le stuffing-box va bien, il trace les trous des boulons et envoie percer; pendant ce temps il ajuste les boulons qui sont *taraudés* ou *assemblés à clavette* dans la boîte. Le stuffing-box percé, on l'assemble avec sa boîte, place les écrous et finit le rebord qui n'a pas été fait par le tourneur; il faut ménager cette opération pour la dernière, afin d'être sûr que la surface extérieure de la boîte et du stuffing-box seront bien dans le prolongement l'une de l'autre après la pose des boulons.

Les seuls outils spéciaux pour les stuffing-box sont : le modèle, les lames d'alésoirs et le foret; mais il est bon de remarquer, pour ces dernières pièces, que, d'après la disposition de nos séries, ce sont toujours les mêmes diamètres de trous qui se présentent, et que, par conséquent, ces outils, le foret et l'alésoir, servant pour toute espèce de pièces, sont plutôt généraux que spéciaux.

Où la main-d'œuvre est le plus considérable dans ces pièces, c'est à l'ajustage, quand il s'agit de les assembler avec la boîte.

On emploie le taraudage dans la fonte pour les boulons au-dessous de 25 millimètres; à 21 millimètres on met des clavettes.

En supposant les stuffing-box fabriqués à l'avance et prêts à se placer dans les boîtes, à mesure qu'on les confectionne avec d'autres pièces, le rebord n'étant pas fait, le travail se compose seulement du fondage, du tournage et de l'alésage.

Évaluant : la fonderie à $0^k.050$ le kil.
le tour à . . 0 .032 *id.*
l'alésoir à. . 0 .010 *id.*
0 .092

pour un stuffing-box n° 100; le prix de la main-d'œuvre de ce stuffing-box sera 4 fr. 25 c. brut, et 3 fr. net y compris les frais de modèle et l'usure des outils. Estimant le travail de 1 stuffing-box n° 10 égal au 1/5 de celui-ci, nous aurons, comme pour les chapes et coussinets de bielle :

Prix de revient de 1 stuffing-box.

Diamètre intérieur.	Fer.	Cuivre.	Main-d'œuvre.	Somme.
	fr.	fr.	fr.	fr.
N° 10...	0.05...	0.60...	1.00..	1.65
12...	0.10...	1.05...	1.09..	2.25
15...	0.20...	1.80...	1.10..	3.20
18...	0.35...	2.40...	1.30..	4.05
21...	0.45...	3.00...	1.42..	4.90
25...	0.50...	4.80...	1.55..	6.85

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètre intérieur.	Fer.	Cuivre.	Main-d'œuvre.	Somme.
	fr.	fr.	fr.	fr.
30...	0.60...	6.90...	1.68..	9.20
35...	0.70...	9.30...	1.82..	11.80
40...	0.75...	12.00...	1.99..	14.75
45...	0.85...	13.80...	2.17..	16.90
50...	1.00...	15.80...	2.36..	19.15
55...	1.25...	18.00...	2.57..	21.80
60...	1.45...	24·00...	2.80..	28.25
65...	1.70...	33.00...	3.05..	37.75
70...	2.00...	45.00...	3.32..	50 30
75...	2.25...	57.00...	3.62..	62.85
80...	2.75...	63.00...	3.95..	69.70
85...	3 00...	84.00...	4.30..	91.30
90...	3.50...	99.00...	4.50..	107.00
95...	4.00...	114.00...	4.75..	122.75
100...	4.50...	135.00...	5.00..	144.50

non compris les frais généraux.

3° *Douilles.*

Les douilles, fig. 19 (planche IX), sont des appareils destinés à relier ensemble des tiges cylindriques placées dans le prolongement l'une de l'autre, lorsque ces pièces sont susceptibles d'être séparées, pour certaines opérations de la machine.

Elles se construisent toujours en fer et sont de deux espèces : ou les tiges se meuvent toutes deux rigoureusement en ligne droite, ou l'une d'elles est douée d'un mouvement circulaire, soit continu, soit alternatif, par son extrémité opposée à l'assemblage, en communiquant, soit avec une manivelle, soit avec un balancier ou un levier.

Dans le premier cas la douille est soudée à l'une des tiges; dans le second, elle s'assemble avec elle à *charnière*, portant toujours la partie mâle de cette dernière. Les douilles à charnières sont celles que l'on emploie le plus, et comme elles peuvent se finir complétement d'avance, elles constituent des pièces de séries.

Pour faire une douille, un forgeron prend une barre de fer plat et l'enroule à chaud sur un mandrin ayant le diamètre intérieur de la douille, et soude à 45 degrés les deux rebords qui viennent se rencontrer. Ensuite il prend une pièce de fer rond dont il soude l'extrémité à l'une des deux extrémités du cylindre qu'il vient de faire; c'est cette pièce rapportée qui sert à faire la tête de la douille. Il coupe et martelle ensuite jusqu'à temps qu'il ait la forme demandée; puis il fait les clavettes. A l'ajustage la douille va d'abord chez le tourneur, qui finit toute la partie cylindrique extérieure, qu'il a soin, dans ce cas seulement, de centrer par rapport à l'intérieur, parce qu'on n'alèse pas ces pièces. Quand il a tourné le cylindre, il prépare le travail de la machine à parer, sur la tête, en faisant les deux petites saillies qu'elle possède à cet endroit. La machine à parer termine la tête, et la douille passe à l'ajustage. Là on commence par faire les faces planes de la tête pour tracer le centre et le diamètre de son trou; ensuite on trace la place de la mortaise des clavettes. On porte au foret qui fait ces trous et on finit. La mortaise des clavettes se termine, comme celle des chappes de bielle, au moyen d'un mandrin en acier. En ayant soin de faire les mortaises égales pour des diamètres de trous égaux, les mêmes mandrins servent dans les deux cas. Les clavettes sont terminées au rabot et à l'ajustage.

Dans les douilles, comme dans les chappes de bielle, toutes les dimensions sont proportionnelles, et, connaissant le poids de l'une d'entre elles, on aura le poids de toutes les autres par la proportion :

$$P : P' :: D^3 : D'^3.$$

On obtient ainsi :

Diamètre.	Poids.
	k.
N° 10.	0.05
12.	0.08
15.	0.16
18.	0.28
21.	0.44
25.	0.73
30.	1.30
35.	2.00
40.	3 00
45.	4.26
50.	5.85
55.	7.70
60.	10.00
65.	12.80
70.	16.00
75.	19.80
80.	24.00
85.	28.70
90.	34.00
95.	40.00
100.	46.80

Le travail à la forge, pour les douilles, est long et difficile. Un bon forgeron met 2 jours 1/2 à faire une douille n° 100 avec ses clavettes, donc :

1° Forgeron.	12.50
2° Frappeur.	5.00
TOTAL.	17f.50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De l'autre part. . .	17f.50
La besogne du tour est simple, et évaluée à 0f.15 le kil. ; elle donne, pour le n° 100	7f.00
La machine à parer évaluée, suivant la moyenne, à 0f.0384 le kil., donne.	1 .80
Le rabot, *id.* à 0f.028 le kil. . .	1 .30
Le foret, *id.* à 0 .0304 *id.* . . .	1 .40
L'ajustage, *id.* à 0 .208 *id.* . . .	9 .75
	38f.75

Mettons 40 fr. en nombre rond, et supposant que le travail d'une douille n° 10 est le 1/5 de celui d'une n° 100, nous obtiendrons, pour prix de revient de ces pièces confectionnées :

Diamètre.	Fer.	Main-d'œuvre.	Somme.
	fr.	fr.	fr.
N° 10. . .	0.025. .	8.00. . .	8.00
12. . .	0.04 . .	8.70. . .	8.75
15. . .	0.08 . .	9.45. . .	9.55
18. . .	0.15 . .	10.03. . .	10.20
21. . .	0.22 . .	11.20. . .	11.40
25. . .	0.37 . .	12.20. . .	12.55
30. . .	0.65 . .	13.20. . .	13.85
35. . .	1.00 . .	14.40. . .	15.40
40. . .	1.50 . .	15.60. . .	17.10
45. . .	2.13 . .	17.00. . .	19.10
50. . .	2.92 . .	18.50. . .	21.40
55. . .	3.85 . .	20.00. . .	23.85
60. . .	5.00 . .	21.75. . .	26.75
65. . .	6.40 . .	23.60. . .	30.00
70. . .	8.00 . .	25.60. . .	33.60
75. . .	10.00 . .	28.00. . .	38.00
80. . .	12.00 . .	30.00. . .	42.00
85. . .	14.35 . .	32.00. . .	46.35
90. . .	17.00 . .	35.00. . .	52.00
95. . .	20.00 . .	38.00. . .	58.00
100. . .	23.40 . .	40.00. . .	63.40

non compris les frais généraux.

4° *Fourchettes ou charnières.*

Ces pièces forment généralement la tête des bielles quand ces dernières sont assemblées avec des leviers en fer, ou des douilles, cas dans lesquels le diamètre des tourillons est au maximum de 50 millimètres. L'assemblage à charnière étant susceptible d'usure et de jeu dans les trous d'assemblage, ne peut s'employer que là où le mouvement de la charnière est faible, ou dans les parties où le jeu des tourillons n'a pas d'influence.

Pour rendre dans ces pièces le résultat du frottement le moindre possible, on fait le goujon en acier ainsi que l'intérieur du trou qu'il traverse. Quand le jeu n'a pas d'influence, afin que la charnière ne s'use pas, on la conserve en acier à son intérieur et on fait le goujon en fer ; dans ce cas c'est lui seul qui s'use et on le change quand il est hors de service.

Pour confectionner une charnière, fig. 17 (planche IX), le forgeron a deux méthodes : par la première, il fend l'extrémité d'une barre de fer méplat, et la travaille en plaçant entre les fourchettes un mandrin qui donne la forme intérieure ; par la seconde, il contourne sur le mandrin une barre de fer quarrée qu'il aplatit aux élargissements, et rapporte la queue après au moyen d'une soudure.

La première méthode est la plus solide, mais ne peut s'appliquer que pour des charnières qui ne doivent subir qu'un léger ajustage, parce qu'on ne peut jamais faire disparaître le point de séparation des fourchettes. La seconde, au contraire, est exclusivement employée pour les machines.

Quand le forgeron doit rapporter des garnitures en acier dans les têtes, il faut qu'il perce le trou d'avance ; alors il prépare deux petits cylindres en acier qu'il passe dans ces trous, et soude à chaud en passant dans leur intérieur un mandrin qui permet de frapper tout autour de la soudure. Ce travail est long, difficile et très-susceptible de manquer ; aussi ne se fait-il que très-rarement.

A l'ajustage le tour finit le goujon complétement et commence la partie ronde qui est l'origine du corps de la bielle ; puis il prépare le travail de la machine à parer, en faisant les petites saillies qui se trouvent à chaque face extérieure des fourchettes. Après le tour vient la machine à parer, dont la besogne est fort peu de chose ; puis l'ajustage qui est, lui, assez long et comprend un forage.

Pour déterminer les poids et prix de main-d'œuvre des fourchettes, nous les considérerons seulement jusqu'au commencement de la partie cylindrique. Quand la charnière s'assemble avec une tige sans l'intermédiaire d'une douille, alors on fait la partie mâle comme elle est représentée fig. 18 (planche IX). Son travail est aussi simple que possible, et n'a pas besoin d'explication.

On a pour ces pièces :

Diamètre.	Poids. Fourchette double ou femelle avec goujon.	Fourchette simple ou mâle.
	fr.	fr.
N° 10. . . .	0.078. . . .	0.034
12. . . .	0.135. . . .	0.0625
15. . . .	0.264. . . .	0 132

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18. . . .	0.455.	0.2275
21. . . .	0.720.	0.36
25. . . .	1.22	0.61
30. . . .	2.10	1.05
35. . . .	3.35	1.675
40. . . .	5.00	2.50
45. . . .	7.10	3.55
50. . . .	9.75	4.875
55. . . .	13.00	6.50
60. . . .	15.80	7.90
65. . . .	21.20	10.60
70. . . .	26.70	13.35
75. . . .	32.7	16.35
80. . . .	40.00	20.00
85. . . .	48.00	24.00
90. . . .	57.00	28.50
95. . . .	66.00	33.00
100. . . .	78.00	39.00

Quant au prix de revient de la main-d'œuvre, on peut le supposer moyen pour le n° 100, excepté au tour, où il est fort peu de chose.

On a :

Forge.	0f.33 le kil.
Tour.	0 .10
Machine à parer . .	0 .03
Foret.	0 .04
Ajustage.	0 .208
	0.708

78k à 70c font 54f.50, net 54 fr.
39k à 70c font. . . . . net 27 fr.

Admettant qu'une fourchette n° 10 exige un travail égal au 1/10 de celui d'un n° 100, nous formerons le tableau suivant :

	Fourchette double.			Fourchette simple.		
Diamètre.	Fer.	Main-d'œuvre.	Somme.	Fer.	Main-d'œuvre.	Somme.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
N° 10..	0.04 ..	5.40..	5.45..	0.02 ..	2.70..	2.75
12..	0.07 ..	6.10..	6.20..	0.035..	3.05..	3.10
15..	0.14 ..	6.85..	7.00..	0.070..	3.45..	3.50
18..	0.225..	7.70..	7.95..	0.15 ..	3.85..	4.00
21..	0.36 ..	8.65..	9.00..	0.18 ..	4.35..	4.55
25..	0.65 ..	9.70..	10.35..	0.35 ..	4.85..	5.20
30..	1.05 ..	10.90..	11.95..	0.50 ..	5.45..	5.95
35..	1.675..	12.20..	13.90..	0.85 ..	6.10..	6.95
40..	2.50 ..	13.70..	16.20..	1.25 ..	6.85..	8.10
45..	3.55 ..	15.40..	18.95..	1.75 ..	7.70..	9.45
50..	4.88 ..	17.20..	22.10..	2.45 ..	8.60..	11.05
55..	6.50 ..	19.30..	25.80..	3.25 ..	9.65..	12.90
60..	7.90 ..	21.60..	29.50..	3.95 ..	10.80..	14.75
65..	10.60 ..	24.40..	35.00..	5.30 ..	12.70..	18.00
70..	13.35 ..	27.40..	40.75..	6.65 ..	13.70..	20.35
75..	16.35 ..	30.70..	47.05..	8.20 ..	15.35..	23.55
80..	20.00 ..	34.50..	54.50..	10.00 ..	17.25..	27.25
85..	24.00 ..	38.70..	62.70..	12.00 ..	19.35..	31.35
90..	28.50 ..	43.50..	72.00..	14.25 ..	21.75..	36.00
95..	33.00 ..	49.00..	82.00..	16.50 ..	24.50..	41.00
100..	39.00 ..	54.00..	93.00..	19.50 ..	27.00..	46.50

non compris les frais généraux.

5° *Manchons.*

Ces pièces sont spécialement destinées aux transmissions de mouvement de rotation pour les arbres régnant sur une grande longueur, ou pour ceux qui tournent tantôt ensemble, tantôt séparément. C'est donc en général en dehors des machines qu'on les emploie, et il ne peut en être question ici que parce qu'ils sont fort en usage dans la construction de l'atelier même, et que le prix de la main-d'œuvre, pour les confectionner, peut servir de base dans l'évaluation de pièces analogues.

Les manchons sont de deux espèces :

Manchons fixes.
Manchons à embrayage.

Les premiers se construisent, tantôt d'une pièce, tantôt de deux. Construits d'une seule pièce, ils présentent l'inconvénient que, si une d'entre elles casse au milieu d'une transmission de mouvement, il faut, pour la remplacer, démonter toute la série d'arbres, soit à droite, soit à gauche; ce, parce que les arbres sont placés bout à bout et munis chacun de deux supports placés à leurs extrémités. On pourrait bien ne mettre qu'un support par arbre, et alors le remplacement du manchon se ferait en sortant légèrement de l'axe l'extrémité libre; mais cette disposition est très-dangereuse pour les arbres placés un peu haut, en ce que, si le manchon casse, ils sont exposés à tomber sur la tête des ouvriers et à les tuer.

Le manchon double, à deux coussinets serrés par des boulons, est donc préférable. Il est un cas où on peut employer très-bien le manchon simple, et ce cas est mis en pratique dans les laminoirs : il consiste à en mettre deux et à avoir, par conséquent, un petit arbre intermédiaire entre les deux arbres principaux destinés à être reliés ensemble. Cet arbre intermédiaire a une longueur égale à celle des deux manchons réunis.

Les manchons à *embrayage* constituent toujours deux pièces portées chacune sur un des arbres et qui doivent communiquer ensemble. L'une des deux est fixe, l'autre est mobile au moyen d'un levier à fourchette, qui se manœuvre à la main. Ce sont deux manchons simples présentant, dans les faces en contact, des pleins et des vides égaux entre eux, et *embrayant* ensemble. On fait toujours ces manchons assez forts parce qu'ils présentent, pour le remplacement, les inconvénients des manchons simples.

L'assemblage des manchons en général avec les arbres peut être rond, quarré ou polygonal. L'assemblage rond à *prisonnier* est préférable, non-seule-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment comme le moins susceptible de jeu, mais encore comme se prêtant le mieux au remplacement, puisqu'il n'y a qu'un trou à aléser et une *rainure* à faire à la machine à parer.

Les manchons sont tantôt en fonte, tantôt en fer. En fonte pour tous les arbres en fonte et quelques arbres en fer; en fer pour la majorité de ces derniers. Le choix de ces deux métaux, dans le cas des arbres en fer, est une question d'économie qui peut se résoudre ainsi :

Poids du manchon en fonte. .	1.0
Poids du manchon en fer. . .	0.5

Prix de revient.

	Fonte.	Fer.
Matière brute. . .	1. . . .	0.78
Alésage.	1. . . .	1.2
Parage.	1. . . .	1.2
Tour.	1. . . .	2.0
Ajustage.	1. . . .	2.0
Rapport : : 5 :		7.2

Comme on le voit, l'économie des premiers n'est pas grande, surtout si on a égard à leur rupture possible.

Les prix de confection des manchons peuvent être pris moyens pour le fer; mais pour la fonte ils sont plus élevés et peuvent se prendre tels que nous venons de les figurer proportionnellement au fer.

Quant aux poids, ils sont doubles de celui de l'arbre sur une longueur égale à celle du manchon.

6° *T. de tiges.*

Les T de tiges ont généralement la forme représentée fig. 21 (planche IX). La tige placée dans la douille est celle dont l'axe est dans le sens du mouvement. Le serrage s'opère au moyen de la clavette de la douille qui presse la tête de la tige contre le corps de l'axe transversal, aplati au point de contact seulement. La première est en général une tige de piston, soit à vapeur, soit de pompe, qui se trouve dans la nécessité d'avoir une tête rapportée pour le passage du couvercle. Pour éviter le T on a quelquefois garni la tige d'un filet de vis, qui, traversant l'axe transversal, le maintenait en un point déterminé, au moyen de quatre écrous placés deux à deux de chaque côté. Mais on a renoncé à cette disposition, parce que les filets finissaient toujours par être mangés et nécessitaient un renouvellement complet de la tige.

L'axe est destiné à porter des *glissoirs* pour diriger la tige en ligne droite, et deux ou plusieurs bras de fourchettes transmettant le mouvement à d'autres pièces. Lorsque l'une de ces pièces est une bielle devant transmettre toute la force motrice du piston à une manivelle, on la met à fourchette et à chapes munies de coussinets. Ce cas est celui des locomotives : or, non-seulement ces fourchettes, qui s'exécutent en fer forgé, sont difficiles à construire, mais encore elles exposent le corps de la bielle à casser, par suite du peu d'élasticité qu'elles laissent à ce dernier pour se prêter aux diverses oscillations que sa tête opposée peut faire, pendant la marche, de chaque côté du plan du mouvement. Pour cette raison, on est dans l'usage de faire les bielles à deux têtes simples, et de mettre la fourchette sur la tête de la douille même. Cette fourchette peut se construire alors d'une manière analogue à celle de la figure 17; mais elle présente l'inconvénient de ne pas serrer l'axe à demeure, et partant de lui laisser sans cesse agrandir son trou, ce qui a la plus fâcheuse influence dans une machine. Pour éviter cela on la munit de deux chapes rondes, sans coussinets, dont le but est seulement de serrer. Ce dernier assemblage est sans contredit le meilleur; mais le premier, celui du T ordinaire et de la bielle à fourchette, n'est pas sans mérite, et, exécuté soigneusement, peut s'employer; car nous savons par expérience que des bielles à têtes simples et à tourillons sphériques, devant par conséquent se prêter à toutes les oscillations horizontales, n'en cassent pas moins lorsque ces dernières ont lieu, c'est-à-dire quand l'essieu coudé n'est pas bien centré; si donc on a soin de bien centrer les essieux et de donner de la raideur aux entre-toises, on peut employer indistinctement l'un ou l'autre.

Le T représenté dans le dessin a généralement les axes inégaux, parce que l'axe transversal est plus long que dans les fourchettes ordinaires, et que la résistance transversale est beaucoup moindre que celle longitudinale. Voici les dimensions relatives que l'on donnerait pour locomotives :

	Diamètre de la tige. d millim.	Diamètre de l'axe dans le T. D millim.	Diamètre des tourillons de l'axe. millim.
N°	15. . . .	21. . . .	18
	18. . . .	25. . . .	21
	21. . . .	30. . . .	25
	25. . . .	35. . . .	30
	30. . . .	40. . . .	35
	35. . . .	45. . . .	40
	40. . . .	50. . . .	45

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

45. . . .	55. . . .	50
50. . . .	60. . . .	55
55. . . .	65. . . .	60
60. . . .	70. . . .	65
65. . . .	75. . . .	70
70 . . .	80. . . .	75
75. . . .	85. . . .	80
80. . . .	90. . . .	85
85. . . .	95. . . .	90
90. . . .	100. . . .	95
95. . . .	110. . . .	100
100. . . .	120. . . .	110

En général, quand il y a sur l'axe plusieurs tourillons, comme dans les parallélogrammes de machines à balancier par exemple, on donne au dernier tourillon, celui de l'extrémité, un diamètre égal à un centimètre en sus de celui de sa tige, et on fait croître les autres, à partir de celui-là, de la même quantité jusqu'au milieu. Ainsi, pour deux tourillons de chaque côté du T on a :

Tige 30 ; tourillon extrême. 40 ;
2e *id.* 50 ; milieu. . . . . 60.

Pour construire un T ordinaire, voici comment on s'y prend.

Le forgeron a deux mandrins dont les formes et dimensions sont celles de la tige et de l'axe. Il prend une barre de fer plat, dont la largeur est égale à environ la demi-circonférence de la tige. Il courbe à chaud cette barre sur le mandrin de l'axe, de manière que la longueur de chaque côté soit égale à celle du T ; puis il place le mandrin de la tige perpendiculaire à l'axe et rabat de chaque côté les rebords de la barre de fer. Quand cette opération est terminée, il soude les rebords de la barre de fer qui sont venus se rencontrer à droite et à gauche de la tige, suivant une de ses génératrices ; puis il fait à part deux anneaux qu'il rapporte autour de l'axe de chaque côté pour donner à la tête toute sa largeur, ce qui fait encore deux soudures. En tout quatre soudures et un travail très-difficile ; aussi, n'y a-t-il qu'un bon forgeron qui puisse faire ces pièces. Comme les T ne sont pas alésés à l'ajustage, il est de la plus haute importance que les axes soient placés bien perpendiculairement entre eux.

A l'ajustage il y a du tour, du burin et de la lime pour le T, du rabot pour les clavettes ; la mortaise est la même que pour les douilles ordinaires.

Au-dessus de 100m on fait les T en fonte, et cela sans le moindre inconvénient ; c'est pourquoi, dans les machines horizontales, comme locomotives par exemple, lorsque le T est un peu compliqué, on l'exécute aussi en fonte pour des diamètres au-dessous de 100m. Il y avait à l'exposition de 1839 une machine horizontale fixe du *Creusot* possédant cette disposition. Pour ce dernier cas, il n'y a pas d'inconvénient ; cela présente même quelques avantages dans l'exécution ; mais pour locomotives, le fer est toujours préférable, parce qu'on ne sait pas ce qui peut arriver ; et là, il faut éviter toutes les chances de casse.

Les poids des T sont variables suivant la forme de la tête. Quelle que soit leur forme, la main-d'œuvre est toujours coûteuse. Nous admettrons un poids moyen entre le T ordinaire et le T à deux chapes, et la même main-d'œuvre pour tous, ce qui donnera :

Diamètre de la tige.	Poids.	PRIX COUTANT Fer.	Main-d'œuvre.	Total.
	kil.	fr.	fr.	fr.
N° 15. .	0.30. .	0.15. .	18. .	18.15
18. .	0.50. .	0.25. .	20. .	20.25
21. .	0.90. .	0.45. .	23. .	23.45
25. .	1.40. .	0.70. .	25. .	25.70
30. .	2.50. .	1.25. .	27. .	28.25
35. .	4.00. .	2.00. .	29. .	31.00
40. .	6.00. .	3.00. .	31. .	34.00
45. .	9.00. .	4.50. .	34. .	38.50
50. .	12.00. .	6.00. .	37. .	43.00
55. .	15.50. .	7.75. .	40. .	47.75
60. .	20.00. .	10.00. .	45. .	55.00
65. .	25.00. .	12.50. .	50. .	62.50
70. .	32.00. .	16.00. .	55. .	71.00
75. .	40.00. .	20.00. .	60. .	80.00
80. .	48.00. .	24.00. .	65. .	89.00
85. .	55.00. .	27.50. .	70. .	97.50
90. .	68.00. .	34.00. .	75. .	109.00
95. .	80.00. .	40.00. .	80. .	120.00
100. .	100.00. .	50.00. .	85. .	135.00

non compris les frais généraux.

DEUXIÈME CLASSE.

1° *Boulons et écrous.*

Les boulons et écrous sont les pièces indispensables d'assemblage, à joints superposés, des faces planes.

Dans un boulon on distingue : la tête, le corps, le filet.

La tête du boulon est tantôt carrée, tantôt hexagonale, tantôt ronde, cylindrique, hémisphérique ou conique ; dans tous les cas, sa hauteur est égale au diamètre du corps, et la surface de sa base égale à quatre fois la section du corps, ce qui pour les ronds correspond à un diamètre double.

La tête carrée s'emploie généralement dans les boulons communs, soit brute de forge, soit ajustée. La tête hexagonale est la plus employée dans les ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chines à vapeur de terre ou de bateaux ; dans les locomotives, on lui préfère la tête hémisphérique tournée, pour les parties où elle est le plus en vue. La tête conique peut s'employer dans le même cas, mais ne présente pas autant de solidité.

Le corps du boulon a pour diamètre le diamètre exact du trou qu'il doit remplir ; il est tantôt brut, tantôt tourné, suivant les usages auxquels on le destine.

Pour le filetage, nous avons déjà dit comment il s'opérait. Nous ajouterons que, quand après le fil se trouve un prolongement du corps du côté de l'écrou, il faut, pour que ce dernier puisse passer, que ce prolongement ait un diamètre égal à celui du corps moins un pas de vis, comme il est représenté *fig.* 16 (planche IX). Il y a donc, pour un boulon tourné, 3 diamètres que nous allons déterminer.

Le pas de vis est en moyenne égal au $\frac{1}{5}$ du diamètre du boulon, plus fort pour les petits, plus faible pour les gros. Or, la série des boulons nécessaires pour confectionner toute espèce de machine, se compose seulement de 12 différents dont les diamètres sont :

8, 10, 12, 15, 18, 21, 25, 30, 35, 40, 45 et 50 millim.

Faisant varier le coefficient du pas de vis suivant une règle en rapport avec ce que nous venons d'indiquer, nous aurons :

	Diamètre du corps avant le filet.	Pas de vis.	Diamètre au pas de vis avant le filetage.	Diamètre du corps après le filet.
		millim.	millim.	millim.
N°	8.. .	1.3.. .	7.35.. .	7
	10.. .	1.6.. .	9.20.. .	8
	12.. .	1.9.. .	11.05.. .	10
	15.. .	2.2.. .	13.90.. .	12
	18.. .	2.5.. .	16.75.. .	15
	21.. .	2.8.. .	19.60.. .	18
	25.. .	3.1.. .	23.45.. .	21
	30.. .	3.4.. .	28.30.. .	25
	35.. .	3.7.. .	33.15.. .	30
	40.. .	4.0.. .	38.00.. .	35
	45.. .	4.3.. .	42.85.. .	40
	50.. .	4.6.. .	47.70.. .	45

Lorsque l'on calcule le diamètre d'un boulon, on doit toujours supposer que le résultat correspond au diamètre après le filet, et augmenter dans la proportion indiquée ci-dessus.

Les écrous sont de plusieurs formes ; on les divise en

Écrous à chapeau à 6 pans,		fig. 10, pl. IX.
Écrous façonnés	*id.*	fig. 11.
Écrous ordinaires	*id.*	fig. 12.
Écrou quarré		fig. 13.

Les écrous à chapeau s'emploient principalement dans les pièces en vue, lorsqu'ils sont en petit nombre comme dans les stuffing-box et les supports de luxe.

Les écrous façonnés, qui diffèrent seulement des écrous ordinaires en ce qu'ils ont eu leurs bases aplanies au tour, s'emploient dans les pièces en vue lorsqu'ils sont nombreux, comme dans les cylindres et boîtes à vapeur.

Les écrous ordinaires, tantôt bruts de forge, tantôt ajustés, s'emploient dans toutes les autres parties des machines, sauf quelques parties tout à fait cachées où l'on met les écrous carrés.

Pour construire un boulon ou un écrou, on a une étampe qui se place sur l'enclume dans un trou ménagé à cet effet ; on a de plus, pour le boulon, une *clouière*, et pour l'écrou un mandrin dont le diamètre est celui au-dessous du n° du boulon auquel il correspond ; ce mandrin est l'un de ceux de la collection pour les douilles T, etc. ; l'étampe sert à former soit les six pans, soit le carré ; la clouière sert à faire la tête et consiste en une pièce de fer percée d'un trou égal à celui du corps du boulon ; quand la tête a été soudée après le corps, et frappée dans l'étampe, on passe le boulon dans la clouière et on l'aplatit à coups de marteau. Quelquefois la clouière est carrée et communique sa forme à la partie du corps seulement qui est près de la tête : cette disposition a pour but d'empêcher le boulon de tourner quand on serre l'écrou, mais alors on a soin de faire venir l'un des trous carrés aux pièces qu'on veut assembler.

A l'ajustage le travail des boulons et écrous consiste dans le tour, la machine à tarauder, et une troisième machine, employée seulement depuis quelque temps et donnant d'excellents résultats ; c'est la machine dite *à écrous* dont le but est de faire les faces à 4 ou 6 pans parfaitement réguliers. Le résultat de cette machine est d'économiser considérablement la main-d'œuvre pour les écrous ajustés, de les mettre en état de remplir exactement la clef de serrage, ce qui empêche l'usure de l'un et de l'autre, et d'offrir un aspect plus agréable à l'œil qu'un écrou ajusté à la main, qui, quoi qu'on fasse, présente toujours quelque irrégularité.

Si nous résumons tous les outils différents qu'entraîne un n° de boulon, nous trouvons :

1° *A la forge.* . .	1° Clouière.
	2° Étampe.
	3° Mandrin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *A l'ajustage. . .* 4° Peigne.
5° Mère de taraud.
6° Filière.
7° 4 tarauds.

3° *Au montage. . .* 8° Clef.

TOTAL. . . 11 outils différents.

On voit, d'après cela, de quelle importance il est d'avoir une série de ces pièces bien déterminée, en ce que non-seulement on en fait beaucoup, mais encore il faut les livrer à un prix très-bas.

Dans les devis, il est important de pouvoir évaluer exactement les poids des boulons qu'on emploie ; dans le but de faciliter cette évaluation, nous donnons ci-dessous un tableau représentant ces poids pour diverses longueurs.

Poids des boulons avec écrous ordinaires.

DISTANCE ENTRE LA TÊTE ET L'ÉCROU SERRÉ.

Diamètres.	0m,05	0m,075	0m.10	0m.125	0m.15	0m.175	0m.20	0m.25	0m.30	0m.35	0m.40	0m.45	0m.50	0m.60	0m.70	0m.80	0m.90	1m.
	k.	k.	k.	k.	k.	k	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
N° 8	0.045	0.054	0.064	0.073	0.083	0.093	0.102	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.26	0.29	0.33	0.37	0.41
10	0·080	0.096	0.11	0.125	0.141	0.156	0.171	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.41	0.48	0.54	0.60	0.65
12	0.13	0.15	0.17	0.195	0.215	0.237	0.259	0.30	0 35	0.39	0.43	0.48	0.52	0.61	0.69	0.78	0.87	0.96
15	0.23	0.265	0.30	0.333	0.367	0.40	0.435	0.50	0.57	0.64	0.71	0.77	0.84	0.98	1.11	1.24	1.40	1.52
18	»	0.420	0.48	0.53	0.576	0.629	0.674	0.77	0.87	0.97	1.10	1.16	1.26	1.45	1.65	1.84	2.10	2.25
21	»	0.648	0.72	0.78	0.848	0.914	0.98	1.12	1.25	1.38	1.52	1.65	1.78	2.05	2.31	2.57	2.85	3.12
25	»	»	1.13	1.23	1.319	1 414	1.51	1.70	1.88	2.10	2.25	2.45	2.64	3.00	3.38	3.76	4.12	4.52
30	»	»	1.843	1.98	2.115	2.25	2.39	2.7	2 93	3.20	3.47	3.74	4.00	4.55	5.00	5.62	6.17	6.73
35	»	»	»	3.00	3.19	3 38	3.56	3.93	4.30	4.68	5.00	5.41	5.80	6 50	7.28	8.00	8.73	9.50
40	»	»	»	4.31	4.55	4 79	5.03	5.51	6.00	6.47	7.00	7.45	7.95	8.90	9.85	10.82	11.80	12.80
45	»	»	»	»	6.23	6.54	6.84	7.45	8.10	8.66	9.30	9.90	10.50	11.70	13 00	14.15	15.40	16.60
50	»	»	»	»	8.30	8.63	9.06	9.83	10.60	11.35	12.10	12.90	13 65	15.20	16.70	18.20	19.80	21.30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les machines, les longueurs des boulons sont assez généralement proportionnées à leurs diamètres, c'est-à-dire que les boulons nos 8, 10, 12, etc., sont plutôt employés pour longueurs au-dessous de 10 centimètres qu'au-dessus; de même, les nos 45, 50, qui servent principalement comme boulons de fondations, ont des longueurs qui dépassent généralement 1m. et même 2m. Il suit de là que l'appréciation de la main-d'œuvre pourra se faire assez exactement, en n'ayant égard qu'au diamètre.

Un forgeron gagnant 5 fr. par jour et travaillant seul, peut faire, dans sa journée, un cent de boulons n° 8 avec écrous, et, avec un frappeur, 5 boulons n° 50 avec écrous, soit à tête, soit à clavette.

Supposant une longueur moyenne de 0m.075 au boulon n° 8, et 2m au boulon n° 50, nous aurons :

	kil.
Poids de 1 boulon n° 8 =	0.054
Poids de 100 *id.* *id.* =	5.40
Poids de 1 boulon n° 50 =	42.6
Poids de 5 *id.* *id.* =	213.0

Soit le 1er 6 kil. et le 2e 200 kil.

	kil.	fr.
Main-d'œuvre de	6 =	3.00
Donc.	1 =	0.50
Main-d'œuvre de	200 =	4.75
Donc.	1 =	0.02375

A l'ajustage, tantôt il n'y a qu'un simple taraudage, tantôt il y a du tour, de l'ajustage et du taraudage.

Considérons d'abord le premier cas :

Pour fileter un boulon n° 50, il faut 1/5 de jour à 5 hommes, ce travail se faisant généralement à bras, parce que ces boulons sont trop longs. Ces 5 hommes se composent de :

1 taraudeur, graissant et serrant à	3.00 fr.
4 manœuvres à 1.75	7.00
TOTAL.	10.00 fr.

$\frac{1}{3} \times 10^{f} = 3^{f}.33$.

Admettant que le taraudage de l'écrou coûte 1 fr. 77 c., nous aurons en total 5 fr. pour 42k.6 ou 0fr.11 pour 1kil.

Pour des boulons et écrous n° 8, un taraudeur travaillant à la machine en fera 1 cent par jour de chaque, ce qui met la main-d'œuvre égale à celle de la forge; on a donc :

		Main-d'œuvre du kil.
Pour n° 8. . .	forge. . .	0.50
	taraudage	0.50
TOTAL.		1.00
Pour n° 50. . .	forge. . .	0.024
	taraudage	0.11
TOTAL.		0.134

Insérant entre ces deux nombres 10 moyens géométriques, nous aurons pour 1kil. de chaque :

Diamètre.	Valeur du fer. fr.	Main-d'œuvre. du kil. fr.	Total pour 1 kil. fr.
N° 8. .	0.50. .	1.00. . .	1.50
10. .	0.50. .	0.87. . .	1.37
12. .	0.50. .	0.73. . .	1.23
15. .	0.50. .	0.61. . .	1.11
18. .	0.50. .	0.51. . .	1.01
21. .	0.50. .	0.43. . .	0.93
25. .	0.50. .	0.36. . .	0.86
30. .	0.50. .	0.30. . .	0.80
35. .	0.50. .	0.25. . .	0.75
40. .	0.50. .	0.21. . .	0.71
45. .	0.50. .	0.18. . .	0.68
50. .	0.50. .	0.15. . .	0.65

Lorsque les boulons sont tournés et ajustés, la main-d'œuvre, quoique exécutée la plupart du temps par les élèves, coûte beaucoup, et on ne sera pas loin de la vérité en l'évaluant 1 fois 1/2 ce qu'elle est pour les 2 autres opérations, ce qui donne :

Prix du kilog. de boulons tournés et ajustés.

	Main-d'œuvre. fr.	Total. fr.
N° 8. . . .	2.50. . . .	3.00
10. . . .	2.15. . . .	2.65
12. . . .	1.80. . . .	2.30
15. . . .	1.50. . . .	2.00
18. . . .	1.30. . . .	1.80
21. . . .	1.10. . . .	1.60
25. . . .	0.90. . . .	1.40
30. . . .	0.75. . . .	1.25
35. . . .	0.65. . . .	1.15
40. . . .	0.55. . . .	1.05
45. . . .	0.45. . . .	0.95
50. . . .	0.40. . . .	0.90

non compris les frais généraux.

2° *Supports.*

Les supports, *fig.* 8 (planche IX), sont spécialement destinés à maintenir dans une position déterminée, généralement horizontale, un axe doué d'un mouvement de rotation sur lui-même, soit continu, soit alternatif.

Il y a toujours 2 supports pour un même axe, et ils se trouvent toujours placés le plus près possible des extrémités.

On distingue deux parties principales dans un support : le *corps* et l'*embase*.

Le corps du support sert à porter l'axe, et l'embase à fixer ce support contre des pièces invariables de position. Le corps du support est toujours le même pour un même diamètre de tourillon; il se compose de 2 coussinets en tout sembla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bles à ceux des chapes de bielles, maintenus en place entre deux pièces de fonte, dont l'une s'enlève à volonté et porte le nom de *chapeau*. Ces pièces de fonte, qui s'emboîtent toujours l'une dans l'autre pour éviter toute espèce de mouvement, sont assemblées par 2 boulons pour des diamètres au-dessus de 20 millimètres, et 4 boulons à partir de ce diamètre. L'assemblage de ces boulons, avec la partie fixe, se fait comme sur le dessin quand les diamètres sont petits; à 60 millimètres on assemble les boulons à clavette, ce qui donne de la facilité pour les retirer quand ils se cassent. La grande analogie qui existe entre les fonctions des chapes de bielles et celle du support fait que, dans certains cas, on les remplace l'un par l'autre. Quand le support est très-élevé au-dessus de la plate-forme par exemple, on le remplace par une chape de bielle. La réciproque ou l'emploi du support au lieu de la chape ne réussit pas aussi parfaitement et ne se fait que par économie, car c'est fort laid; il existe pourtant des constructeurs qui prodiguent ce genre d'assemblage.

L'embase du support, appelée aussi *patin*, est très-variable de forme et de dimension : tantôt elle s'assemble avec une plate-forme horizontale, tantôt avec une verticale, tantôt avec une autre inclinée, affectant toute espèce de surface; de plus la distance du pied de l'embase à l'axe des supports est aussi variable. Il suit de là que, quand on fait un modèle de support, on construit à part le corps et l'embase qu'on relie ensuite par des vis pour le moulage : on fait le corps le plus court possible du côté de l'embase, afin de le faire servir pour les cas où l'axe est très-près de la plate-forme fixe; il ne reste plus ainsi qu'à faire varier la hauteur et la forme de l'embase, suivant les différents cas.

Tableau des supports.

Diamètre des tourillons. millim.	Diamètre des boulons. millim.	Poids pour hauteur minima. Fonte. kil.	Fer. kil.	Cuivre. kil.
N° 21. .	8. .	0.88. .	0.09 . .	0.09
25. .	8. .	1.32. .	0.132. .	0.132
30. .	10. .	2.65. .	0.265. .	0.265
35. .	12. .	4.00. .	0.400. .	0.400
40. .	12. .	6.00. .	0.600. .	0.600
45. .	15. .	8.60. .	0.860. .	0.860
50. .	15. .	12.00. .	1.20 . .	1.20
55. .	18. .	15.40. .	1.54 . .	1.54
60. .	18. .	20.00. .	2.00 . .	2.00
65. .	21. .	26.50. .	2.65 . .	2.65
70. .	21. .	32.00. .	3.20 . .	3.20
75. .	25. .	40.00. .	4.00 . .	4.00
80. .	25. .	46.00. .	4.60 . .	4.60
85. .	25. .	55.00. .	5.50 . .	5.50
90. .	30. .	59.00. .	5.90 . .	5.90
95. .	30. .	63.00. .	6.30 . .	6.30
100. .	30. .	67.00. .	6.70 . .	6.70

La main-d'œuvre se compose du forgeage des boulons, du moulage du support et de ses coussinets, du taraudage des boulons, de l'alésage des coussinets et de l'ajustage du tout.

Pour le support n° 100, nous avons $6^k.70$ fer n° 30, valant, d'après ce que nous avons dit plus haut, $6.7 \times 0.50 = 2$ fr. pour la main-d'œuvre seulement. Nous avons aussi pour le cuivre $6_k.70$ valant $6.7 \times \frac{15}{10} = 5^f.90$ pour la main-d'œuvre seulement, en supposant qu'elle est la même pour le cuivre que pour le fer dans les chapes de bielles, ce qui n'est pas tout à fait exact; mettons donc 5 fr. seulement.

La main-d'œuvre de la fonte se renfermera presque dans le travail de la fonderie : il y aura un léger ajustage pour placer les coussinets et faire entrer le chapeau. Supposons le travail de la fonderie $0^f.05$ le kil., et celui de l'ajustage $0^f.025$, nous aurons pour la fonte :

$$67^k \times 0^f.075 = 5^f.$$

Total de la main-d'œuvre,	fer. . .	2 fr.
	cuivre.	5
	fonte .	5
		12

Pour un support n° 100 on en fera 5 n° 21, donc un support n° 21 coûtera en main-d'œuvre $2^f.40$.

Insérant quinze moyens géométriques entre $2^f.40$ et 12 fr., et admettant que le kil. de fonte vaut $0^f.25$, nous aurons :

Diamètre des tourillons.	Fonte. fr.	Fer. fr.	Cuivre. fr.	Main-d'œuvre. fr.	Somme. fr.
N° 21...	0.22..	0.045..	0.27..	2.40..	2.95
25...	0.33..	0.066..	0.40..	2.66..	3.45
30...	0.66..	0.132..	0.80..	2.95..	4.55
35...	1.00..	0.200..	1.20..	3.27..	5.65
40...	1.50..	0.300..	1.80..	3.65..	7.25
45...	2.15..	0.430..	2.60..	4.05..	9.25
50...	3.00..	0.600..	3.60..	4.50..	11.70
55...	3.85..	0.770..	4.60..	5.00..	14.25
60...	5.00..	1.00 ..	6.00..	5.55..	17.55
65...	6.60..	1.32 ..	8.00..	6.15..	22.05
70...	8.00..	1.60 ..	9.60..	6.80..	26.00
75...	10.00..	2.00 ..	12.00..	7.55..	31.55
80...	11.50..	2.30 ..	13.80..	8.40..	36.00
85...	13.80..	2.75 ..	16.50..	9.30..	42.35
90...	14.80..	2.95 ..	17.70..	10.00..	45.45
95...	15.40..	3.15 ..	19.00..	11.00..	48.55
100...	16.80..	3.35 ..	20.00..	12.00..	52.15

non compris les frais généraux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On aura approximativement le prix de revient d'un support d'une hauteur quelconque, en prenant le prix du kil. du support correspondant dans le tableau ci-dessus, et le multipliant par le poids du nouveau support.

3° *Leviers, manivelles et balanciers.*

Nous n'avons rien à dire ici sur les manivelles et balanciers, ces pièces n'étant nullement employées dans les locomotives. Nous ne parlerons donc que des leviers en fer qui servent pour toutes les petites transmissions de mouvement circulaire en rectiligne.

La fig. 20 (planche IX) représente le levier tel qu'il s'emploie le plus généralement; sous cette forme il s'assemble toujours avec une fourchette. Il est d'autres leviers en fer, ceux d'excentrique, par exemple, dont le bras se trouve tout au bord du moyeu, au lieu d'être au milieu, et dont l'extrémité est munie d'un bouton analogue à ceux des manivelles. Quelle que soit la forme de ces pièces en général, la main-d'œuvre est la même pour toutes.

Les diamètres du tourillon et de l'arbre sont liés entre eux par une relation que nous avons indiquée sur le dessin et que nous allons expliquer.

L'arbre qui passe dans le moyeu résiste à la torsion, et le tourillon qui passe dans l'extrémité, a la traction transversale.

Pour le premier, on détermine le diamètre par la formule de Tredgold :

$$D^3 = 2.5 \frac{A}{n} \frac{9}{14}.$$

A étant, le travail transmis en kilogrammètres par ′ et n le nombre de tours dans le même temps.

Pour le second on détermine ce diamètre par la formule de Tredgold :

$$d^3 = 32.7 \frac{9}{14} Q.$$

Q étant le poids supporté par ce point.

Or, si l représente la distance entre les centres, on aura :

$$\frac{A}{n} = 2 \pi l Q;$$

d'où :
$$D^3 = 2.5 \frac{9}{14} 2 \pi l Q,$$

$$d^3 = 32.7 \frac{9}{14} Q,$$

et
$$\frac{D^3}{d^3} = \frac{14.4}{32.7} l,$$

d'où
$$D^3 = 0.44\, l d^3,$$

D, d et l exprimés en centimètres.

Comme la formule qui donne d peut servir pour des arbres ayant en longueur douze fois le diamètre du tourillon, il s'ensuit que la valeur de d est un peu forte; pour balancer cela, nous poserons en nombres ronds :

$$D^3 = 0.5\, l d^3,$$

et nous aurons :

Pour l = 5 centimètres.	$D = 1.36\, d$
10	= 1.71
15	= 1.96
20	= 2.15
25	= 2.32
30	= 2.47
35	= 2.60
40	= 2.71
45	= 2.82
50	= 2.93
55	= 3.02
60	= 3.10
65	= 3.19
70	= 3.27
75	= 3.35
80	= 3.42
85	= 3.49
90	= 3.55
95	= 3.62
100	= 3.68

Il n'est pas possible de déterminer les poids des leviers *à priori* sans entrer dans une série de tableaux dont l'utilité ne répondrait pas au travail qu'ils exigeraient; mais ces pièces étant en dimensions proportionnelles, on peut composer une formule au moyen de laquelle on aura ces poids pour des diamètres et des longueurs quelconques, par une simple substitution de chiffres.

En effet, on a :

Volume du moyeu :

$$= 1.2\, D \times \pi \left((0.833\, D)^2 - 0.25\, D^2 \right)$$
$$= 1.2\, D \times 3.141\,6 \times 0.445\, D^2$$
$$= 1.58\, D^3.$$

Volume de l'extrémité :

$$= 1.2\, d \times \pi \left((1.1\, d)^2 - 0.25\, d^2 \right)$$
$$= 1.2\, d \times 3.141\,6 \times 0.96\, d^2$$
$$= 3.6\, d^3.$$

Volume du bras :

$$= \left(l - \frac{D+d}{2} \right) \frac{D+d}{2} \times 0.6 \frac{D+d}{2}$$
$$= 0.15\, (D+d)^2 \left(l - \frac{D+d}{2} \right).$$

Faisant D=2d pour simplifier, on aura :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Volume du bras :

$$= 0.15 \times 9\, d^2 \left(l - \frac{3}{2}\, d \right)$$

$$= 1.35\, d^2\, l - 2\, d^3.$$

Substituant pour D^3, dans le volume du moyeu, sa valeur $0.5\, l\, d^3$, on aura pour volume total :

$$1.38 \times 0.5\, l d^3 + 3.6 d^3 + 1.35 d^2 l - 2 d^3.$$

Simplifiant, il vient :

Volume du levier :

$$d^2 \left(1.35\, l + 0.79\, l\, d + 1.6\, d \right).$$

Pour faire un levier le forgeron prend une barre de fer quarrée, plus grosse que le moyeu, la perce à chaud au moyen de plusieurs mandrins de diamètres différents ; puis, arrondit ensuite l'extérieur sur ce trou, soit à la tranche, soit au marteau seul, suivant qu'il a excès ou manque de fer. Il ménage, du côté du bras, une queue qu'il amincit d'abord au moyen du marteau à son extrémité, puis ensuite au moyen du dégorgeoir qui la fait mourir sur le moyeu par un congé de chaque côté. Le même travail s'effectue, pour l'extrémité, sauf le trou qu'on ne fait pas ; et quand ces deux parties sont exécutées, on allonge suffisamment l'une d'elles, soit en aplatissant, soit en ajoutant du fer jusqu'à temps qu'elles puissent se souder de longueur. Arrivé à ce point, le reste de l'opération n'est plus qu'un parage.

A l'ajustage, le tour fait l'extérieur des deux têtes, sauf les parties qui se trouvent dans les mêmes cercles que le bras ; ces parties sont terminées à la machine à parer. Quand les leviers dépassent $0^m.30$ de long, on tourne les deux têtes avant de les souder de longueur.

Après la machine à parer viennent le foret et l'alésoir ; les faces planes des bras s'exécutent à la machine à raboter, puis enfin à l'ajustage.

On aura assez exactement le prix de revient de la main-d'œuvre de ces pièces en le supposant égal au kil. à celui des fourchettes de même diamètre, ce qui donnera :

Diamètre du moyeu. Millim.	Main-d'œuvre du kil. fr.
N° 10	135.00
12	87.00
15	49.00
18	34.00
21	24.00
25	15.00
30	10.40
35	7.30
40	5.50
45	4.35
50	3.50
55	3.00
60	2.75
65	2.30
70	2.05
75	1.90
80	1.75
85	1.60
90	1.55
95	1.50
100	1.40

Non compris les frais généraux.

4° *Bielles, boutons, arbres, tourillons et guides.*

Toutes ces pièces sont variables de formes et de dimensions. Pour locomotives elles sont toutes en fer et faciles à évaluer, quand on en a le dessin, au moyen des prix de revient que nous avons donnés pour les pièces étudiées ci-dessus. Nous considérerons ces pièces comme spéciales, et les évaluerons dans le chapitre prochain, traitant de la composition des machines.

§ 3. *Marche à suivre dans l'exécution d'une commande depuis son inscription jusqu'à sa livraison.*

Dans l atelier de construction, comme dans toute espèce d'industrie manufacturière, on considère deux parties : le commerce et la fabrication.

Le commerce des manufactures est l'achat des matières premières et la vente des produits confectionnés.

La fabrication est la conversion des matières premières en objets confectionnés, soit suivant des formes déterminées par l'acheteur, soit pour satisfaire seulement à des conditions indiquées par le commerçant. Ce dernier cas est et doit toujours être celui de l'atelier de construction ; ce d'après les principes de classification et d'outillage que nous avons donnés dans le paragraphe ci-dessus.

Le chef du commerce est l'administrateur ; le chef de la fabrication est le directeur.

L'administration exige une connaissance parfaite des affaires, et, autant que possible, la connaissance des matières premières qui entrent dans la fabrication.

La direction exige une connaissance parfaite des matières premières, ainsi que de leur travail dans toutes les parties de l'usine.

Rarement et même jamais on ne rencontre ces deux spécialités réunies dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un seul homme pour l'atelier de construction; aussi, sont-elles généralement partagées entre deux chefs qui, suivant les cas, dépendent l'un de l'autre ou sont égaux.

Les parties constituantes de l'administration sont :

1° La comptabilité générale ;
2° Le magasin des matières premières ;
3° Le magasin des objets confectionnés et prêts à être livrés.

La comptabilité générale se divise en trois parties :

1° Comptabilité des dépenses ;
2° Comptabilité des recettes ;
3° Caisse.

La première comprend :

1° Le résumé des dépenses du magasin;
2° Le résumé des feuilles de paye de la forge, de la fonderie, de la chaudronnerie, de l'ajustage, du montage, des frais généraux, des employés.

La seconde comprend :

1° La correspondance provenant des expéditions ;
2° Le résumé des recettes.

La caisse fait les recettes, paye les dépenses, et règle les avances et les dividendes.

Le magasin des matières premières est enclavé dans la comptabilité des dépenses. Le magasin des objets confectionnés est enclavé dans la comptabilité des recettes.

Ces bases une fois posées, nous dirons :

Toute lettre arrivant à l'usine est décachetée par l'administrateur, et envoyée à la correspondance. Si elle a rapport à une commande, dont le prix d'exécution est inconnu dans ce bureau, copie en est faite et envoyée au directeur de l'atelier de construction. Ce dernier envoie la lettre au bureau des ingénieurs et dessinateurs, et là en est fait un devis aussi approximatif que permettent de l'être les renseignements consignés dans les archives de ce bureau. Le devis et la copie de la lettre remis au directeur sont approuvés et signés par lui ; il indique l'époque possible de la livraison, et les renvoie au bureau de la correspondance. Là se fait la réponse d'après les données fournies par le directeur, et cette dernière est soumise à la signature de l'administrateur et jetée à la poste.

Si la lettre est une commande positive, copie en est faite au bureau de la correspondance et envoyée, sous forme de commande, au directeur de l'atelier de construction; de plus, inscription de cette lettre est faite dans un livre spécial, avec l'époque de la livraison laissée en blanc.

Le directeur de l'atelier a trois cartons contenant les inscriptions suivantes :

Commandes à exécuter,
Commandes en exécution,
Commandes exécutées.

C'est dans le premier qu'il dépose la copie ci-dessus pour l'en retirer à l'époque qu'il jugera convenable pour en commencer l'exécution de manière à livrer à l'époque voulue. Le moment arrivé, il fait, d'après cette lettre, un projet écrit, et un ou plusieurs croquis à la main, indiquant de quelle manière il entend l'exécution de la commande ; remet ce travail au bureau des ingénieurs, et la lettre dans le second carton.

Le projet est étudié au bureau des ingénieurs et soumis à l'approbation du directeur, puis dessiné pièce à pièce par les ingénieurs, en ayant soin de mettre les pièces de fonte ensemble et les pièces de fer aussi ; les premières, sur une échelle de 1/5 ou 1/10, les secondes en grandeur naturelle.

Les dessins ne portent que les pièces de construction spéciale, et les pièces générales y sont indiquées par leur numéro seulement, quand elles sont de la première classe, et par leur numéro joint à leur longueur ou hauteur, quand elles sont de la seconde.

Les détails exécutés, un plan d'ensemble en est fait par un dessinateur, tant pour le montage que pour en envoyer des copies aux acheteurs.

Le travail du bureau des ingénieurs terminé, tous les dessins relatifs à une commande sont marqués : 1° du numéro de la commande ; 2° d'un numéro propre à chacun d'eux dans chaque commande, et soumis à l'approbation du directeur.

De là, les dessins sont distribués à la forge et à la fonderie où ils sont employés, comme nous avons dit, lorsque nous avons parlé de ces opérations. Après la fonderie et la forge, vient l'ajustage qui, après avoir terminé sa besogne, les remet, pour recevoir à leur place le plan d'ensemble au moyen duquel il vérifie si tout a été exécuté, et livré au montage. Après le montage vient l'expédition, consistant dans le marquage des pièces par des numéros correspondants à leurs noms indiqués dans le devis détaillé, fourni par les ingénieurs au bureau de l'expédition ; puis l'emballage et la livraison.

Le magasin de matières premières livre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la fois à toutes les parties de l'usine; ces livraisons sont à peu près les suivantes :

A la forge : . . fers, aciers, outils et combustible.
A la fonderie : fonte, sable, huile pour éclairage, outils et combustible.
A l'ajustage : . outils, éclairage et combustible.
Au montage : . outils, éclairage et combustible.
A l'expédition : suif, batafile et caisses.
Aux bureaux divers : . . . fournitures de bureaux.

Aucune livraison ne doit être faite sans un reçu qui sert à la vérification de son inscription, dont le but est non-seulement de rendre compte des dépenses, mais encore de contrôler les livres tenus dans les diverses parties.

Pour un atelier de construction bien organisé on compte :

1° *Administration.*	2° *Fabrication.*
1° 1 administrateur. .	1 directeur.
2° Comptabilité des dépenses.	Bureau des ingénieurs et dessinateurs.
1 garde-magasin. .	1 ingénieur.
1 employé pour feuilles de paye, résumés généraux et inventaires.	1 dessinateur.
3° Comptabilité des recettes.	
1 employé pour correspondance, journal et grand-livre.	
1 *id.* pour copie de lettres, factures et expéditions.	
4° Caisse.	
1 caissier pour caisse et inventaires.	

En réduisant à 1 le nombre des ingénieurs, nous supposons fait le travail relatif à la classification des pièces générales et à leur décomposition en séries. Dans ce cas, le travail des ingénieurs est minimum et peut être effectué par un seul, car il consiste principalement dans l'assemblage des pièces générales avec quelques pièces spéciales dont il doit réduire, autant que possible, le nombre.

§ 6. *Emplacement, disposition, prix d'établissement et roulement d'un atelier de construction pour locomotives.*

Un atelier de construction de locomotives doit être placé, autant que possible, près des chemins de fer qu'il est destiné à alimenter, principalement parce qu'il peut espérer avoir la réparation des machines en service, ce qui, d'une part, lui rapporte des bénéfices, et de l'autre, lui indique les perfectionnements dont sont susceptibles celles qu'il exécute. Dans le cas où il n'en est pas ainsi, la place de l'atelier de construction est près des usines où se fabriquent les matières premières et où la main-d'œuvre est la moindre.

Comme nous ne pouvons régler le prix de revient des objets confectionnés que sur des données, nous supposerons que nous avons à établir un atelier de construction aux environs d'une grande ville, Paris, par exemple, devant fournir douze locomotives de 15,000 kil. par an.

Une locomotive de 15,000 kil. contient :

Fer ajusté pour mouvements, roues, essieux et châssis . . .		6,500 kil.
Fonte ajustée pour cylindres, roues, supports, grilles, etc. . .		2,500
Cuivre ajusté pour coussinets, stuffing-box, soupapes, clapets, etc.		200
Tôle pour chaudières.	Fer. .	3,000
	Cuiv. .	2,000
Bois pour châssis.		800
Total. . . .		15,000 kil.

Ceci représente le travail d'un mois dans les divers ateliers; nous connaissons le travail d'un ouvrier moyen, nous en déduirons le nombre d'ouvriers qui sera :

A la forge. . . . . $\frac{6,500}{455}$ = 14 forgerons, 21 manœuvres.

A la fonderie. . . . . $\frac{2,700}{2.800}$ = 1 mouleur, 1 *id.*, 1/5 modeleur.

A la chaudronnerie. . . . . $\frac{5,000}{300}$ = 17 chaudronniers, 11 *id.*

A l'ajustage. . . . . $\frac{7,500}{215} \times \frac{2,500}{1,500}$ = 37 finisseurs, 25 *id.*

Arrondissant tous ces nombres et observant qu'à la fonderie il faut au moins 4 ouvriers : 1 pour sable vert, 1 pour sable d'étuve, 1 pour cuivre, 1 pour noyaux, nous aurons :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Ouvriers.	Manœuvres.	
Forges à main.	20	30	
Fonderie. Modèles. . .	1	1	élève.
— Mouleries. .	4	4	
Chaudronnerie.	20	12	
Ajustage. Tour. . . .	20	»	
— Alésoirs et gros tours.	2		
— Rabots. .	3		
— Forets. .	3		
Machines à tarauder	3		
Machines à parer. . .	2		
Etaux.	40	25	
Montage.	4	12	
Menuiserie, charpenterie, charonnerie. .	1	1	
Maçonnerie, couvrage	1	1	
Plafonnage, plâtrage, vitrerie, peinture. . .	1		
Service de la cour. . .		2	
Total.	125 ouv.	88 man.	

1° *Emplacement des diverses parties.*

1° Forge. Elle exige par forgeron une largeur de 5m. sur 2m.50 de long. On peut disposer les forgerons sur une seule ligne, soit accouplés deux à deux, soit accouplés deux à deux et adossés quatre à quatre. Dans le premier cas, pour 20 forgerons, la forge aura 5 mètres de large sur $20 \times 2^{m}.50 = 50$ mètres de long; dans le second cas elle aura 10 mètres de largeur sur 25 mètres seulement de long.

On ajoutera en plus, quel que soit le cas adopté, 100 mètres quarrés pour la machine à vapeur, le bureau du contre-maître, le magasin des calibres, mandrins et matières premières, et les martinets. Les fours à réchauffer seront en dehors.

2° Fonderie. Elle exige un espace de 25 mètres quarrés par mouleur dans son intérieur, ce qui, à quatre, fait cent mètres quarrés; plus 200 mètres quarrés pour les cubilots, les séchoirs, les moulins, le bureau du contre-maître et le magasin du cuivre. Les modeleurs et modèles se placent au premier étage au dessus de l'ajustage avec les menuisiers, etc.

3° Chaudronnerie. Elle exige un emplacement découvert de 25 mètres quarrés par chaudronnier, ce qui, à 20, fait 500 mètres quarrés, auxquels on ajoute la même quantité à couvert pour les divers outils, le bureau du contre-maître et le magasin des fournitures.

4° Ajustage. Il exige une longueur de 2 mètres par ajusteur finisseur devant une fenêtre, ce qui, à 40 ajusteurs, fait 80 mètres; comme on peut disposer de deux murs pour placer des fenêtres, on mettra 40 mètres de long et 20 ajusteurs sur chaque côté. La largeur se compose de :

	mètres.
1° Largeur de 2 ajusteurs. . . .	4
2° Largeur d'un tourneur. . . .	2
3° Largeur du chemin de fer du milieu.	2
4° Largeur d'un gros outil. . . .	2
Total.	10

5° Montage. Il contiendra toujours au moins 2 locomotives en montage. Supposant 3, la place convenable pour une locomotive, y compris les machines et outils divers, est de 15 mètres de large sur 5 mètres de long. Il aura donc 15 mètres de côté, et sera quarré.

6° Bureau. Outre les bureaux de l'administration et de la direction, il y a les magasins de matières premières et de produits confectionnés. Ces deux magasins, qui exigent bien 50 mètres quarrés de surface chacun, ne peuvent être dans le bâtiment des bureaux. Comme le montage reçoit des produits de la forge, de la fonderie, de l'ajustage et de la chaudronnerie, il se trouvera naturellement placé au centre de l'usine; nous y adosserons ces deux magasins et formerons un seul bâtiment de 20 mètres de côté, quarré, au lieu de 15 que nous avons indiqués d'abord.

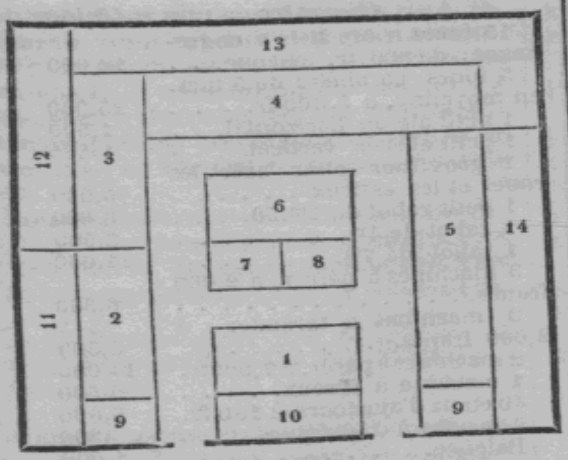
Le bâtiment des bureaux sera à plusieurs étages et contiendra au moins les logements du directeur et de l'administrateur.

Le rez-de-chaussée se divisera en 4 bureaux avec escalier au milieu. Les 2 bureaux donnant sur l'usine seront, l'un pour les ingénieurs, l'autre pour les employés de la comptabilité. Les 2 autres, donnant à l'extérieur de l'usine, soit sur un jardin, soit sur la route, seront, l'un le cabinet du directeur, l'autre le cabinet de l'administrateur; au premier seront les logements.

Un bâtiment d'administration peut avoir de 20 à 30 mètres de long sur 10 à 15 de large.

D'après ces données, voici comme nous disposerons l'usine :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



1 Bâtiment des bureaux
2 Fonderie.
3 Forges à main.
4 Ajustage.
5 Chaudronnerie.
6 Montage.
7 Magasin des matières premières.
8 Magasin des machines confectionnées.
9 Loges des portiers.
10 Parterre de fleurs, etc.
11 Cour de la fonderie.
12 Cour de la forge.
13 Cour de l'ajustage.
14 Cour de la chaudronnerie.

L'ajustage a 40 mètres, et le montage 20 mètres; le bâtiment des bureaux aura donc, comme le montage, 20 mètres de long.

La forge, à 10 mètres de large, comme l'ajustage, aura 25 mètres de long, plus 10 mètres pour la machine, etc. La fonderie, pour 500 mètres quarrés, exigerait 50 mètres de long, à 10 mètres de large; mais nous remarquerons qu'à 25 mètres elle fait, avec la forge, 60 mètres, longueur égale à celle de l'ajustage augmentée des 10 mètres de ses deux ailes de chaque côté. De plus, le montage, ayant 20 mètres et le bâtiment des bureaux 10 mètres de large, les chemins transversaux se trouvent, par cette disposition, de 10 mètres comme ceux longitudinaux.

La chaudronnerie formera, à elle seule, l'autre aile de l'ajustage, auquel elle abandonnera les 100 mètres quarrés du coin pour sa machine à vapeur et autres. Il lui restera 500 mètres quarrés de hangar, qui sont exactement ce que nous avons déterminé pour cet atelier.

Tout autour des bâtiments sera un couloir de 5 mètres de large, servant de cour aux différentes parties qui donneront dessus.

Nous aurons ainsi un emplacement quarré de 70 mètres de côté intérieur, faisant un total de 4,900 mètres quarrés de surface, et avec les murs d'enceinte 5,000 mètres quarrés ou 1/2 hectare.

Munis de ces renseignements, nous allons faire un devis approximatif des frais d'établissement d'un atelier de ce genre :

1° Emplacement de l'usine. 5000 mètres quarrés à 10 fr. le mètre quarré.	50,000 fr.
2° Murs d'enceinte $4 \times 70 \times 3^m \times 0.45 = 380$ mètres cubes.	
400 mètres cubes de pierre, à 3 fr. rendus.	1,200
40 mètres cubes de mortier, à 20 fr. rendu.	800
840 mètres cubes de main-d'œuvre à 1 fr. 50 c.	1,260
3° Murs des bâtiments d'ateliers.	
$500^m \times 6^m \times 0^m.50 = 1,500$ mètres cubes à 1/5 vide ;	
1,200m cubes de pierre à 3 fr.	3,600
120 mètres de mortier à 20 fr.	2,400
Main-d'œuvre, 3000 mètres quarrés, à 2 fr.	6,000
4° Charpente des ateliers.	
Plancher au-dessus de l'ajustage et escalier.	
10 Poutres de sapin de 0m.40 équarissage et 10.50 de long = 17 m. cubes à 60 fr.	1,000
20 Colonnes en fonte à 150 kil., 3000 kil. à 400 fr. . . .	1,200
$20 \times 10 = 200$ solives de 0m,20 sur 0m,10 et 4m de long, faisant 16 m. c. à 50 fr. . . .	800
500 m. q. planches à 5 fr. .	2,500
Escalier.	500
Ferrures et clous.	500
5° Toitures.	
Espacement des fermes, 3 mètres.	
60 fermes de 10 m. avec ramures et arêtiers à 100 fr. .	6,000
Couverture de ces 60 fermes, 2,500 m. q. à 10 fr. . .	25,000
Couverture complète du montage.	8,000
150 portes et fenêtres, à 40 fr., complètes.	6,000
Ferrures diverses.	5,000
5° Bâtiment des bureaux. .	30,000
6e Divers.	20,000
Pour immeubles.	171,760 fr.

que nous porterons à 175,000 fr. à cause des frais imprévus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Mobiliers et outils.*

1° Forges à main.

1 machine à vapeur de 12 chevaux, avec cylindre soufflant, de 6 chevaux pour pression de vent, 5 centimètres de mercure, transmission de mouvement pour les martinets; détente et condensation, toute montée, y compris les accessoires.	24,000
2 martinets complets à 3,000 francs.	6,000
2 fours à réchauffer pour roues et essieux de locomotives à 3,000 francs.	6,000
20 forges à main, dés, cheminées, grues et bâches à 500 francs l'une	10,000
20 enclumes de 400 kil. en moyenne à 700 francs l'une.	14,000
200 kil. d'outils par forgeron faisant 4,000 kil., fer et acier à 1 franc 25 cent.	5,000
1,000 kil. d'outils généraux tels que mandrins, calibres, etc. à 1 franc 25 cent.	1,250
10 gros étaux pour courber à chaud, à 150 kil. l'un, ensemble 1,500 kil. à 2 francs.	3,000
20 étaux de serrurier, 75 kil. × 20 = 1,500 k., à 2 fr.	3,000
Etaux, établis.	5,000
Balance, bureau, magasin, divers.	1,000
	78,250 fr.
Net. 80,000 fr.	

2° *Fonderie.*

2000 k. de châssis, à 35 fr.	7,000
2 cubilots à 3,000 fr., conduite de vent comprise.	6,000
Grues, tables, séchoirs.	10,000
Moulins.	5,000
Mobilier des modeleurs.	1,500
Bureau, magasin, divers.	500
	30,000

3° *Chaudronnerie.*

Machine à percer et couper la tôle.	3,000
Outils divers.	3,000
2 fours à réchauffer, à 2,000 fr.	4,000
Bureau, magasin, divers.	1,500
	11,500
Net. 12,000 fr.	

4° *Ajustage.*

Machine à vapeur de 20 chevaux, détente variable et condensation, toute montée.	30,000
Transmission générale du mouvement.	10,000
66 courrois de 0m,10 en moyenne, et 16 mètres de long, à 3 x 5 le mètre.	3,450
1 banc de tours à crochets, 6,000 k. à 50 fr.	3,000
	46,450

Ci-contre.	46,450
15 tours à crochets à engrenages, de 800 fr. chaque.	12,000
5 tours parallèles de 5 mèt. en moyenne, à 5,000 fr.	25,000
1 petit alésoir horizontal.	1,500
1 petit alésoir vertical.	1,500
1 gros tour pour axer les roues et les essieux	5,000
1 petit rabot de 1m.50.	3,000
1 rabot de 4m.	6,500
1 rabot de 7m.	11,000
3 machines à percer, à 2,000 francs.	6,000
3 machines à tarauder, à 2,000 francs.	6,000
2 machines à parer, à 7,000 fr.	14,000
1 machine à écroux.	2,500
40 étaux d'ajusteurs, à 150 fr.	6,000
2 meules à 150 francs.	300
Balance.	1,000
5,000 k. d'outils divers en fer et acier, à 3 francs.	15,000
Bureau et divers.	5,000
	167,750 fr.
Net. 170,000 fr.	

5° *Montage.*

1 machine à percer.	2,000
Outils de monteurs.	5,000
Grues et palans, chemins de fer, etc	5,000
	12,000 fr.

6° *Bureaux.*

Mobilier général.	10,000 fr.

Résumé des frais d'établissement d'un atelier de construction.

Terrain.	50,000 fr.
Bâtisse.	125,000
Forges.	80,000
Fonderie.	30,000
Chaudronnerie.	12,000
Ajustage.	170,000
Montage.	12,000
Bureaux.	10,000
Total.	489,000 fr.

Il faut compter, avec les frais imprévus, 500,000 francs.

Roulement.

En admettant qu'une locomotive de 15,000 kil. revienne à 30,000 fr. en moyenne, et qu'elle reste six mois en construction, il y en aura toujours six en construction dans les ateliers, non compris les autres travaux que l'on aura à exécuter. Il faudra donc avoir devant soi les matériaux propres à la confection de six machines au moins, plus l'argent nécessaire pour en payer la confection. Dans cette industrie, on est en usage de faire payer 1/3 à l'époque de la commande, 1/3 à l'époque de la livraison, et 1/3 après les épreuves de bonne marche; il suit de là que le capital de roulement ne doit pas être aussi considérable que pour d'autres industries, mais doit, néanmoins, être capable de subvenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux frais momentanés résultant de la fabrication d'un produit non encore vendu. Six machines à 30,000 fr. font 180,000 fr.; en mettant le capital de roulement à 200,000 fr. on aura suffisamment, si on travaille avec ordre et économie, et surtout si les affaires vont bien.

Nous calculerons donc le prix de revient des machines sur un capital social de 700,000 fr. qui est la somme des frais d'établissement et de ceux de roulement.

§ 7. *Détermination des bénéfices et prix de vente moyens des pièces confectionnées.*

Nous commencerons par déterminer les frais du personnel pour les répartir ensuite sur chaque partie.

La main-d'œuvre a été déterminée précédemment, nous la conserverons la même. Quant à l'administration et à la direction, nous la porterons ainsi :

Un administrateur. . . .	10,000 fr.
Un directeur.	10,000
Un ingénieur.	3,000
Un dessinateur.	1,500
Trois comptables.	7,200
Un caissier.	3,000
	34,700 fr.
Net.	35,000 fr.

Ces prix sont moyens

1° *Frais généraux pour* 1 *kil. de matière dans chaque partie et prix de revient moyen.*

1° *Forge.*

1° Emplacement 1/5 du total. .	10,000 fr
2° Bâtisse. *id.*	25,000
3° Mobilier propre.	80,000
4° 1/5 mobilier des bureaux. .	2,000
5° 1/4 du fond de roulement.	50,000
	167,000 fr.

En admettant que la durée moyenne de l'usine est vingt années, ce qui comprend tous les frais d'entretien et de réparation, le capital doit rapporter :

1° Intérêt naturel. . .	5 p. 0/0
2° Usé.	5 p. 0/0

Donc 10 p. 0/0 au minimum. 167,000 fr. à 10 p. 0/0 par an, font 16,700 fr.

Il sort de la forge par an 7,800 kil. pour locomotives, et avec les divers autres travaux 100,000 kil. au moins :

$$\frac{16,700}{100,000} = 0,167 \text{ par kil.}$$

Nous avons trouvé pour main-d'œuvre accessoire de l'usine 0f.01 par kil. de matière.

Nous avons à compter maintenant le charbon, les fournitures et les bureaux. Un forgeron consomme 1/3 hectolitre en moyenne par jour; donc pour 20, en nombres ronds, 7 hectolitres.

La machine à vapeur consomme 3 kil. par force de cheval et par heure, donc

$3 \times 12 \times 12 = 430^{k}$. 5 hectolitres par jour. Total 12 hectolitres à $4^{f}. = 48^{f}$. $48^{f}. \times$ 300 jours $= 14,400^{f}$.

$\frac{14,400}{100,000} = 0^{f}.14$ de houille par kilog. de fer forgé.

Les fournitures extraordinaires sont fort peu de chose à la forge et peuvent être évaluées à 0f.01 par kilog.

L'administration coûte, en supposant que la forge en paye 1/5,

$$\frac{7,000}{100,000} = 0^{f},070 \text{ par kilog.}$$

Donc :

1 k. de fer passant de la forge à l'ajustage.

Matière brute	0,50 fr.
Main-d'œuvre.	0,33
Frais généraux d'établissement.	0,17
Combustible.	0,14
Fournitures.	0,01
Bureaux.	0,07
Total. . . .	1,22 fr.

Si le fer passe de la forge hors de l'usine, on ajoutera au prix de revient 0.01 pour les frais de main-d'œuvre accessoire, ce qui donnera 1,23.

2° *Fonderie.*

1° Emplacement 1/5. . . .	10,000 fr.
2° Bâtisse. . . . 1/10. . . .	12,500
3° Mobilier propre.	30,000
4° 1/5 mobilier des bureaux.	2,000
5° 1/10 du fond de roulement.	20,000
	74,500 fr.

$74,500^{f}$ à 10 p. 0/0 $= 7,450$ par an.

Il sort de la fonderie par an $32,500^{k}$ fonte et cuivre pour locomotives. Supposant avec le reste $2,800^{k}. \times 12 = 33,600^{k}.$ par mouleur, pour 4 mouleurs nous aurons $120,000^{k}$.

$$\frac{7,450}{120,000} = 0^{f},062 \text{ par kil.}$$

Pour combustible nous avons 10 hectolitres $= 40^{f}.$ par $1000^{k}.$ donc $0^{f},04$ par kil.

Pour fournitures $10^{f}.$ par $1000^{k}.$ donc $0^{f}.01$ par kil.

Enfin, pour frais d'administration $7,000^{f}$ par an, ou $\frac{7,000}{120,000} = 0,058$ par kil.

Nous avons donc :

1 kil. fonte sortant de la fonderie pour passer à l'ajustage.

	fr.
Matière brute.	0,25
Main-d'œuvre.	0,0456
Frais généraux d'établissement.	0,06
Combustible.	0,04
Fournitures.	0,01
Bureaux.	0,058
1 kil. fonte coûte. . . .	0,4636

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 kil. cuivre sortant de la fonderie et allant à l'ajustage :

	fr.
Matière brute.	3,0000
Main-d'œuvre.	0,0456
Frais généraux.	0,06
Combustible.	0,04
Fournitures.	0,01
Bureaux.	0,058
1 kil. cuivre coûte. . .	3,2136

Pour ces matières sortant directement de l'usine :

Fonte.	0,48
Cuivre.	3,22

3° *Chaudronnerie.*

1° Emplacement. . . .	1/5. .	10,000 fr.
2° Bâtisse.	1/4. .	30,000
3° Mobilier propre. . . .		12,000
4° Mobilier des bureaux	1/5. .	2.000
5° 1/4 Fond de roulement. . .		50,000
		104,000 fr.

104,000 fr. à 10 p. °/o font, par an, 10,400 fr.

Il sort de la chaudronnerie 60,000 kil. de métal par an ; on a donc, pour frais généraux $\frac{10,400}{60,000} = 0^{f}.173$ par kil.

La consommation en charbon et fournitures peut être évaluée à 0f.015 par kil.

Les frais de bureaux sont

$\frac{7,000}{60,000} = 0^{f}.117.$

Donc ;

1 kil. tôle de fer sortant de la chaudronnerie, pour passer au montage :

Matière brute.	1 fr.
Main-d'œuvre.	0.50
Frais généraux d'établissement	0,173
Combustible et fournitures. . .	0.015
Frais de bureaux.	0 117
	1.805

Net. . . . . 1 fr. 80 cent.

1 kil. tôle de cuivre :

Matière brute.	3 fr.
Main-d'œuvre.	0.50
Frais généraux d'établissement	1.173
Combustible et fournitures. . .	0.015
Bureaux.	0.117
	3.805

Net. . . . . 3 fr. 80 cent.

4° *Ajustage.*

1° Emplacement. . . .	1/5. .	10,000
2° Bâtisse.	1/4. .	30.000
3° Mobilier propre.		170,000
4° Mobilier des bureaux	1/5. .	2,000
5° 1/4 Fond de roulement. . .		50,000
		262,000

262.000 francs, à 10 p. °/o par an, font 26,200 fr.

Il passe à l'ajustage 100.000 kil. fer et 100,000 kil. fonte. Comme le travail de la fonte est moindre que celui du fer et du cuivre, nous supposerons qu'elle ne supporte que moitié de frais généraux de ces derniers métaux, et nous aurons :

100,000 kil. de fonte = 50,000 kil. de fer.

Donc, frais généraux :

$\frac{26,200}{150,000} = 0^{f},175$ par kil. de fer.

0.175 par kil. de cuivre.
0.085 par kil. de fonte.

La consommation en charbon, pour la machine est $\frac{3^{k} \times 20 \times 12 \times 300}{80} = 2,700$ hectolitres par an. Soit, 3,000 fr. avec la forge de réparation d'outils et chauffage des ateliers, 3,000 kil. × 4 fr. = 12,000 fr.

$\frac{12.000}{150,000} = 0^{f},08$ par kil. de fer.

0.08 par kil. de cuivre.
0.04 par kil. de fonte.

Les fournitures se montent à 0f,10 par kil. de fer et 0,05 par kil. de fonte et cuivre, et consistent principalement en limes, burins, compas, équerres, huile de lampe, etc.

Les frais de bureaux sont :

$\frac{7,000}{150,000} = 0^{f},0466$ par kil.

On a donc :

1 kil. de fer sortant de l'ajustage :

Fer forgé.	1f.22
Main-d'œuvre totale, moyenne	0 .364
Frais généraux d'établissement. .	0 .175
Combustible.	0 .08
Fournitures.	0 .10
Bureaux.	0 .0466
	1f.9856

Net. . . . 2 fr.

1 kil. de cuivre sortant de l'ajustage :

Cuivre fondu.	3f.21
Main-d'œuvre.	0 .364
Frais généraux d'établissement	0 .175
Combustible.	0 .08
Fournitures.	0 .05
Frais de bureaux.	0 .0466
	3f,9256

Net. . . . 3 fr. 95 cent.

1 kil. fonte sortant de l'ajustage :

Fonte moulée.	0f.47
Main-d'œuvre.	0 .0455
Frais généraux d'établissement	0 .0850
Combustible.	0 .04
Fourniture	0 .05
Bureaux.	0 .033
	0f.7235

Prix fort élevé et prouvant qu'il n'y a pas avantage à fondre soi-même pour de petites quantités comme celles que l'on emploie dans les locomotives.

6° *Montage.*

1° Emplacement. . . .	1/5. .	10.000 fr.
2° Bâtisses.	1/5. .	25,000
3° Mobilier propre.		12,000
4° Mobilier des bureaux	1/5. .	2,000
5° 1/6.6 fond de roulement. .		30,000
		79,000 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79,000 fr. à 10 p. °/₀ font par an 7,000 fr.

Il passe au montage 12×35,000 = 180,000 kil. de métal par an ; donc, frais généraux :

$\frac{7,900}{180,000}$ = 0,044 par kil. de matière.

Net. . . . . 0 05.

Les fournitures du montage, si on y comprend l'emballage, sont assez élevées et peuvent être évaluées, en moyenne, à 0f,05 le kil.

Les frais de bureaux 7,000 fr., font par kil. $\frac{7,000}{10,000}$ = 0f.939.

1 kil. fer, sortant de l'usine dans une machine montée :

Fer ajusté.	2 fr.
Montage.	0.05
Frais généraux d'établissement	0.041
Fournitures.	0.05
Administration.	0.039
	2f.180

Net. . . . 2 fr. 20 cent.

1 kil. cuivre sortant de l'usine dans une machine montée :

Cuivre ajusté.	3 95
Montage.	0.05
Frais généraux d'établissement	0.041
Fournitures.	0.05
Administration.	0 039
	4f.130

Net. . . . . 4.15.

1 kil. fonte sortant de l'usine dans une machine montée :

Fonte ajustée.	0,724 fr.
Montage.	0,05
Frais généraux d'établissement.	0,041
Fournitures.	0.05
Administration.	0,039
	0,904 fr.

Net. . . . 0f.,90

1 kil. tôle de fer sortant de l'usine dans une machine montée :

Tôle chaudronnée. . . .	1,80
Montage, etc.	0,180
	1,980

Net. . . . 2 fr.

1 kil. tôle de cuivre sortant de l'usine dans une machine montée :

Tôle chaudronnée. . . .	3.80
Montage, etc.	0.18
	3,98

Net. . . . 4 fr.

En adoptant ces prix moyens, une locomotive de 15,000 k. coûterait :

Fer ajusté. . .	6,500k	à 2.20. .	14,300 fr.
Fonte ajustée.	2,500	à 0 90. .	2,250
Cuivre ajusté.	200	à 4.15. .	830
Tôle de fer.	3,000	à 2,00. .	6.000
Tôle de cuivre.	2000	à 4 . . .	8,000
Bois.	800.	. . . . .	100
			31,480 fr.

C'est ce que l'on compte généralement dans les usines. Néanmoins, nous verrons plus loin que pour les cuivres ajustés le prix s'élève beaucoup plus au-dessus de celui que nous indiquons ici, à cause des robinets, pompes et coudes de communication de la machine avec le tender.

Si de ces prix moyens, que nous venons d'établir, nous retranchons la valeur de la matière brute, plus, la main-d'œuvre, nous aurons les frais généraux pour un kil. de pièces moyennes, comprenant tout excepté la matière première et la main-d'œuvre.

Or, nous avons :

	Fer.	Cuiv.	Fonte.	TOLES de fer	TOLES de cuiv.
Matière brute. .	0,50	3,00	0.25	1,00	3,00
Main-d'œuvre. .	0,75	0,46	0,14	0,70	0,70
Totaux. . .	1,25	3,46	0,39	1,70	3,70

Les frais généraux moyens seront donc :

Pour le fer ajusté. .	0,95 le kil.
le cuivre *id.* . .	0,69
la fonte.	0,50
la tôle de fer . .	0,30
la tôle de cuivre.	0,30

Pour rendre ce résultat applicable à toute espèce de pièces, nous remarquerons que l'on a :

	Frais généraux.		Main-d'œuvre et matières premières.
Fer.	0.95	= 0,076 ×	1,25
Cuivre.	0.69	= 0,02 ×	3,46
Fonte.	0,51	= 1,03 ×	0,39
Tôle de fer. . . .	0,30	= 0,176 ×	1,70
Tôle de cuivre. .	0,30	= 0,081 ×	3,70

Nous adopterons ces rapports et nous dirons : connaissant le prix de revient de la matière et de la main-d'œuvre d'une pièce, on aura son prix de revient total, en multipliant ce premier prix par les nombres :

Pour le fer.	1,75
le cuivre.	1,20
la fonte.	2,00
la tôle de fer. . . .	1,2
la tôle de cuivre. . .	1,1

Il serait possible de déterminer ces coefficients par rapport à la main-d'œuvre seulement ; mais alors on ne ferait pas intervenir les frais de fourniture, de chauffage et de transport d'une manière aussi exacte que par cette méthode, parce que ces frais sont en général proportionnels aux poids.

2° *Prix de vente.*

Le prix de vente doit être calculé sur un bénéfice de 10 p. 100 : or, 700,000 font, par an, 70,000 fr. qui, répartis sur 200,000 k. de matières fabriquées, font, en moyenne, 0f.35 par kil.

Ainsi, une locomotive de 15,000 k.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coûtant 31,480 fr., sera vendue :

31,480, + 15,000 × 0.35 = 36,730 fr.,

ou 1.17 de ce qu'elle a coûté. Adoptant ce rapport, nous établirons le prix de vente ainsi :

Pour le fer.	1,17 × 1,75 = 2	fois le prix de revient de la main-d'œuvre et la matière première.
le cuivre.	1,17 × 1,2 = 1,5	*id.*
la fonte. .	1,17 × 2,0 = 2,5	*id.*
la tôle de fer. . .	1,17 × 1,2 = 1.4	*id.*
la tôle de cuivre. .	1,17 × 1,1 = 1.3	*id.*

Tels sont les renseignements que nous avons cru devoir placer comme indispensables, avant d'entrer dans les détails de la composition d'une locomotive. Nous espérons que, grâce à eux, ce que nous avons à dire maintenant sera compris de nos lecteurs et apprécié à sa juste valeur, ce qui eût été impossible autrement pour d'autres que pour des mécaniciens de profession, qui ne sont pas les seuls auxquels nous avons eu l'intention de nous adresser, en publiant ces articles.

(*La suite au prochain numéro.*)

Machines pour dresser à la meule les poulies, les roues, les cylindres, les tambours, etc.

Dans quelques grands ateliers de construction de l'Écosse on a commencé, depuis quelques années, à faire un usage beaucoup plus étendu qu'on ne l'avait fait jusqu'ici des meules de pierre, et à les appliquer au travail de certains objets pour lesquels on ne les employait pas auparavant ; nous citerons entre autres les essais qu'on a tentés depuis environ deux ans pour tourner par leur secours, bien cylindriquement, la surface convexe des poulies, des roues ou des tambours, opération qu'on exécute aujourd'hui au moyen d'une machine dont la description suivante donnera une idée suffisante.

Pl. XII, fig. 23, est une élévation latérale d'une de ces machines, et fig. 24 un plan de la même machine.

Dans ces figures *a a* indique la meule, et *b b* la poulie, la roue ou le tambour dont il s'agit de dresser la surface convexe. Cette poulie est assujettie sur l'axe *c c* uni d'un côté par un manchon à l'arbre *dd*, et de l'autre tournant dans une poupée mobile *e*. Cet arbre *d* lui-même tourne également dans des poupées mobiles comme nous le verrons plus loin.

La meule fait, par exemple, 180 révolutions par minute et la poulie 150 dans le même espace de temps. La meule et la poulie tournent dans la même direction, et les parties en contact frottent entre elles dans le rapport de la différence de leurs vitesses réciproques à la circonférence.

Sur la partie postérieure de la machine est placé un arbre *ff* d'un faible diamètre, et qui, au moyen d'un système de roues d'angle *x x x*, fait tourner les longues vis *g, g, g*, qui, en tournant, font glisser et marcher en avant les poupées mobiles *e, e* sur les coulisses ou rails *h, h, h*, qui font partie du bâti. Ces trois vis ayant un filet de même pas, il s'ensuit que l'arbre *dd* et l'axe *c* de la poulie peuvent être rapprochés ou éloignés de la meule, bien parallèlement à son arbre, en faisant tourner à la main la roue *v* montée sur l'arbre *ff*.

A l'extrémité de l'arbre de la meule *a* est un pignon d'angle *i*, qui engrène dans une roue dentée *k*, montée elle-même sur un autre arbre *mm*, dressé avec soin dans toute sa longueur, de manière à pouvoir glisser bien parallèlement à lui-même et avec aisance dans le canon *l* qui fait corps avec cette roue. Ce canon porte à l'intérieur une languette qui entre dans une rainure pratiquée sur la longueur de cet arbre *m*, de façon que l'arbre glisse suivant sa longueur dans ce canon, mais ne peut tourner que lorsque ce canon vient lui-même à tourner, et est entraîné par la roue *x*.

Au bout de cet arbre *m* sont fixés de petits bras à manivelle *n*, qu'on n'aperçoit pas distinctement dans la figure, attendu qu'ils sont perpendiculaires à son plan. Ces bras entrent dans une mortaise creusée dans la face verticale de la pièce *oo*, et comme cette pièce porte deux colliers qui tournent librement dans des collets taillés sur la périphérie de l'arbre *dd ;* il s'ensuit que lorsque la meule tourne, cet arbre *d*, ainsi que l'axe *c*, sont animés par la manivelle *n* d'un mouvement de va-et-vient qui porte la poulie, à chaque demi-révolution, tantôt vers un bord, tantôt vers un autre de la meule, ce qui les empêche de se déformer réciproquement, de creuser des sillons et les maintient cylindriques.

Si la machine est établie de manière à ce que l'arbre *d* et l'axe *c* s'avancent bien parallèlement à l'arbre de la meule et se meuvent dans leur va-et-vient dans un parallélisme parfait avec ce dernier sans devers d'une part ni de l'autre, il est évident alors que les surfaces frot-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tantes seront elles-mêmes parfaitement parallèles.

Le châssis *pp*, qui soutient l'extrémité de l'arbre à manivelle *mm*, est monté sur les deux poupées mobiles de l'arbre *dd*, et est par conséquent mis en mouvement avec celles-ci lorsqu'on les rapproche ou les éloigne de la meule.

C'est au moyen de la poulie *q* qu'on fait tourner l'arbre *d*. Cette poulie est fixée sur cet arbre avec une clef qui entre dans des rainures, et maintenue fermement à sa place par les portions du châssis *p, p,* qui l'entourent. Une petite tringle *r, r,* sert de guide à la pièce *o*, et donne à sa mortaise une direction constamment perpendiculaire au bras de la manivelle. Enfin *s* est la poulie qui communique le mouvement du moteur à la meule *a*.

La machine qui vient d'être décrite dresse par jour 15 poulies de 45 centimètres de diamètre sur 12 de largeur, en 10 heures de travail; quantité de travail très-considérable si on a égard à la vitesse modérée avec laquelle les pièces du mécanisme doivent être mises en action.

Lorsque la poulie est dressée, si on applique parallèlement à son axe une règle bien droite sur sa périphérie, cette règle doit la toucher dans toute sa largeur, quelle que soit la partie de la surface qu'on choisisse.

Quand la poulie est dressée on l'éloigne de la meule en la faisant toujours tourner, et on presse contre elle une petite baguette ou planchette bien droite, recouverte d'un peu d'huile et d'émeri, qui lui donne un beau poli.

Une meule à dresser et polir les poulies est beaucoup moins dispendieuse qu'un tour; elle fait tout autant de travail que lui, et l'exécute tout aussi bien que tous les tours à mouvements composés connus. En outre, lorsque la fonte est dure et aigre, ce qui se présente fréquemment pour les poulies de petite dimension, le tour n'est bon à rien; tandis que cette circonstance n'a nulle influence avec la meule. Une machine de l'espèce décrite dressera des pièces de fonte beaucoup plus minces qu'il ne serait possible d'en travailler au tour, ce qui procure une économie sur le métal; enfin, la manière dont la poulie se porte successivement d'un bord de la meule à l'autre fait que celle-ci est constamment en bon état; tous avantages qui donnent une supériorité décidée pour dresser les poulies, les roues et les tambours à la machine décrite, sur tous les tours d'ateliers.

La manivelle *n* est, avons-nous dit, à double bras ou en fourchette, et chacun de ces bras pouvant être enlevé à volonté, l'arbre *d* cesse alors d'avoir un mouvement horizontal de va-et-vient. Ainsi, lorsqu'il s'agit de dresser le plat d'une poulie, on enlève les bras de cette manivelle, et on fixe sur le guide *r, r,* une vis de pression qui agit sur la pièce *o,* et pousse l'arbre *d* dans un sens ou dans un autre. Dans cet etat, si l'on fait glisser la poulie à droite ou à gauche hors du contact de la meule, puis qu'on la fasse avancer, alors la vis pressant le plat de cette poulie contre la meule, ce plat, en mettant la machine en mouvement, se trouvera dressé parfaitement.

Les bras de la manivelle peuvent en outre, par des dispositions bien faciles à imaginer, être allongés ou raccourcis pour donner au mouvement de va-et-vient plus ou moins d'étendue suivant le besoin.

Une machine de cette espèce, propre à dresser les cylindres et les tambours, a besoin d'avoir plus de largeur que celle dont il vient d'être donné la description dans la portion qui renferme la meule et l'objet à dresser, afin de donner au va-et-vient plus d'étendue, et de pouvoir terminer les bases ou plats de ces cylindres ou tambours, lorsqu'on ne se propose pas de dresser ces bases au moment où on a monté ces pièces sur le tour pour les centrer ou y percer l'œil.

Lorsqu'une poulie est terminée et qu'il faut l'enlever, on écarte le manchon *t*, puis on tire en avant l'axe *c*, au moyen du levier *u*; on ôte la clef qui retient la poulie sur cet axe et on la retire. Chacune des poupées mobiles, dans lesquelles tourne l'axe *c* ainsi que l'arbre *d*, peut être enlevé et remplacé par des poupées plus grandes ou plus petites, ce qui fait que les mêmes arbres peuvent servir pour des poulies de tous les diamètres.

La meule est recouverte d'une arcure en bois, afin que l'eau dont on l'arrose ne soit pas projetée au loin.

Les fig. 25 et 26 représentent une autre machine également destinée à dresser à la meule la surface convexe des poulies de tous les profils.

Dans ces figures, *aa* est la meule, et *bb* la poulie qu'il s'agit de dresser. Cette poulie est assujettie sur un arbre *cc*, et lorsqu'on veut la monter sur cet arbre ou l'enlever, on desserre la vis de pression du manchon *d* qui arrêtait cet arbre et qui devient libre; alors on le tire en avant, en saisissant la poulie *e* qui lui communique le mouvement jusqu'à ce que la poulie *b* puisse être enlevée ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on puisse la remplacer par une autre.

Les deux tringles filetées *f*, *f*, font marcher des écrous fixés dans le support *gg* du chariot; et en tournant le levier ou la roue *h*, qui agit sur un système de roues d'angles *x*, *x*, on les fait mouvoir et presser la poulie contre la meule, ou bien l'en éloigner.

Le support *gg* du chariot qui chemine sur des coulisses pratiquées sur le bâti porte deux pivots *i*, *i*, et c'est sur ces pivots que la cage *llmm* tourne ou oscille comme sur un axe. Lorsqu'une poulie doit être dressée très-plate sur sa surface, les poupées *k*, *k*, qui glissent dans des rails sur une traverse de la cage, sont rapprochées aussi près que possible des montants *m*, *m* de cette cage en tournant la roue *n*, qui agit par un système d'engrenage conique sur des vis qui font avancer ces poupées. Plus les poupées dans lesquelles tourne l'arbre *cc* sont au contraire rapprochées des montants *l*, *l*, et plus aussi la poulie aura de courbure à sa surface convexe, ou présentera un profil d'un court rayon. Le pignon et la roue d'angle *p* et *q* mettent en action un arbre *oo*, lequel porte un excentrique *r* qui, par le moyen de la bielle *s*, communique le mouvement de va-et-vient à la cage *llmm*. En desserrant la vis de pression *t*, du canon de l'excentrique, celui-ci peut glisser le long de l'arbre *oo*, et en lâchant de même les vis de pression *u* et *v*, on peut le faire avancer le long de la tringle *w*, de manière à permettre à la cage *llmm*, des mouvements en avant ou en arrière de l'étendue qu'on désire.

Lorsque les poupées *k*, *k* ont été amenées sur les rails de la cage *llmm*, à la place convenable qui détermine la courbure ou profil de la poulie, on met la machine en mouvement et on fait presser la poulie sur la meule en tournant la roue *h*.

Quand s'agit de travailler une poulie d'un grand diamètre, il faut, pour l'introduire et la retirer de la machine, enlever la barre *z*, en dévissant les écrous qui la fixent à son extrémité.

Les parties du support *g*, qui portent les pivots *i*, *i*, présentent une mortaise pour qu'en tournant des vis et des écrous ces pivots puissent être fixés en un point quelconque de la mortaise. De même pour la cage, *llmm* les parties sur lesquelles reposent les crapaudines des pivots peuvent être fixées à un point quelconque par des vis calantes et d'ajustement, des clefs ou d'autres moyens. Ces mortaises, tant pour changer la position des pivots que celle de leurs crapaudines, permettent de raccourcir beaucoup les coulisses du bâti sur lequel glisse le support *g*, *g*, ainsi que d'autres pièces de la machine, et de les faire bien moins longues qu'elles n'auraient été sans cette disposition.

Les coulisses, les vis, les clefs, et toutes les pièces de cette partie de l'appareil, doivent être disposées de telle façon que, dans quelque position que soient placés les pivots et leurs crapaudines, les côtés *l*, *l* et *m*, *m* de la cage aient une direction verticale.

Il est évident qu'en formant avec des poulies dont le diamètre irait croissant un cône, assemblé par des moyens faciles à imaginer, on pourrait, en démontant ce cône, travailler d'abord sur la machine dont il vient d'être question, la poulie la plus petite, puis y réunir celle qui vient ensuite par ordre de grandeur, et la dresser de même, et ainsi de suite successivement jusqu'à ce que le cône fût complet et pût donner, par la différence de rayon de ses poulies extrêmes, tous les degrés de vitesse dont on a besoin.

Les machines dont nous venons de donner une description trop succincte peut-être, et des figures qui n'ont pas tout le degré de précision que nous aurions désiré, sont certainement ingénieuses, mais il n'échappera pas aux yeux de tout mécanicien exercé qu'elles laissent encore beaucoup à désirer sous le rapport de la construction, de l'exactitude ou de la perfection de leur travail.

On aura aisément aperçu que, dans la seconde machine, la courroie qui donne le mouvement à la poulie qu'il faut dresser, passe sur une poulie *e* qui est portée par la cage oscillante *llmm*, et que c'est là un grave défaut pour la régularité et la précision du mouvement; que les mouvements des poulies motrices de la meule et de la poulie à dresser, qui devraient être réglés d'après des rapports bien établis et arrêtés, n'ont au contraire aucune liaison entre eux, et qu'il faudrait avoir recours à des engrenages pour établir et conserver le rapport de vitesses réciproques qui doit exister entre eux; que dans la disposition adoptée, la meule, qui tourne plus vite que la poulie, doit, dès qu'on presse un peu cette dernière sur elle, l'entraîner dans son mouvement de rotation et tendre à lui faire prendre la même vitesse qu'elle, ce qui ne produit plus le frottement nécessaire, prolonge beaucoup le temps à employer pour dresser la poulie, et use considérablement la courroie de la poulie *e* de communication de mouvement.

Enfin, nous sommes disposés à penser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que, dans cette machine, il s'en faut qu'on ait songé à toutes les dispositions qui seraient propres à prévenir la déformation ou l'usure des meules et le dressage parfait des poulies. Le mouvement de va-et-vient qu'on a donné à cette poulie dans la première, est bien destiné à éviter ce défaut et à s'opposer à ce que des sillons se forment sur la meule ou la poulie ; mais ce mouvement ne suffit pas et pallie le mal plutôt qu'il n'y obvie. Il faudrait, pour y porter un remède plus efficace, que le mouvement de rotation d'un des arbres fût en même temps renversé à certains intervalles pendant le travail, ou que la poulie tournât tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. On pourrait encore placer les arbres à angle droit, l'un par rapport à l'autre, les renverser au besoin bout pour bout, ou adapter tel autre mécanisme qui pourrait faire parvenir à ce but important.

Quoi qu'il en soit, le moyen de dresser les poulies à la meule nous paraît expéditif et mériter d'être employé dans nos ateliers de construction, et nous conseillons d'en tenter l'application en laissant au génie et à l'expérience de nos mécaniciens le soin de modifier les machines ci-dessus décrites pour leur faire produire des résultats à la fois rapides, économiques et parfaits.

Rapport fait à la Société d'agriculture de Lyon, sur la charrue de M. P. Reverchon, propriétaire manufacturier, à Saint-Genis-Laval.

Si le nombre des charrues se multiplie, si chaque localité, en quelque sorte, veut avoir sa charrue de prédilection, si tous les amis de l'agriculture cherchent avec ce désir vif de faire mieux, que ce désir louable n'ait pas été toujours couronné de succès, s'ensuit-il qu'on ne doive plus se livrer à de nouvelles recherches? Non, sans doute, car ce n'est que par ce zèle persévérant que nous sommes parvenus en France, depuis 50 ans, à voir enfin surgir de ce nombre considérable d'instruments aratoires, deux charrues très-remarquables par la perfection de leur construction et de leur grande utilité; nous voulons parler de *la Dombasle* et de *la Grangé*, qui, successivement, sont venues se placer avec orgueil au milieu de notre conservatoire agricole, et semblent jusqu'à présent y vouloir régner longtemps en souveraines.

Tout en payant notre tribut d'admiration à ces deux chefs-d'œuvre, il n'en reste pas moins présent à l'esprit des agronomes que la meilleure charrue sera toujours celle qui, avec le moins de puissance motrice, fera dans le plus court espace de temps possible le labour le plus profond.

Qu'on ne croie pas qu'un enthousiasme irréfléchi qu'inspirent ordinairement les choses nouvelles, nous fasse inconsidérément porter un jugement sans avoir bien consulté notre conviction. Nous dirons, d'abord, que ce n'est point encore assez, que d'autres problèmes sur cette matière restent à résoudre ; celui le plus pressant dans le moment et qui nous occupe, est pour les médiocres et petites propriétés qui n'ont que des pièces de terres peu larges et peu étendues ; il faut à celles-ci une charrue qui puisse, sans perte de temps, revenir labourer à côté du sillon pour son aller et son retour, et non passer comme les autres charrues connues à versoirs fixes, d'une sole dans l'autre, qu'elle soit construite de manière à gagner du temps et à éviter la manœuvre pénible du versoir, comme cela se pratique avec toutes les charrues et araires à oreilles mobiles ou fixes. Que fallait-il donc faire pour cela? il fallait construire une charrue-jumelle. Eh bien ! messieurs, M. Reverchon s'est très-bien acquitté de cette tâche, il a fait comme M. Valcour ; il a aussi imaginé un araire double, mais avec cette différence que celle de M. Reverchon retourne mieux la terre et exige moins de force motrice ; elle obvie, en un mot, à tous les inconvénients dont nous avons parlé.

Voici la description de cet instrument de labour :

Figurez-vous, messieurs, deux charrues superposées l'une sur l'autre en sens inverse, liées ensemble, dont les mancherons seulement sont communs : chacune d'elles a son versoir à la Montelimart fixe ; mais l'un est pour la droite et l'autre pour la gauche, c'est-à-dire que lorsque l'une des charrues fonctionne, l'autre se trouve entièrement dessus et tournée le sep et le soc en l'air. On va croire, tout d'abord, que c'est une monstruosité ; mais pas du tout : sa construction, ou plutôt son bâti n'est point dépourvu de grâces, il est des plus simples et des plus ingénieux. Toutes les pièces qui composent cette charrue-jumelle sont de fer, et dans les proportions géométriques voulues ; un sep léger auquel vient s'adapter un soc en demi-lance, et deux étançons servent à réunir le sep à la flèche : l'étançon antérieur, qui est perforé et qui se divise en deux pièces jointes l'une à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre, gradue l'entrure, et, par conséquent, sert de régulateur par le moyen d'une vis-écrou; l'étançon postérieur, qui est un quart de cercle fixé à chacun des deux seps, sert également de point d'appui aux mancherons, lors du mouvement de va-et-vient pour tourner la charrue. Les mancherons, qui sont mobiles, se trouvent fixés par un écrou à la flèche qui est commune aux deux charrues, de manière à laisser mouvoir ces mancherons comme leviers autour du quart de cercle formant l'étançon postérieur, d'où il résulte que le laboureur, arrivant au bout du sillon, n'a simplement qu'à lever une cheville de fer qui fixe les mancherons au quart de cercle et les abaisse sur le côté opposé où se trouve également une mortaise ronde à jour, et une cheville de fer pour les fixer de nouveau; ce qui se fait sans perte de temps, pendant que les chevaux font leur conversion, en dirigeant en même temps et de suite sa charrue sur la ligne de la tranche de terre à renverser; ainsi de suite, l'instrument reprend aisément son entrure et fonctionne très-horizontalement. Cette manœuvre s'opère avec facilité et sans peine, pour l'aller et le revenir, toujours à côté du sillon.

La flèche, qui est commune, comme nous l'avons dit, aux deux charrues, porte deux coutres qui sont assujettis par une vis de pression; elle est armée, en outre, d'une roue de 54 centimètres de haut, qui lui donne à la fois un point d'appui et de la fixité dans sa marche.

Sur un sol garni d'herbes, argilo-siliceux de première classe, cette charrue-jumelle, attelée de deux chevaux, a fonctionné avec aisance; elle a constamment labouré de 18 à 20 centim. de profondeur, en prenant une tranche de terre de 16 centimètres; elle a donné au dynamomètre une force de traction qui s'est élevée à 250 kilogrammes, qui est le terme moyen des charrues ou araires allant à cette profondeur, et en ne prenant qu'une tranche de terre de 16 à 17 centimètres de large. Le labour a été bon, régulier, et la raye bien nettoyée.

Votre commission, messieurs, dont j'ai l'honneur d'être l'organe, sentant toute l'utilité que peut avoir cette charrue entre les mains de la médiocre et de la petite propriété, vous propose, dans l'intérêt même de l'agriculture en général, de donner toute publicité à cette nouvelle charrue-jumelle.

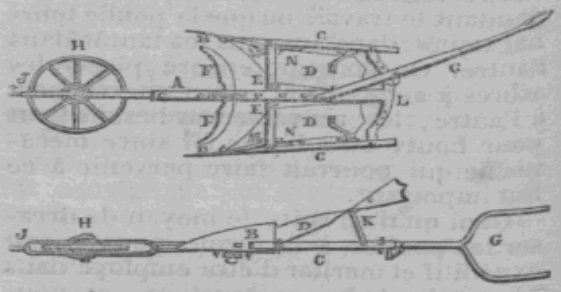
GARIOT, *rapporteur*.

LERINGE, BOUCHARD-JAMBON.

Légende.

Cette charrue, de fer forgé, est d'une grande solidité; elle pèse 75 kilogr. et coûte 120 francs à raison de 1 fr. 60 c. le kilogr.; le prix varie selon le poids. Elle durera autant que deux charrues ordinaires, puisque les parties sujettes à s'user sont doubles et ne travaillent qu'alternativement.

Elle a été construite par le sieur Perret, maréchal à St.-Genis-Laval, ouvrier adroit et très-intelligent qui se charge de leur confection.



A. — L'age.

BB. — Les socs en fer, la pointe et le tranchant en acier.

CC. — Les seps.

DD. — Les versoirs en tôle forte.

EE. — Les étançons intérieurs, avec des trous gradués pour régler la profondeur du labour.

FF. — Les coutres, tenus par une vis de pression dans une coulisse.

G. — Les mancherons.

H. — La roue.

I. — La chappe avec son crochet pour recevoir la volée.

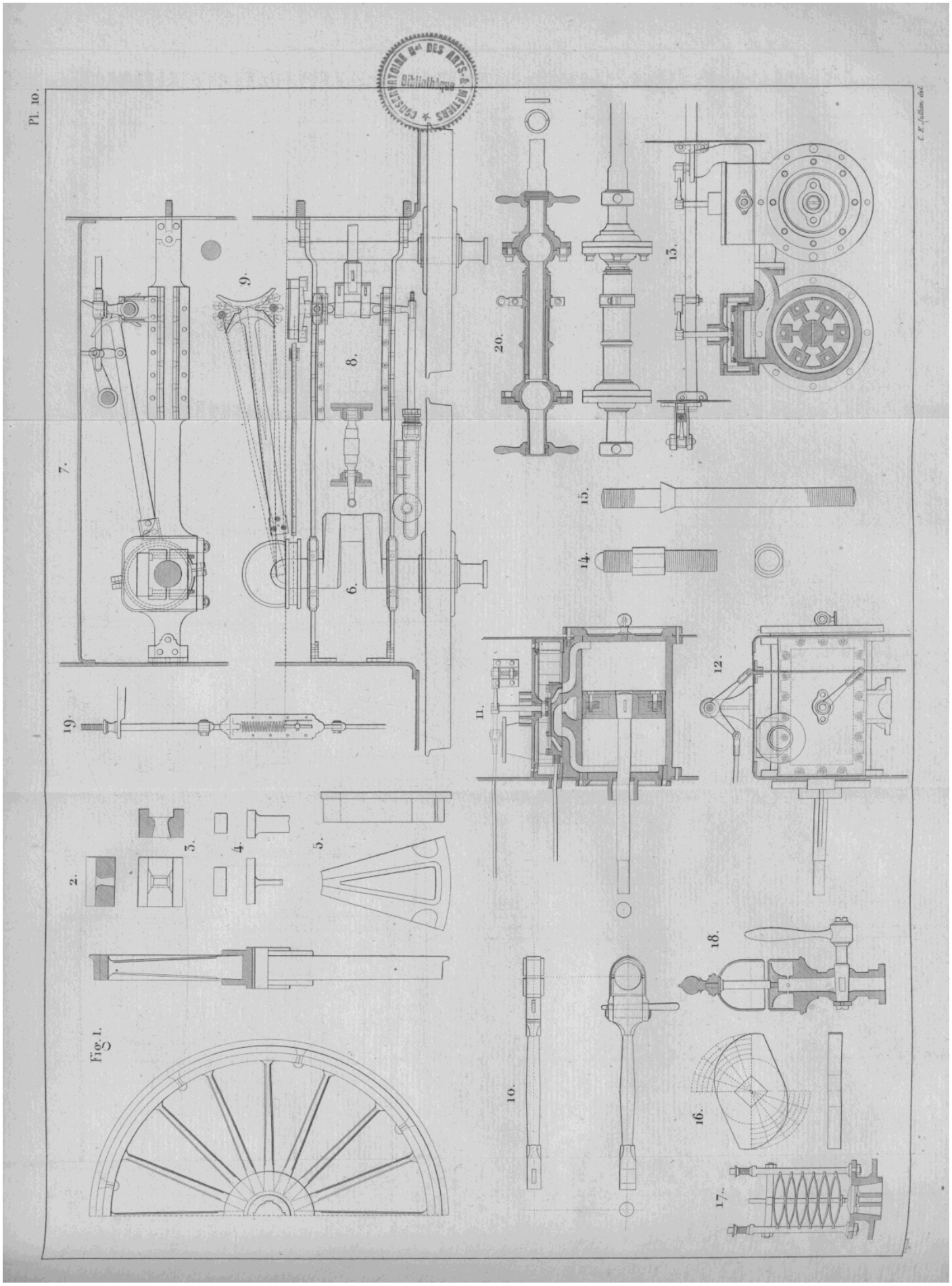
KK. — Tige en fer, pour tenir l'écartement des versoirs.

L. — Étançon postérieur en demi-cercle, sur lequel glissent les mancherons pour se fixer au moyen d'une cheville à l'une ou l'autre de ses extrémités, selon le côté de la charrue qui doit travailler; en les fixant dans le milieu, ils servent à conduire la charrue aux champs comme une brouette.

MM. — Coin en bois, pour fixer les socs.

NN. — Goussets dans lesquels entre l'extrémité postérieure du soc; il doit avoir assez de jeu pour qu'au moyen de petits coins en bois, on puisse faire varier la pointe du soc à droite ou à gauche, pour régler la largeur de la bande de terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Notice sur la fonte alliée de cuivre.

Par M. KRILOWSKI.

Les minerais de cuivre que l'on exploite sur le versant occidental de l'Oural donnent, lorsqu'on les fond, outre le cuivre, un alliage de fonte et de cuivre qui contient ordinairement 10 parties de ce métal, et même jusqu'à 14 p. 0/0 dans l'usine de Perm. Pour extraire le cuivre de cet alliage, on refond celui-ci sous le vent d'un soufflet dont la buse n'est inclinée que d'un degré dans les fourneaux qui ressemblent beaucoup à des foyers de forge. Le fer s'oxide à l'état de scories, et le cuivre se réunit au bain sur la sole du fourneau.

Mais comme le cuivre ainsi obtenu contient encore 7 pour 0/0 de fer, et que les scories retiennent 2 pour 0/0 de cuivre, on fait subir à l'un et à l'autre une seconde opération.

On raffine le cuivre d'abord au four à réverbère, et ensuite au petit foyer.

Quant aux scories, on les réduit dans un haut-fourneau, comme on traite les minerais de fer dans le Stuckofen, il en résulte une loupe de 60 à 80 kilog. que l'on extrait du fourneau, et que l'on traîne sur-le-champ au four d'affinerie, où on la scorifie comme l'alliage de fonte et de cuivre : on réduit encore les secondes scories, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'enfin il ne reste plus que 1 p. 0/0 de cuivre ; alors on les rejette.

Ce mode de traitement est compliqué et dispendieux ; mais tant qu'on a cru que le fer et le cuivre pouvaient s'allier ensemble d'une manière intime, on n'a pas pensé qu'il fût possible d'en suivre un autre. Ce n'est que depuis qu'on sait que ces deux métaux se mélangent seulement sans se combiner chimiquement, que l'on a pu concevoir l'espoir de les séparer en mettant l'alliage à l'état de pleine fusion, et en enlevant le fer aussitôt qu'il serait solidifié en se refroidissant, ou en pratiquant dans le fourneau deux ouvertures de coulée placées à deux hauteurs différentes pour faire écouler la fonte par l'une et le cuivre par l'autre. Ce moyen a été soumis à l'épreuve d'un essai en grand, en 1833, dans l'usine de Jugowskoï. Voici quels ont été les résultats de cet essai.

Un certain nombre de lingots de fonte cuivreuse, pesant ensemble 500 kilog., ont été placés à un même niveau sur le charbon dans un petit foyer dont la tuyère avait 14 degrés d'inclinaison ; et quand la matière métallique a commencé à fondre, on a eu soin de jeter des scories dessus de temps à autre pour la préserver de l'oxidation. Le tout étant devenu bien liquide, on a entretenu le bain dans cet état pendant une demi-heure ; puis on a fait écouler la fonte et le cuivre successivement par deux ouvertures différentes.

Le cuivre que l'on a obtenu de cette manière ne retenait que 20 pour 0/0 de fer, et on a pu le passer à l'affinage en four à réverbère.

Quant à la fonte, on a trouvé qu'elle contenait depuis 1/4 jusqu'à 2 p. 0/0 de cuivre. On a essayé de l'employer à différents usages, et l'on a reconnu qu'elle se moule avec la plus grande facilité ; qu'elle pénètre jusque dans les plus petites cavités ; qu'elle ne prend presque aucun retrait en se solidifiant ; qu'elle peut recevoir un très-beau poli ; qu'elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se trempe comme l'acier ; que, lorsqu'on la fait refroidir brusquement, elle a une cassure brillante, lamelleuse, et qu'elle est extrêmement dure; tandis que quand elle se refroidit lentement, elle prend une structure grenue à grain fin et mat : elle est tellement douce qu'on peut la travailler au tour avec la plus grande facilité, et elle est même malléable jusqu'à un certain degré.

On en a fait de petits canons qui ont paru tenaces et bien homogènes; mais malheureusement on ne les a soumis à aucune épreuve par la poudre.

Lorsque les pièces coulées avec cette sorte de fonte sortent des moules, elles se trouvent recouvertes d'une couche continue, quoique extrêmement mince, de cuivre métallique ; en sorte que quand on les a laissées s'oxider à l'air pendant un certain temps, elles prennent absolument l'aspect du bronze.

La consommation du combustible, dans cette expérience, a été double de ce qu'elle est ordinairement par le procédé d'oxidation ; mais cela tient à ce que l'espèce de fourneau que l'on a employée ne convient pas pour une opération de ce genre. Le fourneau dont il faudrait se servir serait évidemment un demi-haut-fourneau, mais il n'en existe pas dans ce genre dans l'usine de Perm ; et comme le but principal de l'essai était de savoir quel parti on pourrait tirer de la fonte cuivreuse, la consommation de charbon était une circonstance peu importante.

Dans les usines de Perm, on obtient annuellement plus de 10,000 pouds (1,647 quintaux mét.) de cette fonte, et l'ensemble des usines dans lesquelles on traite les minerais cuivreux de l'Oural en produit environ 100,000 ; d'où il suit que dans l'état des choses plus de 80,000 pouds (13,177 quintaux) de fonte qu'on pourrait en extraire sont perdus.

Sur la fabrication de la soude du commerce.

La soude, l'un des produits les plus importants de l'industrie manufacturière, a donné lieu, depuis qu'on sait qu'on peut l'extraire du sel marin, à une foule de recherches et de tentatives, soit pour opérer cette extraction économiquement, soit pour condenser ou faire un usage utile de l'acide chlorhydrique gazeux qui se dégage pendant l'opération, et qui, lorsqu'on le laisse échapper dans l'atmosphère, cause aux environs des dégâts considérables et des altérations profondes à la végétation.

Quoiqu'il existe depuis longtemps divers procédés d'extraction de la soude qui donnent de bons résultats, les fabricants et les chimistes modernes n'ont pas cru cependant qu'on dût s'abstenir de rechercher d'autres procédés manufacturiers, et même depuis quelque temps on les a vus redoubler de zèle pour découvrir de nouvelles solutions de ce problème.

Nous allons passer en revue les moyens proposés le plus récemment pour fabriquer la soude, en nous bornant à ceux seulement qui nous paraissent présenter quelque chose de nouveau, et en passant sous silence tous ceux qui ne sont guère que des modifications sans importance des moyens ou des appareils déjà connus. Dans cette revue rapide, nous suivrons l'ordre des dates de la publication des procédés.

I. M. W. Gossage (1), chimiste-praticien distingué, n'a pas cherché à combiner les actions réciproques de nouveaux ingrédients dans la fabrication du sulfate de soude ; il se sert, comme on a fait jusqu'ici, du sel commun et de l'acide sulfurique ; mais il s'est proposé, pour opérer la décomposition du sel marin, de construire un appareil propre à produire du sulfate de soude de bonne qualité, et de faire une application immédiate d'une portion de l'acide chlorhydrique gazeux qui se dégage dans l'opération pour effectuer certaines opérations chimiques sans condensation préalable de cet acide gazeux, puis de condenser l'autre portion en la faisant absorber par de l'eau. Son appareil est établi de façon que la décomposition du sel par l'acide sulfurique et la calcination s'exécutent dans le même four où l'opération a commencé, et que toutes les parties du métal qui entrent dans la construction de cet appareil sont protégées suffisamment contre l'action de l'acide chlorhydrique, afin de prévenir leur destruction et une production d'hydrogène qui pourrait devenir nuisible par cette action.

L'appareil de M. Gossage consiste, 1° dans la construction perfectionnée d'un four à réverbère de décomposition, 2° dans la construction et l'application d'une soupape hydraulique qu'on établit à l'intérieur des appareils, et qui fait partie du conduit par où le gaz s'échappe de ce four ; 3° dans une construction particulière d'un premier appareil condensateur, et l'application immédiate à un usage utile d'une portion de l'acide

(1) L'auteur a pris un brevet, en France, pour cet objet le 8 août 1839.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlorhydrique dégagé pendant l'opération ; 4° enfin, dans la disposition nouvelle d'un second appareil condensateur et d'absorption par l'eau d'une autre portion d'acide chlorhydrique gazeux séparé de la fumée, afin d'obtenir le même acide à l'état liquide.

Dans ce mode de construction du four à réverbère, on remarque deux carneaux ou conduits ; l'un, appelé conduit à fumée, communique directement, suivant le besoin, avec le tuyau de cheminée, ou, dans d'autres moments, avec le second appareil condensateur, et l'autre conduit à gaz est en rapport avec le premier appareil condensateur. Ces conduits ou passages sont munis de registres, soupapes ou autres dispositions mécaniques pour pouvoir les fermer ou les ouvrir à volonté, et pour interrompre ou changer la communication entre le four et les deux appareils condensateurs, ainsi que l'exige la conduite des opérations.

Enfin ce four à réverbère est construit de telle façon qu'il peut à la fois servir d'appareil, que l'auteur appelle de distillation, en fermant et en lutant des obturateurs qu'on peut appliquer avec facilité sur toutes les ouvertures qu'on y a ménagées.

La description des figures qui représentent les détails de ces divers appareils servira à en faire mieux comprendre la disposition et le jeu.

Planche XII, figure 4, est la vue perspective d'un de ces fours à réverbère perfectionné et complet.

Fig. 5. Coupe verticale suivant la longueur.

Fig. 6. Coupe verticale et transverse par la ligne *ab*, fig. 5 et 7.

Fig. 7. Section horizontale.

On voit dans les fig. 16 et 17 ce four à réverbère perfectionné avec ses carneaux ou conduits réunis à un appareil condensateur. Dans toutes ces figures les mêmes lettres indiquent les mêmes objets. A est le foyer, B les barreaux de la grille, C le cendrier, D la voûte, E l'autel et G la sole. Toutes ces parties ressemblent à celles des fourneaux à réverbère ordinaires employés pour la décomposition du sel commun.

KK est une chemise en fonte qui enveloppe complétement le four ; L, L un prolongement de cette chemise qui entoure le conduit à fumée ; M, M des encadrements en fer pour recevoir les obturateurs du foyer et du cendrier.

La chemise est formée de plaques de fonte d'environ 25 millimètres d'épaisseur, solidement boulonnées les unes aux autres, et dont les joints sont rendus imperméables par un mastic. Les encadrements M, M sont également en fonte et à feuillure pour recevoir deux plaques de fer N et O, qui servent d'obturateurs pour clore les ouvertures du foyer et du cendrier. Ces obturateurs, lorsqu'ils sont en place, comme dans les figures 5 et 7, sont lutés avec de l'argile ou autre substance propre à rendre les points d'application imperméables.

Sur un des côtés du four est boulonné et mastiqué un autre cadre en fonte F vu en coupe, fig. 6 et 7, qui est également à feuillure, pour recevoir un autre obturateur ou tampon qu'on assujettit par une barre à vis, et qu'on lute aussi avec de l'argile. Ce tampon est en pierre, et on y a percé un trou circulaire pour faire passer le manche du rable. On y remarque aussi une seconde ouverture pour l'introduction de l'acide sulfurique dans le four. Lorsque le tampon est en place, ces ouvertures sont fermées avec des bouchons d'argile.

P, P sont des espaces vides ou intervalles ménagés entre les constructions en brique et la chemise en fer, et qu'on remplit avec de l'argile préalablement séchée et pulvérisée, ou avec du sable fin qu'on bat et tasse fortement, afin de former une double enveloppe pour le four et les conduits, et de protéger les plaques de fonte contre l'action de l'acide chlorhydrique gazeux.

La cheminée H est construite en briques RR enduites d'argile, et entre ces briques et les plaques de fonte L, L il existe également des vides où l'on tasse de l'argile desséchée ou du sable. Ces vides s'étendent jusqu'à 65 centimètres environ, à partir du corps du four. A cette hauteur, les briques sont en retraite et touchent la chemise (fig. 5 et 16), en formant ainsi un appui sur lequel repose un registre S destiné à fermer le conduit à fumée en faisant usage d'argile pour rendre la clôture plus hermétique. Ce registre s'applique et s'enlève par une ouverture Q fermée par une porte en fer.

Au delà du registre, le conduit à fumée se divise en deux branches ; l'une, T, conduit au second appareil condensateur ou tourelle, et est munie d'un registre V pour établir ou fermer la communication ; l'autre, W, débouche directement dans le tuyau de cheminée, et est également pourvue d'un registre X pour ouvrir et fermer ce passage. Ces registres sont des plaques de fer avec encadrement. La branche T est en communication avec un tuyau horizontal qu'on fera bien de faire passer sous terre, et qui se relève ensuite ver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ticalement pour conduire le gaz à la partie supérieure de la tourelle ou second appareil condensateur. La branche W communique avec la cheminée par les moyens qu'on jugera les plus convenables.

Le conduit à gaz Y est également construit en briques avec enveloppe en fer et intervalles remplis d'argile ou de sable, comme la cheminée. La partie supérieure de ce conduit pénètre dans un canal en pierre Z (fig. 16 et 17), pourvu d'un couvercle *a* luté, pour éviter les fuites. Ce canal, en forme de gouttière, sert à diriger l'acide chlorhydrique gazeux à la soupape hydraulique V, dont on va donner la description.

La fig. 8 est une vue perspective de cette soupape hydraulique perfectionnée et séparée du canal de communication Z.

La fig. 9 en est une coupe longitudinale et verticale.

Cette soupape est creusée dans un bloc solide d'une pierre que l'acide chlorhydrique n'attaque pas aisément, telle que le grès. Les portions saillantes *b* et *c* qu'on voit à son intérieur interceptent le passage dans le canal V, V, lorsqu'on y verse une suffisante quantité d'eau, par exemple, jusqu'au niveau de la ligne ponctuée *y*, *z*, fig. 9; tandis que lorsqu'on retire ce liquide, il existe une communication entre le canal et d'autres parties de l'appareil; *d* est une dalle en pierre qui clôt l'ouverture de cette soupape, et qu'on rend imperméable en la lutant, et *e* un siphon pour enlever l'eau contenue dans la soupape.

Ce siphon pénètre à l'intérieur par un trou percé en *t* dans la partie solide d'une des parois de la soupape, trou qui communique avec la chambre de la soupape par un petit puits *g*, qui contient constamment une quantité suffisante d'eau pour clore l'ouverture de communication, et s'opposer ainsi à une fuite de gaz par le trou *t*. Ce trou sert également à verser l'eau qui doit fermer la soupape. Le siphon porte un entonnoir k^2 pour y verser l'eau qui doit le faire fonctionner quand il est en place, et permettre ainsi d'ouvrir promptement la soupape. Les portions *h* et *i* de cette soupape sont également disposées pour être lutées, et assurer une jonction parfaite entre la soupape et les canaux Z et J (fig. 16 et 17), dont le dernier est un tuyau en pierre qui sert à établir une communication entre la soupape hydraulique et le premier appareil condensateur.

Ce premier appareil condensateur est construit en matériaux inattaquables par l'acide chlorhydrique liquide ou gazeux, et c'est dans son intérieur qu'on introduit les matières qu'on désire soumettre à l'action directe de cet acide gazeux à mesure qu'il se dégage du four. Cet acide entre à la partie supérieure de l'appareil, et on voit s'écouler à sa partie inférieure, par un canal, les produits liquides de sa réaction; ceux qui restent gazeux, passent par un conduit distinct et séparé.

Cet appareil condensateur est susceptible, sous le rapport de sa disposition, de plusieurs modifications, et voici deux modèles établis d'après le même principe, mais différents par les détails.

Fig. 10, coupe verticale transverse.
Fig. 11, section horizontale.
Fig. 12, coupe verticale et longitudinale.

Ces figures présentent un appareil auquel il convient de donner la préférence toutes les fois qu'il s'agit d'exposer des substances en morceaux ou en fragments à l'action de l'acide chlorhydrique gazeux.

Il consiste en un mur extérieur *k*, *k* en brique ou en pierre, et une chemise *l* qu'il vaut mieux établir en pierre. Entre le mur et la chemise il existe des espaces vides *m*, *m* qu'on remplit d'argile séchée et tassée. Sur le fond de l'appareil, on place une auge en pierre *n* pleine de gros cailloux siliceux pour recevoir les produits liquides de la condensation. A une extrémité de cette auge, qui est plus épaisse que l'autre, est une ouverture inclinée *o*, *o* qui permet au liquide de s'écouler sans qu'il y ait fuite de gaz. Ce gaz arrive par un conduit *p* en pierre enduit d'argile m^*, m^*, et entre dans l'appareil à condensation, après avoir passé sous la dalle *q*.

Le fond de cet appareil condensateur est formé de dalles en pierre *r*, *r*, *r* à recouvrement, inclinées vers l'auge *n* et soutenues par de petits murs élevés de distance en distance. Les intervalles ou vides *m*, *m* qu'on observe sur les quatre parois de cette chambre, se continuent de même par-dessous, et sont comblés avec de l'argile bien battue, tant entre les petits murs que contre l'auge *n*, pour prévenir toute fuite de gaz. La partie supérieure de cette chambre est recouverte également de dalles de pierre lutées dans les joints avec le plus grand soin, et à travers lesquelles on introduit, par des trous percés à cet effet, le bec de divers entonnoirs, ainsi qu'on le voit en *t*, fig. 10, établies de manière à permettre l'introduction de l'eau dans l'appareil, en constituant en même temps des bondes ou soupapes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hydrauliques qui s'opposent à la déperdition des gaz.

On introduit aussi à travers ces dalles un tuyau *u*, qui amène au besoin de la vapeur d'eau.

L'acide chlorhydrique, dégagé dans le four, passe dans cet appareil condensateur par le canal *j*, lié aux dalles de la couverture, ou par un tuyau qui pénètre à travers l'une des parois. Généralement l'appareil reçoit le gaz qui s'échappe de plusieurs fours, de manière à ce qu'on ait toujours un de ces fours en activité lançant du gaz dans le condensateur, tandis que l'autre complète la décomposition du sel.

La fig. 13 est une coupe verticale, et la fig. 14 le plan d'un autre appareil condensateur plus commode, lorsque la substance qu'on expose à l'action directe de l'acide chlorhydrique gazeux est à l'état pulvérulent. Cet appareil est de forme circulaire ou ovale; le mur extérieur *k* est en briques, et consolidé par des armatures en fer. La chemise *l* est en bonnes briques enduites d'argile, et les intervalles *m, m* sont remplis d'argile séchée et tassée. Le diamètre se rétrécit peu à peu, de manière à se terminer par une auge *n, n*, disposée pour soutenir la chemise et l'argile. Le fond de cette auge porte un trou *x* qui se prolonge dans un tuyau *v, v*, faisant corps avec elle, et par lequel les liquides s'écoulent de la chambre, quoique le passage pour les gaz se trouve intercepté, parce que ce bout de tuyau plonge dans le liquide contenu dans une seconde auge *w*, au-dessus de laquelle est jeté un arceau très-fort pour soutenir le poids du mur extérieur *k* en cet endroit.

Le gaz arrive par le conduit *p*, qui est en pierre avec chemise d'argile battue *m*, m**. Cette chemise passe également tout autour de l'auge *n*. Ce gaz pourrait également être introduit par une des parois.

La chambre est recouverte de dalles épaisses *s*, à travers lesquelles passent les becs des entonnoirs en pierre *t*, qui servent à introduire la substance pulvérulente et l'eau qu'on doit soumettre à l'action de l'acide gazeux, action qu'on rend plus facile en étendant le mélange en nappes ou filets présentant une grande surface. Cette chambre est remplie jusqu'au sommet de cailloux, dont les plus gros sont placés dans l'auge *n*, et les plus petits au sommet et par gradation. On peut aussi introduire au besoin de la vapeur par un tuyau *u*.

L'autre appareil condensateur, ou celui dont on fait usage pour séparer l'acide chlorhydrique de la fumée, est également établi en matériaux capables de résister à l'action de l'acide, et a la forme d'une tourelle ou d'un puits qui serait rempli de cailloux siliceux dont la surface est constamment maintenue humide par un filet d'eau. Le mélange d'acide et de fumée qui s'élève du four à réverbère entre dans cette tourelle par la partie supérieure, traverse les différentes couches de cailloux humides, et vient sortir à la partie inférieure, où une cheminée d'appel établit un tirage dans toute la hauteur de l'appareil. Les liquides condensés sont évacués par un passage distinct du conduit de la cheminée.

La fig. 15 est une coupe verticale de cette tourelle. Elle a environ 3 mètres de diamètre intérieur au fond, 2 mètres 40 au sommet, et 10 mètres de hauteur. Un appareil de cette dimension suffit pour deux fours de la forme indiquée.

Les murs extérieurs A, A sont en briques ou en pierre, avec armature en fer. La chemise B, B est en briques bien cuites, placées en rayonnant tout autour, et dans un bain d'argile et de sable. Les vides C, C sont comblés avec de l'argile battue. La tourelle repose sur un arc renversé, sous lequel passe la couche d'argile, interrompue de distance en distance par des dés ou de petits murs en pierre. Au centre est un bloc de pierre E, E en forme de fond de chaudière percé d'un trou F, pour conduire les liquides dans l'auge en pierre G, qui sert à les évacuer. L'eau pour humecter les cailloux dont la tourelle est remplie, y coule de la cuvette H par les tuyaux en plomb I, I, I, I, percés par le bas d'un grand nombre de petits trous, et recouverts de capsules renversées pour empêcher le gaz de sortir.

Le mélange d'acide et de fumée entre dans la tourelle par le tuyau KK, qui communique avec la branche horizontale qui part du conduit à fumée T, fig. 16. Cette fumée sort de l'appareil par le tube qui communique directement avec la cheminée générale qui opère, comme il a été dit, un assez fort appel.

Avant d'entrer dans des explications sur la manière dont on conduit les différents appareils décrits ci-dessus, nous ferons connaître comment ils sont assemblés entre eux. On voit, dans la fig. 16, une coupe verticale prise par le four, le conduit à fumée, avec ses registres, la soupape hydraulique et le conduit à gaz; et dans la fig. 17, une autre coupe verticale prise par le four, le conduit à gaz, la soupape et l'appareil condensateur. Maintenant l'opération se conduit ainsi qu'il suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On commence par chauffer à une température convenable à l'opération l'intérieur du four; puis on enlève le feu et on clôt les ouvertures du foyer et du cendrier avec leurs obturateurs qu'on lute avec de l'argile. On introduit alors dans le four une charge convenable de sel marin, on ferme la porte et on verse l'acide sulfurique. Dans ce moment, le conduit à fumée est fermé, et celui au gaz, qui met en communication le four avec le premier appareil condensateur, se trouve ouvert. L'action de l'acide sulfurique, favorisée par le rayonnement de chaleur des parois du four, donne lieu à un dégagement considérable d'acide chlorhydrique gazeux, qui passe du four par le conduit à gaz et la soupape hydraulique dans le premier appareil condensateur. Pendant cette période de l'opération, le four fait les fonctions d'appareil clos de distillation, dans lequel néanmoins on brasse de temps à autre les matières avec un rable qu'on introduit comme il a été expliqué ci-dessus.

Le dégagement de l'acide chlorhydrique cesse ordinairement au bout d'une heure; alors on ferme la communication entre le four et le premier appareil de condensation, on enlève les obturateurs du foyer, du cendrier et de la porte de chargement, puis on ouvre le conduit à fumée, aussi bien que la communication de ce conduit avec le second appareil condensateur, en fermant en même temps le conduit direct de la fumée à la cheminée.

Dans cet état, on rétablit le feu, on élève la température de la charge de sel et d'acide, et on provoque ainsi un nouveau dégagement de gaz chlorhydrique qui passe avec la fumée produite par le combustible, et qu'on dirige dans le second appareil condensateur ou la tourelle; là une portion considérable de l'acide gazeux se trouvant absorbée par la surface humectée des cailloux, s'écoule par le bas sous forme d'acide chlorhydrique liquide.

Le mélange de gaz et de fumée est conduit ainsi à la tourelle jusqu'à ce que la charge de sel et d'acide sulfurique soit complétement desséchée; alors on ouvre le passage direct W du conduit à fumée à la cheminée, et on ferme la communication T avec la tourelle de condensation. Par ces moyens, on établit un tirage direct du four à la cheminée, qui active la combustion du bois ou du charbon, et la chaleur ainsi élevée et appliquée au mélange, chasse les dernières portions d'acide chlorhydrique du sulfate de soude. Dans cet état, le four remplit les fonctions d'un four à réverbère ordinaire.

C'est dans cette partie de l'opération que la chemise intérieure en briques du four acquiert la température nécessaire pour recevoir une autre charge de sel marin et d'acide sulfurique qu'on y introduit immédiatement après qu'on a évacué le sulfate de soude. Cette seconde opération se conduit comme la première.

En condensant l'acide chlorhydrique dégagé du four dans l'instant où il fait les fonctions d'appareil distillatoire, il est nécessaire d'avoir égard à l'emploi qu'on veut faire de cet acide, attendu que cette opération se modifie suivant la nature des substances sur lesquelles on veut le faire réagir, et les produits qu'on se propose d'en retirer.

Quand on veut se servir de l'acide chlorhydrique gazeux pour produire du gaz acide carbonique, on charge le premier appareil condensateur avec de la craie ou de la pierre calcaire en morceaux, et on les arrose avec de l'eau froide qu'on fait couler lentement à leur surface. Il se produit ainsi un chlorhydrate liquide de chaux, et du gaz acide carbonique qu'on évacue séparément par des conduits distincts.

Lors, au contraire, qu'on se propose de produire du chlore ou du chlorhydrate de manganèse, on charge le premier appareil condensateur avec l'oxide de ce dernier métal, quon mélange à des cailloux ou à de gros sable siliceux, afin de faciliter le passage du gaz à travers la masse des matières solides. En même temps on introduit de la vapeur ou de l'eau chaude, ou bien l'une et l'autre, dans l'appareil condensateur, en quantité suffisante pour dissoudre le chlorhydrate de manganèse formé par l'action de l'acide chlorhydrique, et en même temps pour maintenir la solution de ce chlorhydrate à une température suffisamment élevée pour l'empêcher d'absorber du chlore. Le chlorhydrate liquide et le chlore gazeux traversent l'appareil, et se rendent par différents conduits dans des récipients où on peut en faire usage séparément.

Dans les divers modes d'opérer ci-dessus décrits avec le premier appareil condensateur, on a supposé que la substance soumise à l'action de l'acide chlorhydrique gazeux était en morceaux ou fragments; mais quand on veut faire agir celui-ci sur des matières à l'état pulvérulent, on charge la chambre du condensateur avec des cailloux siliceux, et on mélange ces matières avec de l'eau qu'on laisse couler et s'étendre en nappes sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les cailloux, où elle absorbe en couche mince l'acide gazeux qui remplit l'appareil. Quand cela est nécessaire, on lance de la vapeur pour élever la température.

Le chlorhydrate de manganèse que M. Gossage obtient quand il traite l'oxide de ce métal dans son appareil condensateur est ensuite transformé par lui en oxide artificiel, comme nous aurons occasion de l'expliquer dans un autre article.

II. Pour fabriquer la soude avec le sel marin, M. H.-G. Dyar propose de faire usage du sesqui-carbonate d'ammoniaque ou carbonate du commerce.

Pour opérer suivant son procédé, on prend quantité égale de chlorure de sodium et de carbonate d'ammoniaque. On dissout le sel marin dans la quantité d'eau rigoureusement nécessaire pour cela, et quand on a obtenu ainsi une solution saturée, on ajoute le carbonate d'ammoniaque sous forme solide, mais pulvérisé et à l'état de poudre fine.

Il vaut mieux que ce soit le sel marin qui soit dissous et le carbonate ammoniacal qui soit solide; mais on réussit aussi en dissolvant ce dernier sel et laissant l'autre à l'état solide, quoiqu'on éprouve un peu plus de peine dans le travail.

Quoi qu'il en soit, on brasse avec soin le mélange, puis on l'abandonne pendant dix à vingt heures en l'agitant de temps à autre pour empêcher que les parties solides ne se précipitent avant que la décomposition chimique ne soit complétement terminée. Alors on filtre et on soumet à la presse hydraulique le dépôt, qui consiste principalement en carbonate de soude contenant un excès d'acide carbonique.

Pour chasser cet excès et pour retirer l'ammoniaque qui pourrait encore être contenu dans ce carbonate, on place la masse de cristaux dans une cornue qu'on chauffe environ jusqu'à 300 ou 400° C., ou jusqu'à ce que tout le liquide et les corps volatils qui s'y trouvent encore soient enlevés par la chaleur. La substance qui reste alors dans la cornue est du carbonate de soude.

Les matières ainsi volatilisées passent dans une de ces chambres en plomb à condenser le carbonate d'ammoniaque.

Le liquide filtré contient en solution du chlorhydrate et du carbonate d'ammoniaque, du sel marin, et probablement aussi une petite proportion du carbonate de soude qui s'est formé. Pour en séparer le carbonate d'ammoniaque, on verse dans un appareil distillatoire et on enlève ainsi l'eau et le carbonate qu'on reçoit dans une chambre remplie d'acide carbonique, obtenu, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, afin de prévenir, s'il y en a, la perte de l'ammoniaque libre.

Au lieu d'enlever ainsi par distillation l'eau et l'ammoniaque, on peut ajouter à la solution un chlorhydrate de chaux ou chlorure de calcium, qui est un des résidus qu'on obtient dans ce procédé, jusqu'à ce que le précipité qui se forme, et qui consiste principalement en carbonate de chaux, vienne à cesser. On sépare alors ce carbonate de chaux précipité par la filtration, et il reste une solution de chlorhydrate d'ammoniaque et de sel marin.

Alors on fait évaporer cette solution jusqu'à une consistance suffisante pour en séparer le sel marin qui, moins soluble que le sel ammoniac, cristallise le premier, et peut en être séparé par les moyens connus.

Lorsque le sel marin est enlevé, ou même sans l'enlever si l'opération ne payait pas ses frais, on fait évaporer à une douce chaleur jusqu'à siccité, et on mélange intimement le résidu de l'évaporation avec une suffisante quantité de craie en poudre; on chauffe le mélange dans une cornue de fer jusqu'à ce que le carbonate d'ammoniaque qui se forme dans cette opération se sublime et se sépare à la manière ordinaire. On reçoit ce carbonate d'ammoniaque dans une chambre en plomb où il se condense, et en même temps on établit par un tube une communication entre cette première chambre et une ou plusieurs autres à la suite, dans l'une desquelles on a déjà reçu l'acide carbonique, ainsi que les matières volatiles provenant de l'opération à laquelle on a soumis le carbonate de soude, préparation qui a pour but de prévenir la perte de l'ammoniaque gazeux, et de le convertir en carbonate, ou mieux en bicarbonate, qui est préférable au carbonate ordinaire pour la décomposition du sel marin.

Si l'acide carbonique qui s'échappe de la distillation du sel de soude n'est pas assez abondant, on s'en procure en suffisante quantité par quelque méthode économique. Il en est de même de la vapeur d'eau pour condenser et économiser l'ammoniaque.

Afin de prévenir plus efficacement la perte de ce dernier, on fait passer dans la dernière des chambres où on reçoit et condense le carbonate d'ammoniaque une suffisante quantité d'acide chlorhydrique en vapeur qu'on obtient avec de l'acide sulfurique et du sel commun, ou par quelque autre moyen économique. Ce acide se combine aussitôt avec le ca

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bonate d'ammoniaque en vapeur, en formant du chlorhydrate d'ammoniaque qui se précipite.

Le chlorhydrate d'ammoniaque ainsi obtenu est ensuite traité par les mêmes procédés que celui obtenu des liqueurs, et converti de même en carbonate ou bicarbonate de cette base.

Le carbonate d'ammoniaque obtenu ou reproduit par la distillation du liquide, ainsi qu'il a été dit, est employé de nouveau pour convertir d'autres portions de sel marin en carbonate de soude. Le sel marin, séparé du chlorhydrate d'ammoniaque, passe également dans les opérations subséquentes.

Le résidu des cornues, après la sublimation du carbonate d'ammoniaque, consiste en grande partie en chlorhydrate de chaux, dont on fait l'usage indiqué.

Enfin, dans toutes ces opérations, on emploie des vases ou appareils construits de manière à exposer le carbonate d'ammoniaque employé le moins possible au contact libre de l'air, afin de prévenir les pertes.

Il est à regretter que M. Dyar n'ait pas fait connaître les quantités des divers produits obtenus d'un poids donné de matières premières, et ne soit pas entré dans des détails plus pratiques sur la conduite des opérations successives, en donnant en même temps la description des appareils qui lui ont semblé présenter les meilleurs résultats.

(*La suite au numéro prochain.*)

Procédé de réserve dans la teinture des châles.

Par M. KLEIN, teinturier-apprêteur.

M. Klein, teinturier-apprêteur, a trouvé une excellente réserve, au moyen de laquelle il peut, en teignant le fond des vieux châles de cachemire, préserver les palmes et les bordures de l'action du bain colorant. Une fois que ces parties d'un châle ont été couvertes avec sa réserve, elles sont aussi inattaquables à la température du bain bouillant que de la part des mordants, des acides, de l'eau de savon, d'une eau alcaline que l'étoffe elle-même. Enfin elle est facile à séparer du châle retiré du bain de teinture et refroidi.

Voici en quoi consiste le procédé de M. Klein.

On délaye dans une partie d'albumine, de la craie en quantité suffisante pour que le tout forme une pâte ferme; on y ajoute une dissolution de gomme arabique qui aura dû être préparée à l'avance, dans la proportion de 5 hectogrammes par demi-litre. La quantité de dissolution de gomme à ajouter à cette pâte doit être environ la moitié du volume de l'albumine.

Lorsque le tout sera délayé, on y ajoutera de l'eau jusqu'à ce qu'on ait donné à la réserve la consistance voulue, qui est à peu près celle de la peinture à l'huile.

On applique cette réserve au pinceau; en peu d'instants elle est sèche. Pour obtenir une réserve complète sur une partie brochée, il faut en mettre des deux côtés de l'étoffe.

L'enlevage de la réserve s'obtient en lavant l'étoffe à grande eau, et en frottant légèrement entre les mains les parties réservées.

Sur l'éclairage à l'huile de schiste.

Dans la séance du 2 juin dernier, M. Dumas a fait à l'Académie des sciences un rapport sur les établissements formés dans diverses localités de la France et de l'étranger, par M. Selligue, pour éclairer au gaz, au moyen des huiles extraites de la distillation des schistes.

« Les schistes qui ont été mis à profit dans cette occasion, dit le savant rapporteur, sont les schistes bitumineux qu'on trouve dans le département de Saône-et-Loire, entre Autun et le canal du Centre. La distillation a lieu en vases clos. Voici la composition des produits huileux qu'elle fournit.

1,400 kilog. de bitume liquide, produit brut journalier du travail de deux usines, se composent de :

498 d'huile légère d'une densité variable de 0,766 à 0,810; c'est celle qu'on applique à la production du gaz.

562 d'une huile beaucoup plus fine, susceptible d'être utilisée dans l'éclairage à la lampe.

168 d'une matière grasse contenant 12 pour 0/0 de paraffine.

242 de goudron ou brai.

» Depuis longtemps on soupçonne que le gaz de l'éclairage doit ses propriétés éclairantes à des vapeurs huileuses qui accompagnent le gaz hydrogène généralement peu carboné, qui domine toujours dans la composition de ce gaz. Cette opinion se trouve démontrée par les résultats auxquels on est parvenu dans l'éclairage au gaz d'huile de schiste. Plusieurs savants distingués, qui ont fait de la préparation et des propriétés du gaz éclairant une étude approfondie, ont été conduits à ériger en principe que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le gaz oxide de carbone est toujours nuisible dans la composition des gaz éclairants ; qu'il diminue l'éclat de la flamme en abaissant sa température, à cause de la faible chaleur que développe sa combustion. Cette opinion n'est pas fondée. A cet égard, les procédés adoptés pour l'éclairage au gaz de schiste ne sauraient laisser la moindre incertitude. Ces deux points essentiels de la théorie du gaz éclairant ont donc reçu ainsi une solution qui doit amener des modifications dans la marche adoptée pour la fabrication du gaz par les procédés anciens, où l'on s'est évidemment dirigé d'après des principes qui ne se confirment pas.

» Voici comment s'exécute la préparation du nouveau gaz d'éclairage :

» Trois tubes situés verticalement dans un fourneau d'une construction nouvelle fort ingénieuse y sont chauffés au rouge. Le premier et le second de ces tubes renferment du charbon, et à mesure que ce charbon disparaît, on le remplace : opération qui s'exécute de cinq heures en cinq heures. Ce charbon est destiné à opérer la décomposition de l'eau qui est introduite en filet continu dans le premier tube, où elle se transforme en hydrogène et en acide carbonique, ou oxide de carbone. Mais comme il importe d'éviter la production de l'acide carbonique, on dirige les gaz fournis par le premier tube dans le tube suivant, où ils rencontrent encore du charbon incandescent, à l'aide duquel l'acide carbonique, formé d'abord, est ramené à l'état d'oxide de carbone. Par la disposition du fourneau, ce tube est le plus chaud des trois, ce qui favorise la décomposition totale de l'acide carbonique.

» Le troisième tube est rempli de chaînes de fer, dont l'objet est de présenter une grande surface métallique incandescente propre à distribuer la chaleur d'une manière égale et rapide aux gaz ou vapeurs qui vont le traverser. Il reçoit, d'une part, les gaz provenant de la décomposition de l'eau effectuée dans les deux tubes précédents ; de l'autre un filet continu d'huile de schiste. Cette huile se décompose en produits nouveaux plus volatils, et passe tout entière avec le gaz dans un réfrigérant qui, en refroidissant les produits, en fait reparaître une partie.

» L'huile de schiste n'est donc pas entièrement gazéifiée ; mais celle qui ne se change pas en matière fonctionnant comme gaz, se retrouve intacte. Ce qui est très-digne de remarque, c'est que les maillons de la chaîne renfermée dans le tube ne se recouvrent d'aucun dépôt charbonneux. Ainsi, encore bien que l'huile de schiste soit manifestement décomposée par la chaleur dans cette opération, sa décomposition est modifiée d'une manière heureuse par sa diffusion au milieu d'un grand volume de gaz, tel que celui qui provient de la décomposition de l'eau, et qui lui sert de véhicule.

» Il sort donc du troisième tube de l'hydrogène et de l'oxide de carbone provenant de la décomposition de l'eau, et les gaz ou vapeurs provenant de la décomposition de l'huile. En faisant passer dans l'appareil 4 litres d'eau et 5 litres d'huile de schiste par heure, on se procure, en une journée de 20 heures, 210,000 litres de gaz propre à l'éclairage.

» Le gaz, ainsi préparé, n'exige d'autre purification que celle qui s'obtient par son passage à travers un réfrigérant, où se condense l'huile non décomposée, ainsi que la vapeur d'eau qui a résisté également à la décomposition. »

Procédé pour décolorer l'huile de palme et désinfecter les huiles de poissons.

Par M. W. Davidson.

I. L'huile de palme a été pendant longtemps, mais en assez faible proportion, employée dans la fabrication d'un savon jaunâtre. La grande quantité de matière colorante qu'elle contient a empêché qu'on la substituât au suif et à l'huile même pour les savons qui ne sont pas blancs, à moins de la dépouiller partiellement ou complétement de sa matière colorante.

Les fabricants de savon ont employé l'acide nitrique pour cet objet ; en effet, cet acide a pour effet de donner à l'huile une couleur ambrée et pâle ; mais aussitôt que l'acide qui a été mis avec l'huile est neutralisé par un alcali dans le procédé de fabrication du savon, la couleur rouge foncé ne tarde pas à reparaître. Cette méthode n'a donc procuré aucun avantage.

Il manquait par conséquent aux arts un moyen pour décolorer l'huile de palme, de manière à ce que sa couleur ne reparût plus par l'addition d'un alcali, puisqu'il a été complétement établi par les expériences des fabricants de savon et sur une grande échelle, que l'huile de palme forme avec la soude un savon d'aussi bonne qualité que le suif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chlorure de chaux possède bien la propriété de dépouiller complétement l'huile de palme de sa couleur; mais à moins que la chaux n'en soit séparée, les propriétés de l'huile se trouvent détruites. On parvient aisément à opérer cette séparation par le procédé suivant; et comme le prix de l'huile de palme est souvent de 12 ou 13 p. 0/0 inférieur à celui du suif, l'économie, en faisant usage de la première, devient évidente.

On prend de 7 à 14 kilog. de chlorure de chaux, et environ 12 fois autant d'eau. On triture le chlorure de chaux dans un mortier, en ajoutant graduellement une portion d'eau, de manière à former une pâte fluide et molle, le reste de l'eau est ensuite employé à donner au tout la consistance de la crême, L'objet de cette trituration soignée est de briser chaque molécule de chlorure, de manière à favoriser sa combinaison avec l'huile. Alors on fait fondre sur le feu 112 kilog. d'huile de palme, et lorsque cette huile est en fusion, on enlève de dessus le feu et on verse dans le liquide le chlorure de chaux; enfin on agite soigneusement avec un morceau de bois de manière à ce que le tout soit intimement incorporé. On laisse refroidir et prendre en masse, puis on brise en aussi petits fragments que possible et on expose à l'air et à la lumière pendant deux à trois semaines. Après cette exposition, on met dans un vaisseau qu'on décrira plus bas; on ajoute un poids d'acide sulfurique (préalablement étendu d'environ 20 parties d'eau) égal à celui du chlorure de chaux employé, et on fait bouillir à une chaleur modérée jusqu'à ce que l'huile coule claire d'une cuiller de bois qui sert à l'agiter.

Lorsque l'ébullition commence, le liquide mousse d'abord, on modère cette effervescence par une agitation continuelle et par une addition, de temps à autre, d'eau froide. Après que cette ébullition a été continuée pendant un certain temps qui varie en proportion de la quantité sur laquelle on opère, on laisse refroidir, l'huile de palme surnage et la liqueur acide avec le sulfate insoluble de chaux se précipite au fond.

Dans ce procédé on emploie plus d'acide qu'il n'est nécessraire pour décomposer complétement le chlorure de chaux, mais cet excès facilite l'éclaircissement de l'huile, et on peut d'ailleurs conserver l'eau acide pour une opération subséquente, afin qu'il n'y ait aucune perte.

Le vaisseau le mieux adapté à cette opération est une chaudière de fonte, doublée de plomb, placée sur un fourneau ordinaire; ce dernier métal est moins sujet à être attaqué par le chlore qui se dégage et par l'acide que le fer et le cuivre. Par la même raison, des mortiers faits avec ces deux derniers métaux ne peuvent pas être employés à la trituration du chlorure de chaux avec l'eau.

Il y a un avantage considérable à laisser l'huile de palme unie avec le chlorure de chaux pendant longtemps avant de faire bouillir avec l'acide sulfurique; car une semaine seulement apporte un changement considérable dans l'augmentation de la décoloration. On peut aisément expliquer cet effet. Le chlore du chlorure de chaux agit graduellement dans ce cas sur l'huile, de manière à la dépouiller successivement de sa couleur, et enfin complétement par le contact prolongé, tandis que si on a recours immédiatement à l'ébullition après que ces deux corps viennent d'être unis, il s'échappe une quantité considérable de chlore dans l'atmosphère. Il y a aussi une économie notable à combiner la totalité du chlorure de chaux avec l'huile sous forme de crême, au lieu d'en faire une solution claire; car, par la dernière méthode, une portion considérable de la liqueur ne s'unit pas complétement avec l'huile, et par conséquent toute sa force décolorante n'est pas utilisée.

Il faut beaucoup plus d'acide, lorsque la totalité du chlorure de chaux à l'état de crême est combinée avec l'huile, que lorsque on emploie la solution claire; mais comme l'acide sulfurique est meilleur marché que le chlorure de chaux, un excès de cet acide est moins dispendieux qu'un excès de chlorure.

Ce procédé, avec excès de chlorure de chaux, rend l'huile de palme aussi blanche que le suif ordinaire du commerce, pourvu que l'huile et le chlorure soient intimement combinés, et que la masse ait été exposée à l'air et à la lumière pendant une semaine ou deux. Il peut être appliqué dans la fabrication du savon blanc; mais quand on veut faire du savon jaune, la décoloration n'a pas besoin d'être aussi complète, et conséquemment, il faudra beaucoup moins de chlorure de chaux et d'acide sulfurique.

II. La principale objection qu'on ait faite jusqu'ici à l'emploi des huiles ordinaires de poisson, pour l'éclairage et autres usages domestiques, est leur odeur désagréable qui suffit seule pour balancer leurs autres qualités. L'huile pâle de phoque, par exemple, est en général très-transparente et brûle bien;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais son odeur est souvent insupportable. Je crois donc rendre un service aux arts en proposant, pour désinfecter ces huiles, un procédé qui a de l'analogie avec celui qui m'a réussi pour décolorer l'huile de palme.

Ce procédé est économique et consiste donc dans l'emploi du chlorure de chaux. Cet agent ne paraît pas d'abord posséder la propriété de dépouiller les huiles de poisson de leur odeur propre et naturelle; par exemple, il a peu d'effet sur l'huile fine de spermaceti, cependant il est constant qu'il enlève très-bien la fétidité qui est le résultat de leur putréfaction, et par conséquent, que plus l'huile sera fétide, plus sera grand le changement effectué par cet agent.

La quantité de chlorure de chaux varie suivant la putridité de l'huile; mais en général, 1 kilog. suffit pour 112 kilo. d'huile. Toutefois si l'huile était excessivement putride, 1 1/2 à 2 kilog. peuvent devenir nécessaires. Voici du reste le procédé de désinfection.

Prenez 1 kilog. de chlorure de chaux, et environ 12 fois cette quantité d'eau; triturez le chlorure de chaux dans un mortier, comme il a été dit dans l'opération précédente; mélangez intimement avec l'huile par une agitation fréquente et soignée, laissez les corps en contact pendant quelques heures, puis ajoutez un kilog. d'acide sulfurique, étendu de 20 à 30 parties d'eau; faites bouillir à une douce chaleur, en agitant constamment, jusqu'à ce que l'huile coule claire. L'ébullition terminée, laissez l'huile reposer pendant quelque temps, et décantez l'eau acidulée. Une chaudière en fer doublée en plomb est ce qu'il y a de mieux pour cette opération; le cuivre et le fer donnent aussi de bons résultats pourvu que la quantité d'acide ne soit pas trop considérable.

L'huile de poisson, traitée de cette manière, brûle aussi bien et avec autant d'éclat que celle qui n'a pas subi cette opération.

Transport sur zinc et sur pierre des gravures sur cuivre.

Par M. R. Redman.

Le procédé de M. Redman a pour but de transporter sur du zinc une gravure sur cuivre, en lui conservant autant que possible toute la netteté et toute la pureté de l'original. Ce même procédé peut être employé pour opérer un transport d'une gravure sur pierre, soit sur une autre pierre, soit sur du zinc, et d'obtenir ainsi deux ou un plus grand nombre de planches du même sujet; ce qui est avantageux, lorsqu'on a besoin d'un très-grand nombre d'épreuves, ou bien, lorsque les épreuves doivent être livrées dans un temps plus court qu'il n'est possible de le faire avec une seule planche.

La première partie du procédé consiste à faire une épreuve de la planche de cuivre à la manière ordinaire, mais avec une encre particulière sur un papier à transport préparé à cet effet.

La composition de cette encre est donnée par la formule suivante.

85	gram.	de gomme laque.
28	——	de mastic en larmes.
42.50	——	de cire jaune.
14	——	de suif.
113	——	de savon blanc avec une suffisante quantité de noir de lampe pour colorer en noir.

Les ingrédients précédents sont intimement mélangés ensemble et brûlés dans un pot de terre pendant environ 10 minutes, en remuant la masse avec soin pendant tout le temps. Le résidu exposé à l'air devient humide, et, en le broyant dans un mortier, il se concrète en une pâte d'une grande consistance.

Une partie de cette encre solide, broyée avec deux parties d'encre lithographique ordinaire, constitue l'encre propre au transport; cette encre appliquée, à la manière ordinaire, à la surface d'une planche de cuivre gravée, donne une épreuve sur le papier à transporter. Ce papier se prépare comme il suit.

On prend 125 grammes de la plus belle farine qu'on mélange avec de la bière ou mieux du porter, en proportion suffisante pour former après la cuisson une colle liquide, d'une consistance parfaitement uniforme. Cette colle est étendue d'une manière parfaitement égale sur la surface unie d'une feuille de papier de Chine, puis séchée lentement.

Lorsqu'on a obtenu une épreuve sur ce papier ainsi préparé, il ne s'agit plus que de la transférer sur une planche planée et polie de zinc. Lorsque cette planche de zinc a reçu l'impression qu'on veut transporter, on la couvre avec une infusion de noix de galle dans la proportion de 50 grammes pour un quart de litre d'eau qu'on fait bouillir doucement pendant 10 minutes dans un vase quelconque, mais qui ne soit pas en fer. On laisse la liqueur sur la planche de 5 à 10 minutes, afin de neutraliser l'alcali de l'encre de transport, de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durcir et d'empêcher qu'elle ne s'étale quand on y passe l'éponge avant d'en tirer des épreuves.

L'encre à transporter de M. Redman paraît d'après la déclaration de plusieurs lithographes habiles, réussir mieux sur zinc que sur pierre. Elle ne manque jamais son effet ainsi qu'on l'observe pour plusieurs autres encres à faire les transports.

Lorsqu'on cesse de tirer avec la planche de zinc, on y passe une éponge imprégnée de la solution de noix de galle, qui la recouvre d'un enduit très-mince et s'oppose à l'oxidation du métal.

Sur les pierres factices et les planches de zinc enduites d'une couche pierreuse (formant suite à l'article : *la métallographie*. Voy. page 336).

Par M. Ed. KNECHT, ancien imprimeur-lithographe.

L'inventeur de la lithographie, dans son ouvrage, traduit par l'auteur de cet article et publié en 1819 chez MM. Treuttel et Wurtz, parle d'un carton-pierre pour substituer à la pierre.

Associés à cette époque, nous avons cherché à donner suite à cette découverte; mais après une lutte de deux années, ce procédé fut abandonné.

Le *Manuel du Lithographe*, faisant partie de l'*Encyclopédie Roret*, donne les recettes de ce procédé.

La Société d'encouragement, à qui l'industrie doit de si notables progrès, désirant affranchir la France d'un tribut qu'elle paye à l'étranger, a constamment prêté son secours à nos efforts. Les prix, les mentions honorables consignés dans ses bulletins, le constatent (1).

Des pierres ou planches factices, que chacun pourrait facilement fabriquer, formeraient le complément d'un art dont le rang est désormais marqué dans les découvertes les plus importantes de notre époque.

Du zinc enduit d'une couche pierreuse.

Supposons que le tirage sera exécuté par la machine de M. Perrot (dont le nom est déjà une garantie), et la lithographie pourra entrer avantageusement en lutte, pour la célérité et le prix, avec la typographie.

En attendant, je vais entrer dans les détails nécessaires sur les planches de zinc enduites et propres :

1° A remplacer les pierres lithographiques;

2° Les toiles pour MM. les peintres-artistes;

3° Pour faire connaître un marbre sur zinc à l'instar du stuc, et qui se pose et s'adapte dans la décoration des maisons.

1° Planches enduites pour la lithographie.

Les planches que nous composâmes en 1822 et 1823, éclataient trop facilement à l'action de la presse. Aujourd'hui je suis parvenu à éviter ce défaut. Les planches se courbent et se ploient en tous sens sans éclater.

Le rapport de M. Dumas, de l'Académie, qui, à cette époque, ignorait la destination des planches de zinc enduites pour la lithographie, prouve que ce savant éclairé avait fort judicieusement apprécié le mérite de cette découverte.

(Voyez à la fin de cet article un extrait du rapport de M. Dumas.)

J'ai combiné une poudre pierreuse qui, délayée à l'eau alcaline, devient pâte et s'adapte tellement bien au zinc, qu'on peut la rouler sans qu'elle éclate ou gerce.

Dans l'espace de quelques heures on applique ainsi trois à quatre couches de cette poudre sur le métal : on polit la planche par un frottement avec du papier de verre n° o, ensuite avec un linge, et l'on aura obtenu un marbre reluisant, dur et blanc, propre à remplacer une pierre lithographique.

Aujourd'hui où le transport de toute espèce d'objets a fait d'aussi immenses progrès, l'artiste sentira l'avantage de pouvoir substituer des feuilles de zinc aux lourdes pierres.

Vingt-cinq planches ne tiennent pas plus d'espace, ne pèsent pas davantage qu'une pierre de pareille dimension. Le prix d'une planche est le dixième de celui de la pierre.

Lorsque l'ouvrier habile et studieux aura essayé quelques jours de ces planches, il les préférera aux pierres, dont le maniement est si fatigant, le polissage si long et difficile.

Pour éviter que la planche ne glisse sur le marbre, ce qui empêcherait le libre mouvement du rouleau à encrer, il convient de caler un petit tasseau ou planchette de bois de deux à trois centimètres d'épaisseur et au niveau de la pierre. On cloue le bord de la planche sur ce petit tasseau.

Avant de transporter le dessin, on

(1) Dans ce moment même, un prix de 2,000 fr. est proposé par la Société d'encouragement pour cet objet. L'auteur, ainsi que MM. Thierry, Bineteau et Stouploux, est inscrit comme concurrent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

polit la planche avec du papier de soie. L'opération, au reste, est absolument celle qu'on observe pour la pierre. La préparation chimique est un composé de

Infuser 24 heures et filtrer.
- 15 grammes tannin ou noix de galle pulvérisée.
- 30 grammes gomme arabique.
- 100 grammes eau acidulée par l'acide nitrique marquant 5 degrés.

Après avoir laissé séjourner pendant quelques minutes cette liqueur, on l'enlève à l'eau et on encre au rouleau.

Pour effacer un dessin, on laisse sécher la planche et on la ponce avec du papier de verre.

Le zinc, enduit pour la peinture à l'huile, offre également un avantage si remarquable sur la toile qu'il ne faut que comparer, essayer quelques coups de pinceau pour juger en faveur du premier.

La combinaison est modifiée de manière à donner à la pâte un grain gros, fin ou un poli parfait, suivant la fantaisie ou le besoin. On peut également donner une teinte blanche, grise, bleue, vert, etc., sans craindre que le fond repousse, comme cela arrive souvent avec les toiles à l'huile.

Qu'on essaye une couche légère de blanc azuré sur l'une et l'autre, l'huile, dont la toile est imprégnée, fera tourner la teinte au vert, tandis qu'elle conservera toute sa fraîcheur sur la planche de zinc.

Le prix et les dimensions sont les mêmes que ceux de la toile.

La troisième application du zinc enduit consiste dans un mastic de 3, 4, 5 à 6 millimètres d'épaisseur qui forme toute espèce de marbre, et qui peut être posé comme des plaques de pierre sur place. On peut ainsi décorer, dans l'espace d'une journée, une boutique, un dessous de porte-cochère, sans perdre quinze jours en lessivage, ponçage, rebouchage, peinture et décoration, désagréables pour l'odeur et l'embarras.

Il résulte encore un second avantage de ce procédé, c'est qu'il résiste à l'humidité.

J'espère pouvoir annoncer sous peu la mise en vente de la poudre-pierre. Le prix sera tellement modeste que l'on pourra, moyennant une dépense de 5 francs, couvrir 4 à 5 mètres de métal, et obtenir l'équivalent de 80 fr. en pierres lithographiques.

En attendant, je mets à la disposition des amateurs des planches de toutes les dimensions, enduites d'après les trois manières ci-indiquées (1).

Cette pâte s'adapte aussi bien sur pierre, bois, plâtre et autres corps, comme papier-carton, etc.

Dans un autre article je donnerai, sous le nom d'hydroléine, les détails de ce nouveau genre de peinture qui ne manquera pas, je l'espère, d'exciter l'intérêt de l'industrie progressive.

Extrait du rapport de M. Dumas (1839).

Parmi les propriétés de cette peinture, il en est une qui mérite d'être remarquée, c'est celle de s'appliquer sur le zinc d'une manière si parfaite, qu'après le ponçage, il en résulte une couche unie qui adhère si bien au métal, qu'on peut le courber, le ployer de toute façon, sans qu'il apparaisse la moindre gerçure. La couche, vue à la loupe, apparaît intacte. Les feuilles de zinc ainsi préparées remplaceront, pour beaucoup d'occasions, les toiles dont les peintres font usage.

Elles pourront recevoir en outre d'autres applications faciles à prévoir.

Le jury décerne....

Rapport fait à l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, par M. J. Girardin, *professeur de chimie industrielle, sur une nouvelle machine de l'invention de M.* Perrot, *de Rouen.*

Depuis l'importation de la lithographie en France, cet art a fait des progrès continuels; et, bien qu'il soit encore éloigné du point de perfection qu'il peut et doit atteindre, il faut convenir que la plupart des procédés adoptés aujourd'hui sont aussi simples que rationnels.

Les procédés de lithographie reposent 1° sur l'adhérence avec une pierre calcaire d'une sorte d'encaustique gras qui forme les traits; 2° la faculté acquise aux parties pénétrées par cet encaustique de se couvrir d'encre d'imprimerie, dont l'huile de lin épaissie forme la base; 3° sur l'interposition de l'eau qui prévient l'adhérence de l'encre dans tous les endroits de la superficie de la pierre non imprégnés de l'encaustique; 4° enfin, sur une pression exercée de manière à décharger sur le papier la plus grande partie de l'encre qui recouvre les traits graisseux de l'encaustique.

La chimie, plus que toute autre science, a surtout contribué au succès des opérations assez nombreuses qui composent l'ensemble de la lithographie, mais la

(1) S'adresser à MM. Tricotel et Chapuis, 40, rue Paradis-Poissonnière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique semble avoir dédaigné jusqu'ici de venir en aide à cette rivale heureuse de la typographie et de la gravure. En effet, l'impression ou tirage des planches lithographiées, qui est sans contredit la partie la plus difficile de cet art, est sans contredit aussi la moins perfectionnée, ou, si on aime mieux, celle qui est encore le plus susceptible de l'être.

Lorsqu'on suit quelques instants les travaux d'un imprimeur lithographe, on s'aperçoit bientôt combien les procédés actuels pour l'impression sont minutieux et longs, et combien ils nécessitent de la part des ouvriers une série de qualités qui, malheureusement, ne sont le partage que d'un petit nombre d'individus. Le mouillage de la pierre lithographique préparée pour le tirage, le broyement de l'encre et du vernis sur la palette au noir, et l'étendage uniforme de cette composition sur le rouleau destiné à charger la pierre, l'encrage ou l'application de l'encre sur les parties grasses de cette pierre, la pose du papier qui doit recevoir l'impression, le recouvrement de celui-ci par la maculature et le châssis de la presse, la pression nécessaire pour fixer le dessin sur le papier, enfin l'enlevage de l'épreuve obtenue et son placement sur celles déjà tirées, sont autant d'opérations distinctes que le même ouvrier doit exécuter successivement et répéter sans cesse pour chaque épreuve. De là, comme on le conçoit facilement, des embarras, des lenteurs, de l'incertitude dans les manipulations, des inégalités dans les résultats.

Parmi les diverses opérations dont je viens de présenter la succession, il en est deux d'une haute importance, qu'il n'est pas toujours facile de bien réussir : ce sont le mouillage et l'encrage de la pierre, qui dépendent entièrement de l'adresse de l'ouvrier. Or, lorsque l'accomplissement d'une pratique repose ainsi sur l'intelligence, l'attention, l'adresse de l'ouvrier, il est bien rare de ne pas compter autant d'insuccès que de réussites. D'un autre côté, le tirage des épreuves proprement dit est une des opérations les plus fatigantes dont soient encore chargés les hommes habiles dans l'art d'encrer les pierres ; les mouvements pénibles imprimés par la main de l'ouvrier au moulinet des presses actuelles entraînent nécessairement bien des irrégularités et des imperfections dans l'impression.

Les nombreux inconvénients inhérents aux procédés ordinaires d'impression ont, depuis longtemps, fait désirer de trouver des moyens d'encrage des pierres lithographiques différents du rouleau et exempts de ses inconvénients, et surtout indépendants, autant que possible, de l'adresse de l'imprimeur, de manière à fournir toujours des épreuves égales comme dans l'impression en taille douce, ainsi que la construction d'une bonne presse à laquelle une puissance mécanique quelconque puisse être appliquée, et qui procure économiquement un tirage au moins aussi parfait que celui obtenu par des ouvriers adroits avec les presses à bras actuellement en usage.

La seule tentative pour l'encrage des pierres qui ait depuis quelque temps paru digne de quelque attention est celle de M. Villeroy, qui a imaginé de construire des rouleaux de pierres lithographiques, destinés à imprimer à la manière des cylindres des fabricants d'indienne.

Un ingénieur distingué de Rouen, qui a créé une belle machine (*la Perrotine, voy.* p. 173, et pl. IV) qui charge d'une manière continue le papier et les différents tissus de si régulières impressions, M. Perrot, dont le génie inventif sait faire une si merveilleuse application des sciences physiques et mathématiques à l'industrie, avait entrepris, il y a déjà longtemps, une série d'expériences pour substituer les métaux à la pierre lithographique, tant sous forme de cylindres que sous celle de tables, et il avait même essayé, ainsi que M. Villeroy l'a fait depuis, des rouleaux en pierre pour imprimer sur le papier comme sur le calico ou la laine. Mais l'imperfection des pierres, la difficulté de les réduire en cylindres réguliers d'une dimension convenable, le haut prix des rouleaux de cette nature, et bien d'autres inconvénients qu'il est inutile de signaler, le firent renoncer à ses premières tentatives, et le décidèrent à envisager la question sous un autre point de vue plus restreint. Sans déranger l'ensemble des opérations du lithographe, M. Perrot s'est contenté de remplacer, par une machine aveugle, l'adresse intelligente et le talent artistique de l'ouvrier, et dans ses mains habiles toutes les difficultés d'une pareille entreprise ont été résolues avec le succès qu'il est accoutumé d'obtenir dans tout ce qu'il entreprend. Aujourd'hui on voit fonctionner dans ses ateliers un appareil peu compliqué, qui réalise toutes les conditions exigées pour une bonne impression lithographique, et qui produit, avec autant de rapidité que de précision, des épreuves de dessins et d'écriture. Cette belle machine, pour laquelle M. Perrot s'est pourvu d'un brevet d'invention,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est disposée de telle manière que la pierre lithographique étant posée sur le tablier qui doit la faire marcher, le mouillage, l'encrage, la pose du papier sur la pierre, l'impression et l'enlèvement des épreuves sont effectués simultanément sans le concours de la main de l'homme, et cela d'une manière continue dans toute l'acception du mot.

Tous les organes de la machine sont les uns par rapport aux autres dans une telle harmonie qu'ils opèrent successivement leur effet d'une manière aussi régulière que rapide, et que le même moteur communique à chacun le mouvement spécial qui doit déterminer son action. Tout le système est en fonte et solidement établi. L'uniformité et la précision des mouvements des divers cylindres sont telles, que toutes les épreuves successives ne présentent entre elles aucune des différences qu'on observe dans le travail à la main.

On comprendra la célérité que la machine de M. Perrot apporte dans le tirage des épreuves, quand on saura qu'aujourd'hui un bon ouvrier tire, dans une journée de dix heures de travail, de 500 à 600 épreuves de dessins au trait ou d'écriture, tandis que le même ouvrier, en employant la machine de M. Perrot, pourra tirer au moins 6 épreuves à la minute, c'est-à-dire, 3,600 épreuves dans sa journée. J'ai vu la machine produire 8 épreuves à la minute dans des mains étrangères à la lithographie. Avec une force motrice égale à celle de deux hommes, la machine donnera, au bas terme, 10 épreuves à la minute ; une force d'un cheval ou de 6 hommes suffira pour faire marcher simultanément 3 machines qui, fournissant chacune 10 épreuves à la minute, produiront, en dix heures de travail, 18,000 épreuves et pour surveiller ces 3 machines, il n'y aura besoin que d'un seul ouvrier.

Cette rapidité d'exécution sera surtout très-utile pour l'impression et le tirage de ces masses d'écritures qui sortent des ministères et autres grandes administrations, où la célérité est presque toujours plus estimée que la beauté des produits.

Les trois éléments de succès d'un instrument quelconque sont la célérité, l'économie et la perfection du travail. Or, la machine de M. Perrot les possède au même degré. Elle sera bientôt plus complète encore, lorsque son inventeur y aura adapté un appareil pour humecter le papier destiné à fournir des épreuves, et un couteau mécanique dont la fonction sera de débiter les épreuves au fur et à mesure de leur production.

Pourvue de tous ces accessoires, la *Perrotine lithographique* est appelée à jouer un rôle immense, non-seulement pour l'impression des signes, traits, caractères et dessins de toute nature, mais encore pour la reproduction des impressions typographiques, par le report de celles-ci sur la pierre. Cette dernière innovation changera, sans aucun doute, le mode de publication des journaux et autres feuilles volantes, et une révolution toute mécanique ne tardera pas à s'opérer dans cette branche d'industrie.

Transport des images daguerriennes en planches gravées.

Par M. A. Donné.

Nous allons indiquer par quels procédés M. Donné transforme l'image obtenue sur des plaques d'argent en planches gravées, de manière à pouvoir multiplier les épreuves de ces images par les procédés ordinaires de l'impression en taille douce.

« Après m'être assuré, dit M. Donné, 1° que la couche jaune produite à la surface de l'argent par la vapeur de l'iode était bien réellement formée d'iodure d'argent ; 2° que la lumière, ou plutôt les rayons chimiques qui l'accompagnent, agissaient sur cette couche en modifiant son adhérence avec l'argent, de telle sorte que cette adhérence se trouvait diminuée, suivant l'action plus ou moins vive de la lumière sur les divers points de la couche d'iode ; 3° que la vapeur mercurielle à laquelle on expose la plaque en sortant de la chambre noire venant toucher l'argent dans tous les points qui n'étaient plus garantis par la couche adhérente d'iodure, s'amalgamait avec lui et déterminait ainsi l'apparition de l'image ; 4° qu'une fois cette action produite, la couche d'iodure ayant servi comme d'un voile momentané qui aurait été transpercé seulement dans les parties frappées par la lumière, était dissoute et enlevée par la solution d'hyposulfite de soude et les lavages à l'eau ; 5° qu'en définitive l'image daguerrienne résultait d'un amalgame plus ou moins condensé de mercure et d'argent formant les parties claires et les demi-teintes, et de surfaces nues produisant les ombres à la manière des glaces qui réfléchissent du noir : j'ai pensé qu'il serait possible de trouver quelque agent chimique propre à attaquer les parties nues de l'argent, en ménageant les parties claires formées par l'amalgame de ce métal avec le mercure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Le premier soin à prendre pour l'application des procédés de gravure est le choix des plaques. Il est d'abord nécessaire que la feuille d'argent, dont le cuivre est doublé, ne soit pas trop mince. Les plaques doivent être aussi belles et aussi pures que possible, sans fissures, sans bouillons, très-bien polies et d'un grain parfaitement homogène. Ayant obtenu une plaque qui réunit toutes ces qualités, l'image doit être exécutée par les procédés ordinaires du daguerréotype, et être aussi parfaite que possible, la gravure reproduisant minutieusement tous les détails du tableau avec leurs qualités et leurs défauts. Le lavage s'opère avec la solution d'hyposulfite de soude et d'eau, en ayant soin de l'employer peu concentré, afin de n'enlever bien juste que la couche d'iodure d'argent. La plaque étant bien séchée, on recouvre ses bords d'une couche de vernis des graveurs, inattaquable à l'acide nitrique, afin d'éviter tout contact du mordant avec le cuivre, et d'encadrer le dessin d'une manière régulière et agréable. On la dispose horizontalement au-dessus d'une cuvette sur les bords de laquelle elle repose par ses quatre angles. On verse à sa surface, de manière à recouvrir d'une couche assez mince toutes les parties non protégées par le vernis, de l'acide nitrique étendu dans les proportions suivantes : trois parties d'acide nitrique pur et quatre parties d'eau ; ces proportions sont de rigueur. Ce mordant est le seul avec lequel j'aie reussi. Au bout de trois à quatre minutes, l'action du mordant commence d'abord dans un point par de petites bulles de gaz qui s'étendent de proche en proche sur toute la plaque en contact avec le liquide. Il est difficile de fixer le temps pendant lequel on doit prolonger l'action de l'acide; mais, dans tous les cas, cette action est très-prompte et ne doit pas durer au delà de deux à trois minutes. Dès que la planche est suffisamment mordue, on écoule le liquide acide dans la cuvette, on lave à grande eau et on essuie légèrement avec un tampon de coton cardé très-fin, et l'opération est terminée. Il ne s'agit plus alors que de confier la plaque à un imprimeur en taille douce soigneux et habile, pour en tirer des épreuves par les procédés ordinaires, en ménageant le plus possible le métal toujours très-tendre, et dont la gravure n'est jamais, comme on le conçoit, très-profonde.

» Je n'ai pu réussir jusqu'ici qu'à tirer environ une quarantaine d'épreuves avec les planches photogéniques ainsi gravées. Je pense aussi à reporter les dessins daguerriens sur pierre lithographique, mais je n'ai pas encore réussi. »

Manière de fixer les images photogéniques, par M. J.-J. Prechtl, de Vienne.

D'après plusieurs expériences que j'ai faites il y a quelques mois, on peut parvenir à finir les daguerréotypes, en les traitant avec une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque. Pour cet effet on mêle une dissolution concentrée de ce fluide avec 3 à 4 volumes d'eau pure, qu'on verse dans un vase plat en quantité suffisante, pour que la plaque métallique puisse y être horizontalement submergée, et le fluide surnage encore de 2 à 3 lignes de profondeur. Lorsque par l'action du fluide les feuilles de l'image sont suffisamment chargées, ce qui arrive en moins d'une minute, on retire la plaque et on la met dans un vase plat avec de l'eau où on la laisse quelque temps, après on la retire et on la sèche. Par ce procédé, les parties polies du métal sont teintes en gris par le sulfure, et les parties amalgamées ne sont pas ou sont peu attaquées; on peut varier par la concentration du fluide ou par la durée de l'immersion les teintes, cependant une trop longue action change les lumières en jaune. Les images daguerriennes ainsi traitées supportent le frottement avec le doigt et ne perdent rien des détails de l'image.

Autre moyen pour le même objet, par M. Choiselat.

Le chlorure et surtout l'iodure argentique, dissous dans l'hyposulfite sodique, peut être employé avantageusement pour la fixation des images daguerriennes; et celles-ci plongées dans ces dissolutions, se trouvant sous l'influence électrique exercée par le cuivre sur l'argent dissous, deviennent elles-mêmes fixes et ineffaçables; au lieu d'hyposulfite on peut employer un melange d'iodure, bromure ou de potassique. L'iodure d'argent, la plus convenable pour cette opération, est celui qu'on obtient en traitant à chaud une plaque de ce métal par de l'alcool iodure, précipité par l'eau, dissolvant ensuite l'iodure formée et adhérente à la plaque dans l'hyposulfite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, Ingénieur civil.

(Suite.)

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE IV.

Composition des locomotives.

Composer une locomotive, c'est résoudre le problème suivant :

Étant données; les fonctions et les dimensions théoriques des différentes parties dont l'ensemble constitue ce moteur, appliquer à sa confection les matériaux en usage dans l'atelier de construction; assigner à chacun de ces matériaux, suivant sa nature, les places où il doit figurer; et, déterminer les formes et dimensions des différentes pièces composantes, suivant le travail qu'elles ont à effectuer, l'espace qu'elles peuvent occuper, et les ressources d'exécution dont on peut disposer.

Déjà nous connaissons, d'une part, les fonctions et dimensions théoriques des différentes parties composantes; de l'autre les matériaux en usage dans l'atelier de construction et les ressources d'exécution dont on peut disposer. Ce qui nous reste à faire maintenant se réduit donc à :

Appliquer à la confection des différentes parties d'une locomotive les matériaux en usage dans l'atelier de construction; assigner à chacun d'eux, suivant sa nature, les places où il doit figurer; déterminer les formes et dimensions des pièces composantes suivant le travail qu'elles ont à effectuer, la place qu'elles peuvent occuper et les ressources d'exécution dont on peut disposer.

Pour parvenir à ce but, nous diviserons ce chapitre en deux articles, savoir :

1° Composition des parties séparées;
2° Assemblage des parties composées.

ARTICLE Ier.

Composition des parties séparées.

Une locomotive, considérée sous le point de vue pratique, se divise en six parties principales, comprenant toutes les autres, qui sont :

1° Les roues;
2° Les cylindres, pistons et tiroirs;
3° La transmission du mouvement des pistons aux roues motrices, tiroirs et pompes;
4° La chaudière à vapeur;
5° Le châssis;
6° Les appareils de sûreté et d'alimentation.

Chacune de ces parties se compose de pièces; les pièces se divisent en :

Pièces générales,
Pièces spéciales.

Les premières sont celles qui toujours semblables de forme pour des fonctions analogues à remplir, se présentent dans différentes parties avec des dimensions déterminées par la résistance qu'elles ont à vaincre. Ces pièces nous les avons étudiées dans le chapitre précédent; nous n'aurons donc ici qu'à en indiquer la présence et les dimensions quand leur utilité se manifestera.

Les secondes sont celles dont les formes et dimensions sont déterminées par la nature du travail que doit effectuer la partie dans laquelle elles figurent. C'est l'étude et la détermination des poids, prix de revient et de vente de ces dernières qui fera l'objet de cet article.

A cet effet, nous diviserons l'examen général de chaque partie séparée en six examens particuliers qui seront :

1° Matériaux; 2° formes et assemblages; 3° dimensions; 4° construction; 5° prix de revient; 6° prix de vente.

§ 1er. *Roues motrices et petites roues.*

Le diamètre des roues motrices a été déterminé dans la seconde partie, suivant la largeur de la voie; celui des petites roues est inconnu, et ne se déterminera que lorsqu'il sera question du châssis. Si donc nous les faisons marcher de pair avec les roues motrices, c'est uniquement parce que leur mode de construction est le même que celui de ces dernières.

1° *Matériaux.* Pendant longtemps les roues de locomotives se sont exécutées en bois avec cercles en fer, et moyeu en fonte, non-seulement parce que cette substance avait été jusque-là affectée à ce genre de pièces, mais encore parce qu'elle possède une élasticité que n'ont pas les métaux, et que l'on regardait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme indispensable pour résister aux différents chocs auxquels les roues sont exposées pendant la marche. Ce préjugé, quoique fondé, n'empêcha pas quelques constructeurs de tenter la substitution du fer au bois, et les résultats qu'ils obtinrent furent tels, qu'aujourd'hui on n'emploie plus que les roues construites avec ce métal. Le constructeur qui, le premier, mit ce système en vogue, est M. Jones, de Londres.

2° *Formes*. Les premières roues que fit essayer M. Jones, sur le chemin de Manchester à Liverpool, se composaient d'une jante à un cercle avec bras ronds, rivés dans la jante d'une part, et taraudés de l'autre pour être assemblés avec le moyeu par un simple écrou placé dans l'intérieur de ce dernier, sans embase extérieure. Ce mode d'assemblage avait pour but de n'exposer les bras qu'à l'effort de traction, en leur laissant la faculté d'entrer dans le moyeu lorsqu'ils se trouvaient au-dessous du centre; il en résultait pour la jante une élasticité assez analogue à celle du bois; mais ce système n'était pas solide, et on l'a abandonné.

Depuis, toutes les modifications apportées aux roues en fer ont constamment eu pour but de diminuer le nombre des pièces composantes, en remplaçant les assemblages par des soudures. On peut se faire une idée de ces modifications en visitant les machines des différents constructeurs dont les roues peuvent se classer ainsi par ordre de perfection :

1° Les roues, *Bury* de *Liverpool*, ayant la jante composée de deux cercles, les bras ronds, aplatis en deux pattes du côté de la jante avec laquelle ils s'assemblent par deux boulons à deux têtes, dont l'une rivée à chaud; mortaisés dans le moyeu pour recevoir une clavette qui, avec une embase extérieure, les maintient à demeure dans ce dernier; moyeu en fonte.

2° Les roues *Sharp* et *Roberts* de *Manchester*, différant seulement de ces dernières en ce que les extrémités intérieures des bras sont noyées dans le moyeu de fonte.

3° Les roues *Stéhélin* et *Huber* de *Bitchwiller*, à jante composée de deux cercles, bras ronds à embase du côté de la jante, terminée par une queue posée à chaud et rivée dans cette dernière; ni embase ni clavettes au moyeu, mais épatement fort simple et fort ingénieux de l'extremité, qui a pour but d'empêcher toute espèce de mouvement aux bras dans le moyeu quand ce dernier, qui est en fonte, a été coulé dessus.

4° Les roues *Jackson* de *Leeds*, à deux cercles, dont l'un, le petit, composé d'autant de parties qu'il y a de bras, chacune de ces parties étant forgée avec le bras correspondant; cercles réunis au moyen de boulons à deux têtes, dont l'une rivée à chaud, et placés dans tous les joints du cercle intérieur; bras à embase sur le moyeu, saus épatement intérieur, ce qui est moins solide que l'assemblage précédent; moyeu en fonte.

5° Les roues *Schneider frères* du *Creusot*, à jante composée de trois cercles, dont le petit, formé de plusieurs parties portant chacune deux bras soudés; à bras plats formant le tronc de pyramide quadrangulaire depuis la jante jusqu'au moyeu, dans lequel est la base, et remplissant ainsi le même but que la disposition de MM. Stéhélin et Huber, tout en rendant la dimension proportionnelle à la résistance à vaincre; moyeu en fonte.

6° Les roues de la compagnie *Wigan* d'*Angleterre*, à jante composée de deux cercles ayant l'apparence d'un seul, bras plats soudés à la jante comme ci-dessus et noyés dans un moyeu en fer, le tout paraissant d'un seul morceau.

Ces dernières roues sont le *nec plus ultrà* de la perfection, et destinées à être exclusivement employées avant deux ans d'ici; aussi ne nous occuperons-nous que d'elles, pour la construction.

Il existe un autre système de roues adopté par MM. *Stephenson* de *Newcastle*, et *Charles Taylor* de *Warington*; ces roues sont à jante en fonte, avec cercle extérieur en fer, bras en fer creux, et moyeu en fonte. Ce système, d'une construction simple et économique, a sans doute quelque mérite, puisqu'il est préféré par M. Stephenson, mais, pour nous, ne paraît pas pouvoir soutenir la concurrence avec le précédent.

3° *Dimensions*. Les roues, système Creusot ou Wigan, que nous adoptons (fig. 1, pl. X), construites avec $1^{m}.70$ de diamètre, soit à moyeu en fonte, soit à moyeu en fer, sont assez solides avec deux cercles seulement, celui de l'extérieur ayant 3 centimètres, et celui de l'intérieur 4 centimètres d'épaisseur. Les bras ont dans le haut 8 centimètres de large sur 2 d'épaisseur, et dans le moyeu 12 centimètres, largeur égale à celle des jantes, sur 3.5 d'épaisseur.

Le moyeu a, en fonte, $0^{m}.45$, et en fer $0^{m}.40$ de diamètre extérieur, avec une entrée des bras de 10 centimètres. Sa largeur est égale à 1. 2 fois le diamètre de l'essieu à cet endroit. Pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petites, on conserve les mêmes dimensions.

Le nombre des bras est variable ; pour $1^m.70$, celui le plus convenable est 20 correspondant à un espacement de $0^m.27$ entre chaque bras sur la jante.

Pour des roues de 2^m et $2^m.50$, les dimemsions croissent dans la même proportion que les diamètres.

4° *Construction.* Elle se divise en quinze opérations distinctes, qui sont :

1° Assemblage des bras et des jantes intérieures.

2° Construction des bras.

3° Assemblage des portions de jantes intérieures, 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4, *n* à *n*, à volonté.

4° Ajustage des faces de contact des portions de jante intérieure.

5° Coulage du moyeu en fonte.

6° Tournage extérieur du cercle intérieur.

7° Construction du cercle extérieur.

8° Tournage intérieur de ce cercle.

9° Posage de ce cercle.

10° Cassage du moyeu de fonte.

11° Posage du moyeu de fer.

12° Posage des boulons à tête rivée dans le cercle extérieur.

13° Alésage du moyeu.

14° Tournage général.

15° Ajustage à la main.

1° On prend du fer méplat (fig. 3, pl. X) et le pose, chauffé au rouge cerise, sur une matrice en fonte (fig. 2), représentant la forme du point d'assemblage. On frappe cette pièce au martinet jusqu'à temps qu'elle ait pris suffisamment l'empreinte de la matrice, et on la retire avec la forme de la fig. 4.

2° On soude une barre de fer plat à l'extrémité inférieure et lui donne la forme du bras.

3° On soude du fer aux deux autres extrémités, et réunit encore par une soudure deux portions de jantes, que l'on place par intervalles, pendant l'opération, dans le moule représenté fig. 5, destiné à maintenir constant l'écartement entre les bras. A mesure que le nombre des bras soudés ensemble augmente, l'opération devient plus difficile ; aussi, quand le cercle intérieur est d'un seul morceau avec les bras, vaut-il mieux les souder de bout que d'employer cette méthode ; l'assemblage est, il est vrai, moins solide, parce que, dans ce cas, la soudure est presque toujours imparfaite, mais aussi la construction est infiniment moins difficile.

4° Quand la jante intérieure est de plusieurs parties, on la porte à l'ajustage, où ces dernières sont coupées de longueur à la machine à parer, dressées à la lime et présentées.

5° Toutes les parties d'une même roue étant portées à la fonderie, on les assemble et coule dessus le moyeu. Cette opération indispensable a l'avantage de serrer parfaitement tous les joints de la jante par le retrait qui se produit au refroidissement de la fonte, dont les bras ne peuvent sortir à cause de leur forme pyramidale. Pour éviter le blanchiment des parties de fonte en contact avec les bras, quand le moyeu est destiné à rester, on a soin d'allumer un feu de charbon de bois dans le moule, deux heures avant la coulée.

6° Le tournage extérieur du cercle intérieur se fait au gros tour. Il n'est pas nécessaire pour cela d'avoir alésé le moyeu ; ce gros tour porte un emprunt de la dimension de la roue.

7° Pour faire le cercle extérieur, on prend une barre de fer, laminée d'avance avec un rebord, la coupe d'une longueur égale à la circonférence, et lui prépare une amorce à chacune de ses extrémités. On place cette barre, dans cet état, dans un four d'une longueur au moins égale à la sienne, et d'une largeur de $0^m.50$ environ. On la chauffe là au rouge cerise et quand elle est parvenue à cette température, on l'enroule sur un mandrin en fonte, représentant le diamètre extérieur du petit cercle moins 5 à 6 millimètres. On laisse refroidir et on soude à la forge de maréchalerie les parties amorcées.

Depuis quelque temps, en Angleterre, on a substitué le marteau au laminoir pour la fabrication des cercles à rebords. Cela provient de ce que les fers laminés, exposés à des frottements ou des chocs fréquents, se gercent et se décomposent en une série de lames analogues aux écharpes que fait le bois quand on le fend. Ces lames ne se forment pas par suite du travail du métal, elles y existent plus ou moins apparentes depuis son passage au laminoir dont l'effet est, tout en allongeant le fer, de le diviser en fibres parallèles, dont la résistance longitudinale augmente, mais dont la ténacité transversale est considérablement diminuée. Les produits de cette opération qui accusent le plus généralement cette défectuosité sont les tôles de fer, et, après elles, les rails et les cercles à rebords des roues. Pour les rails, il sera difficile d'y remédier, parce que leur fabrication, autrement qu'au laminoir,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est très-dispendieuse ; néanmoins on y arrive en partie en leur redonnant leur forme primitive rectangulaire sous des dimensions plus considérables. Pour les cercles à rebords, le marteau, quoique coûtant plus cher, y remédie complétement. Dans ce cas, l'opération consiste à prendre une barre de fer plat, préalablement laminée sur toute sa longueur, à la chauffer par places successives et à la placer chaque fois sous un martinet dans un moule en fonte, ne laissant sortir que la partie qui doit être recourbée à chaud.

8° On porte ce cercle sur le gros tour, qui lui donne un diamètre intérieur de 3 à 4 millimètres moindre que celui extérieur du petit cercle.

9° On reporte ce cercle à la forge, où il est encore une fois chauffé au rouge cerise, dans un four quarré, capable de le contenir ; puis sorti et posé à chaud sur le petit cercle. Il arrive généralement que ce cercle ne peut entrer dès la première chaude, par suite de son diamètre intérieur que l'on a toujours soin de faire plus petit, de crainte de le faire trop grand. Alors on a un second mandrin en fonte de deux parties séparées par des coins, dont le but est de permettre de serrer le cercle que l'on place dessus, et de l'enlever quand il est refroidi, ce à quoi on ne pourrait parvenir si le mandrin était d'une seule pièce, par suite du serrage énorme qui se produit par le refroidissement. Le cercle, sorti de ce mandrin, a conservé le diamètre qu'il avait étant chaud, et, si on le réchauffe de nouveau, il prend un nouveau diamètre qui lui permet d'entrer sur le petit cercle. Il est bon de ne jamais dépasser deux chaudes, car, comme nous l'avons dit en parlant des propriétés de ce métal, les chaudes rendent le fer cassant.

10° Le cassage du moyeu de fonte, dans le cas où on veut mettre un moyeu en fer, s'opère à coups de masse, et comme on a eu soin de le faire assez léger, puisqu'il n'était pas destiné à rester, cette opération s'exécute facilement.

11° On chauffe au rouge blanc une balle de fer que l'on place sur l'enclume du martinet, au centre de la roue, chauffé lui-même préalablement aussi. Puis on frappe de manière à étaler cette balle et la faire pénétrer entre les bras. L'opération terminée, on pare les interstices au dégorgeoir, par petites chaudes successives.

12° On porte la roue à l'ajustage et l'on perce des trous à tous les points de jonction des parties de la jante intérieure. Ces trous percés on fraise la partie qui se trouve dans le cercle extérieur, d'abord au bédanne et ciseau rond, puis à la fraise. On chauffe des boulons à tête ronde, les entre par l'intérieur et frappe à deux ouvriers sur l'extrémité extérieure, pendant qu'un troisième maintient la tête serrée contre le cercle intérieur au moyen d'un levier en fer, portant sur un remplissage en bois placé entre les bras.

13° On alèse le moyeu, en prenant pour centre, le centre de la circonférence moyenne, à moins que le cercle extérieur n'ait une défectuosité qu'il faut faire disparaître.

14° On place la roue sur son essieu, la cale à deux clavettes, une quarrée, prisonnière et une demi-ronde, à angle droit, avec la première ; puis on tourne tout l'extérieur de la roue, y compris le moyeu.

15° L'ajustage consiste dans un abattage des angles vifs des bras, ce qui en rend le coup d'œil plus agréable.

Il est une autre méthode pour fabriquer les moyeux en fer, et qui consiste à considérer ces derniers comme des portions de bras. Alors, on fabrique les bras par la méthode ordinaire en leur soudant la partie du moyeu qui leur correspond ; on ajuste parfaitement les faces de contact et on assemble. Pour maintenir le moyeu aussi solide que s'il était d'un seul morceau, il suffit de le munir de chaque côté d'une frette en fer, posée à chaud sur deux saillies ménagées à cet effet.

Pour faire les roues d'une seule pièce apparente, en conservant la méthode de soudage des bras aux jantes que nous avons indiquée, on taille en biseau le vide à l'intérieur, tous les points de jonction des portions de jantes formant le petit cercle, et on rapporte à chaud, un morceau de fer prismatique à base triangulaire qui remplit complétement le vide ménagé. Ce genre de soudure est très-bon, et peut s'appliquer au cercle extérieur en plaçant le biseau au milieu de l'épaisseur et rapportant les morceaux de fer de chaque côté au lieu d'un seul comme pour les petits cercles.

5° *Prix de revient.* Une roue de 1m. 70 de diamètre à moyeu en fer, pèse moyennement 1,000 kil. et coûte par conséquent en matière première, 500 fr.

La décomposition du prix de revient de la main-d'œuvre, dans chaque opération, peut se faire ainsi :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Chauffage et façon de 20 T à 0 fr. 25.	5 fr.
2° Soudage et forgeage de 20 bras à 3 fr. 50.	70
3° Assemblage en 10 couples, à 8 fr.	80
4° Ajustage de 20 faces, à 1 f. 50.	30
5° Coulage du moyeu en fonte. .	10
6° Tournage extérieur du petit cercle.	10
7° Construction du grand cercle. .	25
8° Tournage intérieur de ce cercle.	10
9° Posage de ce cercle.	15
10° Cassage du moyeu de fonte. .	1
11° Posage du moyeu de fer. . . .	40
12° Posage des boulons à 2 têtes. .	25
13° Alésage du moyeu.	1
14° Tournage général.	20
15° Ajustage.	20
	352 fr.

Nous avons donc :

Matière première. . .	500
Main d'œuvre.	352
	852

Prix de revient $1.75 \times 852 = 1500$ fr.
Prix de vente $2 \times 852 = 1700$

$\frac{1700}{1000} = 1$f.70 le kilogramme.

Une petite roue ayant 1m. 10 de diamètre pèse 500 k. Si nous établissons une progression entre les poids de ces dernières et ceux des roues de 1 m. 70, nous obtiendrons pour poids et prix de vente, assez rapprochés, de toutes les roues, les nombres suivants :

Diamètres. mètre.	Poids. kil.	Prix du kil. fr.	Prix de vente fr.
1.00 . . .	445 . .	2.05. . .	900
1.10 . . .	500 . .	2.00. . .	1000
1.20 . . .	561 . .	1.95. . .	1100
1.30 . . .	630 . .	1.90. . .	1200
1.40 . . .	708 . .	1.85. . .	1300
1.50 . . .	795 . .	1.80. . .	1450
1.60 . . .	893 . .	1.75. . .	1550
1.70 . . .	1000 . .	1.70. . .	1700
1.80 . . .	1120 . .	1.70. . .	1900
1.90 . . .	1260 . .	1.70. . .	2150
2.00 . . .	1450 . .	1.70. . .	2450
2.10 . . .	1630 . .	1.70. . .	2800
2.20 . . .	1830 . .	1.70. . .	3100
2.30 . . .	2050 . .	1.70. . .	3500
2.40 . . .	2300 . .	1.70. . .	3900
2.50 . . .	2600 . .	1.70. . .	4400

A partir de 1 m. 70, nous conservons le même prix de revient du kil., parce que la difficulté d'exécution croît proportionnellement au diamètre.

§ 2. *Cylindres à vapeur.*

Ce paragraphe comprend : les cylindres, les boîtes à vapeur, les pistons, les tiroirs, les tiges et le mouvement de la détente.

1° *Matériaux*. Ils se composent généralement de fonte, fer et cuivre dans les proportions :

Sans détente.	A détente.
60 fonte. . . .	60 fonte.
5 fer.	10 fer.
1 cuivre. . .	1 cuivre.

La fonte sert à faire les cylindres, leurs fonds, les boîtes à vapeur, les tiroirs et les pistons ; le fer, les boulons et les tiges ; le cuivre, les stuffing-box et les grains.

2° *Formes*. Les cylindres de locomotives diffèrent en quelques points des cylindres ordinaires de machines fixes. Comme ils sont maintenus en place au moyen de la plaque de tôle forte sur laquelle s'assemblent les petits tubes, laquelle plaque les relie au reste du mouvement par les entretoises, il faut que leur bride puisse s'assembler, non-seulement avec le couvercle, mais encore avec cette plaque. Pour cela, on fait la bride soit quarrée, comme dans la locomotive représentée planche IX, avec les quatre boulons aux quatre coins, soit ronde et double, comme dans la fig. 11, (Planche X). La bride double, c'est-à-dire à face intérieure et face extérieure, présente l'avantage de n'exiger pour le couvercle qu'un diamètre égal au diamètre extérieur du cylindre, ce qui laisse de la place pour loger les entretoises sur la plaque, tandis que l'autre disposition force à les assembler avec le couvercle même, assemblage tout à fait incommode pour les réparations. Dans le premier cas, le couvercle est serré par des boulons taraudés dans la bride intérieure. Comme dans toutes les machines bien faites, les brides sont munies de portées tournées et coïncidant parfaitement, ce qui évite le masticage du joint.

Le piston et sa tige doivent être construits de telle manière qu'ils se retirent par derrière, et le couvercle du piston doit être de ce côté, afin qu'on puisse refaire la garniture, sans être obligé de l'enlever complétement. La meilleure garniture du piston est sans contredit celle à cercles de fonte très-minces sur un premier lit de chanvre qui, bien serré, agit comme un ressort.

Les tiroirs sont de deux espèces : à détente et sans détente. Quand ils sont sans détente, il est préférable d'en mettre deux pour diminuer la longueur du canal d'écoulement de la lumière à l'intérieur du cylindre, canal constituant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une perte de vapeur égale à son volume pour chaque coup de piston. Quand ils sont à détente, l'expansion de la vapeur contenue dans ce canal, réagissant contre le piston, fait que la perte est presque nulle et ne nécessite pas cette précaution; cela est d'autant mieux que, par le mode de détente, que nous avons adopté, il serait impossible d'en mettre deux.

Les fig. 11, 12, 13 et 16, présentent un tiroir à détente avec l'appareil qui sert à rendre cette dernière variable à la main et à chaque instant. Quand on présente à la *tuile* supérieure le plus petit axe du taquet, la détente a lieu à la moitié de sa course, c'est la détente minima; quand on présente le grand axe, la détente a lieu au 1/8 de la course, c'est la détente maxima.

Ce système de détente à deux tiroirs superposés, n'est pas exécuté de la même manière par tous les constructeurs. On peut voir comment M. Edward l'exécute dans le Bulletin de la société d'encouragement d'avril 1837. Nous croyons indispensable de faire la longueur de la tuile supérieure égale à l'espace compris entre les deux lumières, plus la longueur d'une lumière, sans quoi la vapeur rentre à la fin de la course, quand on détend à un point élevé.

Les boîtes à vapeur se construisent généralement de telle sorte, que l'assemblage avec le cylindre et avec le couvercle, se fasse par un seul boulon à tête intermédiaire (fig. 15), taraudé à ses extrémités pour recevoir deux écrous, et enveloppé de fonte, sur toute sa longueur, pour être à l'abri de l'action oxidante de la fumée. La prise de vapeur se fait tantôt sur le côté, tantôt dessus la boîte dont le couvercle n'occupe plus alors qu'une partie.

Quant à la sortie de la vapeur, communiquant avec le tuyau d'injection, par un raccordement circulaire, il faut autant que possible, lui donner une direction courbe vers la cheminée, afin que la vapeur sortant d'un des cylindres, n'aille pas réagir sur le piston du cylindre voisin. Lorsque la machine est à détente, cette précaution n'est pas indispensable, parce que la vitesse d'écoulement est faible, mais sans détente, elle est de la plus haute importance, en ce qu'elle influe considérablement sur l'effet utile.

3° *Dimensions*. Théoriquement les dimensions des différentes parties du cylindre à vapeur devraient être déterminées d'après la longueur du diamètre. En pratique, il n'en est pas ainsi, parce qu'il y a toujours une dimension minima pour que le métal subisse, d'une manière convenable, les diverses opérations auxquelles il est soumis dans le travail de l'atelier. Il en résulte que les quantités de matière employée dans une machine, ne sont pas proportionnelles à leur force, et se rapprochent d'autant plus des dimensions théoriques que les machines sont plus puissantes. Nous allons indiquer toutes les dimensions des cylindres que l'expérience a signalées comme les meilleures pour les huit diamètres de pistons envisagés dans la seconde partie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES PARTIES.	DIAMÈTRES DES PISTONS.							
	0m.25	0m.30	0m.35	0m.40	0m.45	0m.50	0m.55	0m.60
Épaisseur des cylindres. . . .	mèt. 0.025	mèt. 0 025	mèt. 0.030	mèt. 0 030	mèt. 0.035	mèt 0.035	mèt. 0.040	mèt. 0.040
Épaisseur des brides.	0.030	0 030	0.035	0.035	0.040	0.040	0 045	0.045
Longueur des brides.	0.05	0 05	0.06	0.06	0 07	0.07	0.08	0.08
Diamètre des boulons.	N° 21	21	25	25	30	30	35	35
Nombre de boulons.	23	23	23	23	23	23	23	23
Entrée des couvercles.	0 025	0.025	0.03	0.03	0 035	0 035	0.04	0.04
Épaisseur totale des pistons. .	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0 15
Jeu total.	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0 06	0.07	0 07
Diamètre de la tige du piston.	N° 45	45	50	50	55	55	60	60
—— de la tige du tiroir. . .	18	18	21	21	25	25	30	30
—— de la tige du taquet. . .	21	21	25	25	30	30	35	35
Épaisseur des boîtes à vapeur.	0.015	0.015	0.018	0 018	0.021	0.021	0.025	0.025
Diamètre des boulons, *id.* . .	N° 15	15	18	18	21	21	25	25
Nombre des boulons.	12	12	14	14	16	16	18	18
Épaisseur des tiroirs.	0.010	0.010	0.012	1.012	0.015	0.015	0.018	0.018
Longueur des brides de la boîte à vapeur..	0 03	0.03	0.036	0.036	0.042	0 042	0.050	0 050

Nous avons donné dans la seconde partie les dimensions des lumières, en nous basant sur celles que l'on donne ordinairement pour les machines sans détente. A détente, il ne peut en être ainsi, comme nous allons le voir.

Dans le système du double tiroir, on fait aussi petite que possible la largeur de la lumière du tiroir, afin d'avoir une fermeture plus instantanée ; d'autre part, on élargit autant que possible la lumière du cylindre, afin que la vapeur puisse entrer plus librement tant que la lumière du tiroir n'est pas fermée.

Quand les deux lumières sont égales la vapeur n'entre à pleine section qu'à un moment de la course.

Quand la lumière du cylindre est double de celle du tiroir, la vapeur entre à pleine section pendant 1/4 de la course.

Quand la lumière du cylindre est triple, la vapeur entre à pleine section pendant 1/3 et ainsi de suite.

Plus la largeur de la lumière du cylindre est grande, plus la course est grande et, partant, plus la boîte à vapeur est longue. Il suit de là que généralement on se contente de la faire double de celle du tiroir ; dans ce cas on a :

Course. . . . . = 4 fois au moins la lumière du tiroir.
Longueur du tiroir = 15 fois environ *id.*
Total. . . . 19

19 fois la largeur de la lumière du ti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roir représente la longueur minima de la plate-forme. Pour $l = 0.1\ D$, on a :

Longueur de la plate-forme = 1.19 diamètre.

Relation qui ne peut avoir lieu que pour des petits diamètres avec de grandes courses. Dans tous les cas, connaissant la longueur de la plate-forme du tiroir, on aura la largeur de sa lumière en divisant cette longueur par 20 plutôt que par 19, parce qu'il faut laisser un peu de jeu à chaque extrémité de la course, sans quoi le tiroir frapperait à chaque coup contre la boîte à vapeur.

4° *Construction.*

1° Forge. Le travail de la forge consiste dans la confection de tiges rondes de boulons, cadres pour les tiroirs et autres petites pièces dont le travail simple n'a besoin d'aucune explication.

2° Fonderie. Il y a d'abord pour les modeleurs à exécuter neuf modèles qui sont :

Le cylindre.	Le tiroir inférieur.
Son fond.	Le tiroir supérieur.
Son couvercle.	Le corps de piston.
La boîte à vapeur.	Son couvercle.
Son couvercle.	

Cette besogne faite, on joint à ces 9 modèles ceux du stuffing-box et grains de trois tiges, et porte le tout à la fonderie où les moulages s'exécutent par les procédés que nous avons décrits plus haut ; le cylindre se moule en sable d'étuve et le reste en sable vert.

3° Ajustage. On commence par aléser le cylindre, en ayant soin de tourner ses portées sur l'alésoir même, afin d'être sûr que leur plan est bien perpendiculaire à celui des génératrices intérieures. Suivant que la fonte est soufflieuse, dure ou de bonne qualité, on passe plus ou moins de fois l'alésoir ; il en résulte que le diamètre rigoureux du cylindre ne peut se déterminer *à priori*, et se trouve tantôt plus petit, tantôt plus grand que celui sur lequel on comptait.

Le cylindre alésé, on tourne le couvercle et le fond dont les entrées ne sont déterminées de diamètre qu'après cette première opération. En même temps, on rabote la plate-forme du tiroir, parallèlement aux arêtes du cylindre ; on rabote aussi les tiroirs et les portées des boîtes à vapeur. On tourne le piston et son couvercle, pose à chaud dans le piston les remplissages en fer qui servent d'écrou aux boulons de serrage, tourne les cercles, et, si l'on veut, la plaque de fonte rapportée sur le couvercle avec trous quarrés à l'endroit des têtes des boulons, pour empêcher ces derniers de se desserrer pendant la marche. Au lieu de cette plaque de fonte dont le principal avantage est d'économiser la vapeur en remplissant un vide inutile, on met assez ordinairement un petit cercle en fer tangent aux boulons, et maintenu en place par deux vis.

D'autre part, on tourne les tiges, tourne et filte les boulons, taraude et pare les écroux, tourne et alèse les stuffing-box, rabote le taquet, etc., etc.

Toutes les pièces ainsi préparées sont données à un ou deux ajusteurs finisseurs qui les assemblent. Pour cela, ils commencent par polir toutes les faces planes qui ont été rabotées ; ils dressent à l'émeril et à l'huile les faces de contact des tiroirs en les frottant l'une sur l'autre : ils marquent les places des trous à percer dans le cylindre, son fond, son couvercle, sa boîte à vapeur et le couvercle de cette dernière ; ils assemblent le piston avec sa tige, coupent cette dernière de longueur et font la mortaise de l'extrémité qui s'assemble avec le T. Il est bon de remarquer en passant que cette mortaise ne se fait que dans le cas de locomotives, parce que les distances et longueurs sont observées rigoureusement ; dans toute autre machine, cette mortaise ne s'exécute qu'au montage. Ensuite, ils assemblent le taquet avec sa tige, le cadre du tiroir avec la sienne, font entrer le tiroir dans son cadre, placent les tringles qui guident le tiroir supérieur, posent les boulons des stuffing-box, et, quand tout est bien préparé ainsi, font l'assemblage général et expédient au montage.

5° *Prix de revient.* Il n'est pas facile de déterminer le prix de revient pour les huit diamètres que nous avons envisagés, si nous avons égard aux augmentations de longueur des courses résultant de la largeur de la voie. Afin de ne pas compliquer la question, nous considérerons les poids égaux pour un même diamètre de piston, quelle que soit la longueur des cylindres. La conséquence de cette manière d'agir n'aura d'influence que sur les matières premières, particulièrement la fonte, dont la valeur est fort peu de chose par rapport à la main-d'œuvre qui est la même dans les trois cas.

On aura ainsi, en comprenant dans le prix de revient de 1 cylindre, la moitié du prix de revient de l'appareil servant à rendre la détente variable à la main :

Diamètres des pistons.	Fonte.	Fer.	Cuivre.
mèt.	kil.	kil.	kil.
0.25. . .	350. . .	70. . .	7
0.30. . .	400. . .	80. . .	8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

0.35. . .	450. . .	90. . .	9
0.40. . .	500. . .	100. . .	10
0.45. . .	550. . .	110. . .	11
0.50. . .	600. . .	120. . .	12
0 55. . .	650. . .	130. . .	13
0.60. . .	700. . .	140. . .	14

Le fer et le cuivre constituant des boulons, stuffing-box, etc., seront évalués, pour la main-d'œuvre, comme les pièces générales correspondantes, indiquées dans le chapitre précédent. La fonte sera évaluée ainsi :

	DIAMÈTRES DES PISTONS.							
	m. 0.25	m. 0 30	m. 0.35	m. 0.40	m. 0.45	m. 0.50	m. 0.55	m. 0.60
Fonderie. . . .	f. 30	f. 33	f. 36	f. 39	f. 42	f. 45	f. 48	f. 51
Alésoir.	5	6	7	8	9	10	11	12
Tour.	10	11	12	13	14	15	16	17
Rabot.	15	17	19	21	23	25	27	29
Foret.	10	11	12	13	14	15	16	17
Taraudage. . .	5	6	7	8	9	10	11	12
Ajustage. . . .	50	55	60	65	70	75	80	85
	125	139	153	167	181	195	209	223

Ajoutant la valeur de la matière première,

On a :	f. 87.50	f. 100	f. 112.50	f. 125	f. 137.50	f. 150	f. 162.50	f. 175
Fonte ajustée.	f. 212.50	f. 239	f. 265.50	f. 292	f. 318.50	f. 345	f. 371.50	f. 398
Fer.	150. »	160	170. »	180	190 »	200	210. »	220
Cuivre. . . .	25. »	30	35. »	40	45. »	50	55. »	60
	387.50	429	470.50	512	553.50	595	636.50	678

Le fer est évalué au prix du kil. de boulons de boîtes à vapeur ; le cuivre à la valeur des stuffing-box correspondants.

On déduit de là, en admettant que les prix de revient et de vente sont comme pour le fer, cela afin de simplifier autant que possible :

Prix de revient : 1.75 fois les prix ci-dessus, ou :

fr. fr. fr. fr. fr. fr. fr. fr.
680.. 750.. 825.. 900.. 970.. 1,040.. 1,110. 1,190.

Prix de vente : 2 fois les mêmes prix ci-dessus :

fr. fr. fr. fr. fr. fr. fr. fr.
775.. 855.. 950.. 1,030.. 1,110.. 1,190.. 1,270.. 1,360.

§ 3. *Transmission du mouvement aux roues motrices, tiroirs et pompes.*

Cette transmission comprend :

1° Les essieux coudés ;
2° Les entretoises et guides ;
3° Les bielles, têtes des tiges de pistons et de pompes ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Mouvement des tiroirs.

1° *Essieux coudés.*

1° *Matériaux.* Les essieux coudés sont toujours en fer et d'une seule pièce. Pendant un temps la grande difficulté que l'on éprouvait à les exécuter, a fait essayer de leur substituer des essieux en fonte ; malgré les dimensions considérables que l'on donnait à ces derniers, ils cassaient toujours, aussi maintenant y a-t-on complétement renoncé, et ne songe-t-on plus qu'à perfectionner les méthodes d'exécution de ceux en fer.

2° *Formes.* Munis de deux manivelles coudées à angle droit, les essieux sont portés près de leurs extrémités, par les roues motrices auxquelles ils communiquent le mouvement de rotation qu'ils reçoivent des bielles ; de plus, ils ont, à leurs extrémités, deux tourillons sur lesquels porte le châssis de la machine, par l'intermédiaire des ressorts. De chaque côté des coudes, le plus près possible, sont les coussinets, au moyen desquels ils ont la faculté d'osciller verticalement dans les entretoises.

C'est cette oscillation verticale qui nécessite la force que l'on donne généralement à ces pièces, ainsi que la liaison intime qui existe entre toutes leurs parties. En effet, d'une part, la charge qui a lieu aux extrémités tend à soulever le milieu de l'arbre par suite de la position intermédiaire des roues, et on ne peut éviter ce soulèvement qu'en faisant faire corps aux boutons avec les extrémités des manivelles ; d'autre part, s'il se manifeste un choc à l'une des roues pendant la marche, il faut que les boutons résistent à l'effort de rupture transversale, comme l'arbre lui-même, et partant, aient le même diamètre.

La fig. 6 (Planche X), représente une moitié d'essieu comme on les construit généralement. Toutes les arêtes vives des manivelles sont abattues, et les deux bras sont un peu évasés vers le centre.

Une précaution à signaler pour ces pièces, c'est de faire le diamètre des portées des roues, supérieur à celui des parties environnantes, afin que quand on veut décaler ces dernières, soit par suite d'usure, soit par suite d'accident quelconque, on puisse chasser les clavettes sans difficulté, ce qui n'aurait pas lieu, si elles étaient appuyées contre une embase.

3° *Dimensions.* Il n'est pas de calculs applicables à la détermination des diamètres des différentes parties des essieux coudés ; les chocs auxquels ils doivent résister ont fait augmenter successivement leurs dimensions depuis leur origine, et l'on est arrivé aujourd'hui à un point qui ne paraît pas destiné à être dépassé. Quant aux distances entre les différentes parties, nous dirons, que les manivelles doivent être espacées assez pour que l'on puisse loger, entre les entretoises du milieu, les excentriques et leurs leviers ; dans le dessin, nous avons fait la distance entre les axes du mouvement égale à la demi-largeur de l'enveloppe de la boîte à feu. Cette distance n'est que juste ce qu'il faut à l'intérieur, non-seulement pour le mouvement des excentriques, mais encore pour l'injection de la vapeur dans la cheminée ; il n'y aurait donc pas de mal de l'augmenter un peu ; il est vrai qu'alors il ne serait plus possible de placer la pompe où nous l'avons mise, grâce à ce rapprochement des axes ; il est bon d'observer aussi que, pour l'écartement des cylindres, il faut avoir égard à la courbure de la tôle de chaque côté de la boîte à fumée, courbure qui pourrait nécessiter de rogner les brides si on les en rapprochait trop.

Il y a trois diamètres différents sur les essieux coudés : le diamètre des portées des roues ; le diamètre des boutons de manivelles et tourillons d'entretoises ; le diamètre des tourillons extrêmes ou des châssis.

Ils peuvent être les mêmes, quel que soit le diamètre du cylindre, pour une même largeur de voie, cela parce que leur largeur est cons ante. Si nous les considérons ainsi, nous aurons :

	mèt.	mèt.	mèt.
Largeur des voies. . .	1.50...	1.75...	2.00
Diamètres des portées des roues.	0.15...	0.17...	0.19
Tourillons des entretoises et boutons. .	0.13...	0.15...	0.17
Tourillons des châssis.	0.11...	0.13...	0.15

4° *Construction.* Il existe trois espèces d'essieux coudés :

1° Les essieux à manivelles rapportées ;

2° Les essieux à manivelles découpées ;

3° Les essieux à manivelles forgées.

Les premiers sont ceux qui s'exécutent le plus facilement ; ils se composent de 9 pièces, savoir :

3 bouts d'arbre,
4 manivelles,
2 boutons.

Chacune de ces pièces se construit séparément par les procédés ordinaires de l'atelier ; on assemble ensuite les manivelles avec les arbres, soit à prisonnier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et clavette demi-ronde, soit à rivure à chaud du bout d'arbre dans un trou évasé extérieurement ; cela fait, on pose à chaud les boutons que l'on assemble de cette dernière manière.

Jusqu'à présent, ces essieux ont présenté comme principal inconvénient de se détraquer facilement, d'exiger de plus grandes quantités de fer que les autres pour avoir la même résistance, et de ne pas coûter beaucoup moins dans les ateliers bien organisés.

Les seconds, ceux exclusivement employés aujourd'hui, se construisent de trois manières principales, qui sont :

1° Essieux à manivelles rapportées pleines par mises successives.

2° Essieux en deux parties soudées au milieu.

3° Essieux d'une seule pièce à manivelle rabattue.

1° Pour construire les essieux à manivelles rapportées par mises successives, on forge un arbre rond, du diamètre de l'essieu, ayant soin de réserver sur cet arbre, aux deux places des manivelles, des parties plates en saillies sur lesquelles on rapporte successivement, au blanc soudant, des couches de métal de 6 à 8 centimètres d'épaisseur, jusqu'à ce qu'on ait atteint la saillie nécessaire. Cela fait, on les met sur le tour qui finit la partie ronde, ainsi que les plats extérieurs transversaux des manivelles; on rabote les plats longitudinaux et on trace le contour du vide intérieur à enlever. Ce vide, qui pourrait se découper tout entier à la machine à parer, s'exécute beaucoup plus promptement, si on adjoint à cette machine la machine à percer qui, garnissant tout le contour intérieur de la manivelle d'une série de petits trous aussi rapprochés que possible les uns des autres, ne laisse plus à enlever à la première que les portions de fer restées entre ces trous.

Les manivelles évidées, on procède au tournage des boutons. Cette opération s'exécute en rapportant extérieurement des axes parallèles à l'axe principal, à une distance de ce dernier, égale au rayon de la manivelle; ces axes sont maintenus en place au moyen de plaques en fer, boulons et contre-poids qui équilibrent la charge de l'arbre principal et rendent régulier le mouvement sur le tour. Quelquefois, on évite ce travail qui est assez difficile en ajustant les boutons au burin et à la lime, cela en les convertissant d'abord en un quarré parfait, ensuite en octogone régulier, ensuite un polygone régulier de seize côtés, puis trente-deux, etc., jusqu'à ce que le bouton soit rond. Un bon ouvrier, habitué à ce genre de travail, arrive assez exactement; autrement, on obtient un bouton incliné à l'axe et qui a pour effet de casser les bielles pendant la marche de la machine.

2° Pour construire les essieux en deux parties, soudées au milieu, on a une masse de fer composée de plusieurs barres et plaques de tôle, disposées de manière à représenter la même forme que la moitié de l'essieu. On met le tout au four à réchauffer, bien saupoudré de borax dans son intérieur, pour dissoudre l'oxide qui règne sur toutes les surfaces, et on bat, au gros marteau, à la chaleur blanche, de manière à ne plus former qu'un seul morceau. Cela répété sur l'autre moitié de l'essieu, on amorce les deux bouts qui correspondent au milieu de l'essieu, et on les soude ensemble. Le travail de l'ajustage s'exécute comme pour le précédent.

3° Pour construire les essieux à manivelle rabattue, on exécute absolument la même opération que ci-dessus, seulement avec une longueur double, en laissant pleine la partie comprise entre les deux manivelles. Cela fait on porte l'essieu à l'ajustage, qui découpe le plein qu'on a laissé à la forge entre les manivelles, et on rapporte ce dernier à la forge qui, au moyen d'une chaude suante, fait faire un quart de tour à l'une des manivelles, et les place ainsi chacune dans leur position normale. Le travail de l'ajustage, qui suit cette opération, ne diffère pas des précédents.

Ce dernier système, qui a l'avantage de donner un essieu d'un seul morceau, présente comme principal inconvénient d'exiger une mise de 1600 k. de fer au four pour en retirer 400; ensuite le quart de révolution que l'essieu fait en son milieu diminue toujours sa ténacité, en sorte que des trois systèmes que nous venons d'énumérer, pour construire les essieux à manivelles découpées, le second nous semble préférable; c'est aussi celui qui est exclusivement employé en Angleterre.

La troisième espèce d'essieux, ceux à manivelles forgées, faciles à exécuter lorsque les diamètres ne dépassent pas six centimètres, sont d'une difficulté si grande pour les diamètres ordinaires des essieux de locomotives qu'on y a complétement renoncé, quant à présent.

Pour construire un essieu de ce genre, on prend une barre de fer suffisamment longue pour n'être pas obligé de rapporter de fer, sans quoi, il serait inutile d'employer cette méthode, et on courbe à chaud les manivelles suivant la forme que doit affecter l'essieu, en partant du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

milieu. On obtient ainsi un essieu d'un seul morceau, dont le nerf, n'étant interrompu en aucun point, est d'une résistance à toute épreuve, si on a eu soin de choisir du fer de bonne qualité. Jamais un essieu de ce genre ne se casse; il peut se courber par un choc, mais alors rien n'est plus facile que de le redresser. Il serait à désirer que l'on parvint à se familiariser avec ce mode de construction des essieux coudés, car il permettrait de diminuer d'au moins un quart le diamètre que l'on donne ordinairement.

5° *Prix de revient.* Avec les dimensions que nous avons données plus haut pour les essieux, abstraction faite des déchets qui sont considérables dans l'exécution de ces pièces, les poids moyens sont :

	m.	kil.
Largeur de voie.	1.50 . . .	400
Id.	1.75 . . .	500
Id.	2. » . . .	600

La main-d'œuvre se répartit ainsi :

	Largeur de voie.		
	m.	m.	m.
	1.50 .. .	1.75. . .	2
	fr.	fr.	fr.
Forge, système moyen.	150.. .	200. .	250
Ajustage, évidage des manivelles.	100.. .	125. .	150
Tournage total.	80.. .	100. .	120
Ajustage.	100.. .	125. .	150
	430.. .	550. .	670
Matière première.	200.. .	250. .	300
Totaux. . . .	630.. .	800. .	970

d'où, prix de revient :

	fr.	fr.	fr.
	1100.. .	1400. .	1700

prix de vente:

	fr.	fr.	fr.
	1260.. .	1600. .	1940
Le kilogramme.	3.15.. .	3.20. .	3.25

Pour les essieux droits des petites roues, les poids moyens sont :

Pour un essieu :

	mèt.	kil.
Largeur de voie.	1.50	100
Id.	1.75 . . .	125
Id.	2. » . . .	150

La main-d'œuvre se répartit ainsi :

	Largeur de voie		
	mèt.	mèt.	mèt
	1.50 .. .	1.75. . .	2
	fr.	fr.	fr.
Forge	20 .. .	25. . .	30
Ajustage tour. .	20 .. .	25. . .	30
Calage.	5 .. .	6. . .	7
	45 .. .	56. . .	67
Matière première.	50 .. .	62.50.	75
Totaux. .	95 .. .	118.50.	142

d'où, prix de revient :

	fr.	fr.	fr.
	166 .. .	210. . .	250

prix de vente :

	fr.	fr.	fr.
	190 .. .	237. . .	284
Le kilogramme.	1.90 .. .	1.90. .	1.90

Enfin les 5 essieux réunis :

	fr.	fr.	fr.
	1640 ..	2074... .	2508

2° *Entretoises, guides.*

1° *Matériaux.* Les entretoises sont en fer, avec coussinets en cuivre jaune, dans les échancrures; les guides sont en acier avec fer d'angle, cuivre d'angle ou fonte servant à les assembler avec les entretoises, au moyen de boulons.

2° *Formes.* 1° Entretoises. Il existe deux espèces principales d'entretoises : la première consiste en deux plaques de tôle découpées à la machine à parer, et assemblées à boulons avec rondelles intermédiaires qui en règlent l'écartement; la seconde consiste en une seule barre de fer forgé, plate, avec un renflement autour de l'échancrure. Quelle que soit celle de ces deux espèces que l'on adopte, les frais de construction et la difficulté d'exécution peuvent être évalués les mêmes dans les deux cas : quant à la solidité, la seconde nous paraît préférable, parce que, quelque rigides que soient les assemblages, il y a toujours plus de chances de rupture dans une pièce composée de plusieurs parties que dans une pièce d'un seul morceau. Aussi est-ce pour cette raison que nous avons adopté la seconde que l'on peut voir représentée fig. 7 et 8 (planche X).

Dans les deux cas, on a soin de relier les extrémités des pattes de l'échancrure, tantôt par un collier, comme nous l'avons figuré, tantôt par un boulon ou toute autre pièce. Cette liaison a pour but de maintenir constant l'écartement entre les deux faces intérieures, écartement que tend sans cesse à agrandir la pression rectiligne alternative de la tige du piston sur l'essieu coudé, en abaissant la partie supérieure. Quelques constructeurs, au lieu de placer le corps de l'entretoise dans le milieu de l'échancrure, le placent en haut et le font descendre ensuite à l'endroit des guides pour soutenir ces derniers. Cette disproportion nous paraît fort bonne et même susceptible de rendre inutile la liaison inférieure des pattes auxquelles on donnerait alors des dimensions suffisantes pour résister à la pression du piston. Il est vrai que cette liaison infé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure est destinée non-seulement à renforcer les pattes, mais encore à empêcher l'essieu de sortir des échancrures, dans le cas où une violente secousse soulèverait par trop la machine ; mais pour obvier à cela, on a encore les liaisons des portées des coussinets, dans les châssis, dont la force est assez grande pour maintenir à elle seule l'essieu en place. Si nous insistons sur ce point, c'est que dans les ateliers de réparations on soulève souvent les machines, et ces pièces d'assemblage des pattes des échancrures, non-seulement sont fort incommodes à enlever, mais encore s'égarent facilement.

Il existe aussi deux espèces de coussinets : les coussinets verticaux et les coussinets horizontaux. Pour savoir au juste lesquels sont préférables, il est bon de se rendre compte de leur mode d'action dans les machines.

Le cylindre à vapeur étant horizontal, la pression de son piston sur l'essieu coudé est horizontale ; l'usure maxima des coussinets a lieu par conséquent aux points de contact des tangentes verticales, d'où suit que le serrage doit se faire horizontalement.

C'est en partant de ce principe que la plupart des constructeurs font leurs coussinets verticaux serrés au moyen de coins en fer placés de chaque côté et munis d'un bout rond taraudé, au moyen duquel on règle leur position exacte en embrassant entre deux écrous une partie fixe de l'échancrure. Mais les coussinets ne sont pas seulement destinés à maintenir constante la distance de l'essieu coudé aux cylindres, tout en lui permettant d'osciller verticalement ; ils doivent encore concourir, avec les coussinets du châssis, à empêcher toute espèce de mouvement transversal ; c'est pour cela qu'on les munit de joues qui embrassent d'un côté les coins, lesquels sont eux-mêmes de l'autre côté, ou munis de joues embrassant les échancrures ou embrassés par des joues rapportées à ces dernières. Il suit de là que les coussinets doivent résister à la pression transversale qu'opère sur eux l'essieu en se portant tantôt à droite, tantôt à gauche, suivant les diverses influences extérieures auxquelles la machine est exposée pendant la marche. Pour cela on les fait emboîter l'un dans l'autre en dessous et en dessus de l'essieu, comme M. Edward l'a exécuté dans les machines du Creusot, où on les assemble à boulons et écrous, comme M. Jackson et autres. Quelque ingénieux que soient ces deux moyens, ils n'offrent jamais la même rigidité qu'un coussinet horizontal, dont les joues portent sur les échancrures mêmes. Aussi pensons-nous que tant que les coussinets des châssis ne seront pas capables de maintenir à eux seuls l'essieu en place, on ne devra pas avoir égard au mode d'usure des coussinets des entretoises, et mettre ces derniers horizontaux. C'est sans doute d'après ces considérations que MM. Sharp et Roberts emploient ce dernier mode de construction des coussinets. Un seul constructeur, M. Bury, donne assez de rigidité à ses châssis pour maintenir à eux seuls l'essieu en place : pour cela, il les fait en fer plat, le grand côté horizontal, et les met en dedans des roues ; par ce moyen, il supprime les entretoises et maintient les guides sur le stuffing-box du couvercle du cylindre, et une lunette rapportée à la chaudière. Cette disposition du châssis a l'inconvénient, pour une même largeur de voie, de diminuer la largeur de la chaudière et, partant, la surface de chauffe ; c'est pourquoi nous ne pensons pas qu'elle doive être admise, malgré sa solidité.

La figure 7 représente un assemblage de coussinets d'entretoises à joints horizontaux ; tels que nous les avons figurés, ils diffèrent de ceux de MM. Sharp et Roberts en ce que chez ces messieurs les joues sont portées par l'échancrure ; nous pensons que notre disposition est préférable, en ce qu'elle est plus simple à exécuter et aussi solide ; du reste les joues sur les coussinets existent dans tous les cas où ces derniers sont verticaux : ce n'est donc point une nouveauté que nous avons voulu introduire. Il est vrai que dans ce cas la largeur de l'entretoise restant constante, les joues du coussinet sont plus épaisses que celles que l'on donnerait à cette dernière, d'où résulte que le coussinet est plus large ; nous ne pensons pas que ce soit un inconvénient, surtout s'il y a de la place pour le loger.

2° Guides. Les guides sont de deux espèces :

Les guides simples,
Les guides doubles.

Les guides simples consistent en un prolongement de la tige du piston, de l'autre côté de la tête, allant glisser dans un support-guide fixé à une partie invariable de la machine : la bielle, dans ce cas, est à fourchette, ce qui présente l'inconvénient que nous avons signalé déjà, c'est-à-dire de l'exposer souvent à la rupture, par suite du peu de mouvement transversal qu'elle a la faculté de prendre. Aussi cette disposition, employée dans les petites machines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontales de terre, est-elle complétement rejetée dans les locomotives.

Le guide double consiste en deux appareils égaux placés symétriquement de chaque côté de la tête de la tige et généralement soutenus par les entretoises. L'extrémité de l'axe transversal de la tête est alors munie de deux glissoirs, tantôt embrassant les guides, tantôt embrassée par eux. Ce dernier cas est préférable, parce que ces parties sont exposées à la poussière qui se dépose beaucoup plus facilement sur des faces extérieures que sur des faces intérieures. Les seules machines possédant des guides à glissoirs extérieurs sont celles de M. Bury; les guides en acier sont alors à section quarrée, ayant la diagonale verticale; les glissoirs sont aussi en acier et se composent de deux plaques recourbées à angle droit, et venant s'assembler sur l'extrémité de l'axe transversal.

Les guides à glissoirs intérieurs, fig. 7 et 8, (planche X), se composent simplement de deux plaques d'acier entre lesquelles glisse le glissoir d'un seul morceau et aussi en acier; ces plaques sont maintenues après l'entretoise au moyen de barres de fer d'angle assemblées de part et d'autre par des boulons; en ayant soin de faire ovales les trous des boulons sur les entretoises, on règle parfaitement la position des guides et, comme on le voit, d'une manière fort simple. Dans les machines de MM. Sharp et Roberts, auxquels nous empruntons cette disposition, parce que nous la considérons comme la meilleure et la plus simple à exécuter, le fer d'angle est remplacé par du cuivre ayant la même forme. Nous présumons que cette substitution n'a d'autre but que de rendre l'appareil plus propre ou moins susceptible de se laisser attaquer par les huiles rances.

Dans les machines du Creusot ce fer d'angle est remplacé par des pièces de fonte rabotées, et qui, se recourbant en dessus et en dessous des entretoises, sont réglées de position au moyen de petites vis taraudées dans ces dernières. Cette disposition, remarquable comme toutes celles de ces dernières machines, ne nous paraît pas néanmoins indispensable.

Dans les machines de MM. Stephenson Taylor, Jackson et autres, les guides, sont seulement soutenus à leurs extrémités par des boulons portant dans les entretoises; pour les empêcher de fléchir au milieu on leur donne une épaisseur de 2 à 2, 5 centimètres allant se réduire à 1 aux extrémités en suivant une décroissance parabolique.

3° *Dimension.* Nous avons donné dans la seconde partie, la longueur des entretoises et guides, les dimensions qui nous occuperont ici seront seulement les épaisseurs et largeurs.

Si nous nous en rapportons à ce qui existe généralement, nous pourrons les adopter ainsi qu'il suit :

	Largeur de voie.		
	mèt.	mèt.	mèt.
	1.50 ..	1.75 ..	2.00
Epaisseurs des :			
Plats des entretoises.	0.02 ..	0.025..	0.03
Renflements des échancrures. . .	0.04 ..	0.05 ..	0.06
Coussinets, y compris les joues. .	0.06 ..	0.08 ..	0.10
Plaques des guides.	0.01 ..	0.015..	0.02
Glissoirs.	0.05 ..	0.06 ..	0.07
Largeurs des :			
Entretoises. . . .	0.10 ..	0.12 ..	0.14
Id. aux guides. .	0.20 ..	0.24 ..	0.28
Guides.	0.06 ..	0.07 ..	0.08
Glissoirs, en long.	0.15 ..	0.18 ..	0.21
Id. en travers et intérieurement.	0.05 ..	0.06 ..	0.07
Rebord en sus. . .	0.008..	0.01 ..	0 012
Coussinets quarrés 1.6 du diamètre du du tourillon.			
Diamètres des :			
Boulons d'assemblage, N°	18	21	25
Boulons des coussinets, N°	15	18	21

4° *Construction.* 1° Entretoises. On commence par faire les échancrures au moyen de barres de fer quarrées que l'on courbe deux fois et que l'on aplatit ensuite suivant le dessin, en laisant une amorce de chaque côté pour souder avec le corps; ensuite on fait la partie du corps qui se trouve du côté de la boîte à feu avec une barre de fer plat coupée et soudée à l'amorce. L'autre côté, celui qui porte les guides, est plus difficile à exécuter, parce qu'on n'a pas de fer d'une largeur suffisante pour faire la partie des guides; on est obligé de prendre du fer plat d'un échantillon beaucoup plus fort et que l'on aplatit au martinet seulement sur la longueur correspondant à la grande largeur; on y soude ensuite deux bouts comme le premier et on soude celui du milieu avec l'échancrure, ce qui fait en tout 4 soudures.

A l'ajustage, on rabote les faces planes des échancrures ainsi que les faces sur lesquelles portent les fers d'angle des guides; on coupe de longueur, puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on dresse les petites faces au rabot et à la machine à parer.

Les coussinets sont rabotés sur toutes les faces et alésés intérieurement; ils sont en outre percés des trous des boulons; les guides, en acier, sont rabotés sur les quatre faces; les fers d'angle sur les deux faces extérieures; les glissoirs sur les six faces. Les ajusteurs finisseurs n'ont plus qu'à polir et mettre les boulons en place après avoir fait percer leurs trous.

5° *Prix de revient.* Nous pouvons établir ainsi les poids de l'entretoise, ses coussinets, son guide et son glissoir, pour les trois largeurs de voie :

	mèt. 1.50.	mèt. 1.75.	mèt. 2.0
	kil.	kil.	kil.
Fer.	100. .	150.. .	200
Cuivre	15. .	25.. .	35
Acier.	10. .	15.. .	20

En mettant le prix de revient de l'acier brut à 2 fr. 50 cent. le kil., nous aurons :

	mèt. 1.50.	mèt. 1.75.	mèt. 2.0
	fr.	fr.	fr.
Fer.	50. . .	75. . .	100
Cuivre.	45. . .	75. . .	105
Acier.	25. . .	37.50 .	50
Pour 1 entretoise.	120. . .	187.50 .	255
Pour 4 *id.*	480. . .	750.00 .	1020

Main-d'œuvre pour 1 entretoise :

	fr.	fr.	fr.
Forge.	20. . .	30. . .	40
Fonderie.	5. . .	7.5. .	10
Rabot.	10. . .	15. . .	20
Machine à parer..	20. . .	30. . .	40
Foret.	3. . .	4. . .	5
Ajustage..	20. . .	30. . .	40
Pour 1 entretoise.	78. . .	116.5. .	155
Pour 4 *id.*	312. . .	466.0. .	620

Sommes :

	fr.	fr.	fr.
Matière première.	480.. .	750. . .	1020
Main-d'œuvre. . .	312.. .	466. . .	620
TOTAL.	792.. .	1216. . .	1640
Prix de revient. .	1390.. .	2120. . .	2870
Prix de vente. . .	1580.. .	2560. . .	3280

3° *Bielles, têtes de tiges et mouvement des pompes.*

1° *Matériaux.* Les bielles sont en fer avec coussinets en cuivre, les têtes de tige qui, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, peuvent être en fonte, se font aussi en fer pour éviter toute espèce de chances de rupture; le mouvement des pompes est tout en fer sauf le piston que l'on fait quelquefois en cuivre, mais sans nécessité.

2° *Formes.* Les bielles (fig. 10, planche X), sont exposées à la pression et à la traction; théoriquement leur diamètre au corps qui est rond devrait être le même que celui des tiges de piston, mais il faut observer que le mouvement vertical qu'elles prennent, pour suivre le bouton de la manivelle, tend à les faire fouetter et, dans certain cas, les courber. Pour éviter cela on les renfle au milieu d'une légère quantité.

Les têtes sont des assemblages de chapes dont nous avons parlé dans le chapitre précédent; seulement l'une d'entre elles n'est pas dans la série, par la raison que, embrassant un diamètre double de celui de l'autre tête, sans avoir un plus grand effort à vaincre, il n'est pas nécessaire que la section de la chappe soit plus considérable, non plus que les épaisseurs des coussinets; on a soin seulement de doubler l'épaisseur des joues, parce que ces parties travaillent plus de ce côté de l'essieu que du côté de la tête, à cause des oscillations transversales que ce dernier fait à chaque instant.

La tête de tige la plus convenable est celle représentée fig. 8 (planche X), munie de deux chappes en fer qui tiennent l'axe immobile.

Le mouvement des pompes s'effectue de plusieurs manières :

Dans les machines horizontales fixes, on fait venir le corps de pompe à la fonte avec le cylindre, soit en dessous, soit de côté et le piston est mû par un levier rapporté sur la tige ou la douille, ou par l'axe même auquel il est assemblé. Cette disposition est applicable dans les locomotives; seulement, pour la pompe en dessous, il faut monter, tant que l'on peut, le centre de la petite roue, afin que son essieu, dans l'oscillation de la machine, ne frappe pas sur le piston. De côté, la chose est à peu près impossible à cause des entretoises; la position qui serait peut-être la plus convenable serait à 45° de chaque côté, en dehors dans le haut, mais là il faut éviter de rencontrer l'arbre du tiroir. Comme on le voit, il n'est pas facile de fixer la pompe après le cylindre, aussi l'en sépare-t-on généralement et la met-on entre le guide et l'essieu coudé. Là se présente une autre difficulté; la distance entre l'extrémité de la course de l'axe de la tige et l'extrémité de la course du bouton de la manivelle est égale à 1,5 course; il semblerait au premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abord, qu'on peut y loger la pompe qui n'a besoin que d'une course pour son mouvement; mais il n'en est pas ainsi, parce que l'espace de la demi-course restante est absorbé par l'épaisseur de l'essieu et celle de l'axe de la tige, et comme il faut une place aussi pour le stuffing-box de la pompe et son fond, on ne peut placer cette dernière entre l'essieu coudé et l'axe de la tige qu'en dessus ou en dessous du plan du mouvement, disposition que l'on adopte généralement. Lorsque les cylindres ne sont pas très-éloignés l'un de l'autre, comme dans notre dessin, la distance entre les entretoises extérieures et les roues est assez grande pour loger la pompe en dehors dans le plan du mouvement; c'est cette disposition que nous avons représentée fig. 8 (planche X). Dans ce cas, ce qu'il y a de mieux à faire pour mouvoir la pompe, c'est de percer l'entretoise d'une rainure égale à la course, ce qui n'a pas d'inconvénient parce qu'elle est très-large à cet endroit, et de prolonger l'axe de la tête de la tige jusqu'à la rencontre du piston de la pompe. Alors il faut faire les glissoirs de plusieurs morceaux avec vide intérieur, parce que l'axe est aplati pour résister, et muni d'une tête pour l'assemblage du piston de la pompe, comme nous l'avons figuré; on peut sortir tout le système hors des guides sans être obligé de démonter ces derniers.

3° *Dimensions*. Les seules que nous ayons à donner ici sont les différents diamètres de la bielle, la tête de la tige étant déterminée d'après le diamètre de la tige elle-même et celui de l'axe transversal; nous aurons :

Diamètres.	Largeurs de voie.		
	mètr. 1.50	mèt 1.75	mèt. 2.00
Grosse tête de la bielle.	0.13	0.15.	0.17
Petite tête.	0.065.	0.075	0.085
Corps aux extrémités.	0.05	0.055	0.060
Corps au milieu. .	0.06	0.066	0.072
Axe dans les chapes du T. . . .	0.06	0.07.	0.08
Axe dans les glissoirs.	0·04	0.05.	0.06

4° *Construction*. 1° Bielles. On commence à la forge par faire les deux têtes qui s'assemblent avec les chapes, cela sans autre difficulté que celle résultant de leur dimension; quelquefois on y fait d'avance le trou des clavettes, mais cela n'est pas bon, parce qu'on n'est pas sûr de le mettre à sa place exacte. On forge ensuite le corps et on soude de longueur ces trois pièces. Les deux chapes se construisent par la méthode indiquée plus haut.

A l'ajustage, on tourne d'abord le corps de la bielle, ensuite on rabote les plats en ayant soin, pour ceux qui entrent dans les chapes, de déterminer leur largeur exacte d'après ces dernières qui sont censées faites d'avance. Ces deux opérations terminées, on coupe de longueur à la machine à parer, trace la place des mortaises des clavettes, et effectue ces dernières aux machines à percer et parer, comme à l'ordinaire. ensuite on ajuste et pose les chapes.

2° Têtes des tiges. Les deux chapes qui garnissent la tête se construisent sans difficulté par la méthode ordinaire. La douille se forge pleine en deux morceaux soudés à l'endroit où commence le rond de la douille; l'un des morceaux est rond, l'autre quarré, dans lequel on enlève le vide intérieur à la tranche.

A l'ajustage, on tourne la partie ronde, on perce le creux de la tige, on rabote les faces planes, toujours ayant les chapes préparées d'avance; on perce les mortaises, assemble les chapes, et termine par l'alésage du trou dans la fourchette.

Quant au mouvement de la pompe, il est toujours très-simple à construire, quelle que soit la place que l'on assigne à cette dernière.

5° *Prix de revient*. Nous établirons ainsi les poids de ces pièces.

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50	mèt. 1.75	mèt. 2.00
	kil.	kil.	kil.
Bielle, corps	40.	50..	60
Grande chape. . .	à part, déjà évaluée.		
Petite chape. . . .	à part,	*id.*	
Tête de la tige. . .	à part,	*id.*	
Axe	15.	25..	35
Piston de la pompe.	15.	25..	35
TOTAL.	70.	100..	130
	fr.	fr.	fr.
Matière première. .	35.	50..	65
Main-d'œuvre :			
Bielle, forge. . . .	15.	20..	25
Ajustage.	40.	60..	80
Axe, forge.	5.	6..	7
Ajustage.	10.	15..	20
Piston de la pompe, forge.	5.	6..	7
Ajustage.	10.	15..	20
	120.	172..	224

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une grande chape.	55. .	74.. .	100
Une petie *id.* . . .	27.80.	37.40.	49.50
Une tête de tige. .	80 . .	100...	120
TOTAL.	283 . .	384.. .	494
Et :			
Pour 2 appareils. .	566 . .	768.. .	988
D'où :			
Prix de revient.	990 . .	1340.. .	1730
Prix de vente. .	1130 . .	1530.. .	1985

4° Mouvement des tiroirs.

Le mouvement des tiroirs comprend :

Les excentriques,
Les cercles de *id.*
Les barres et crochets de *id.*
Les leviers de *id.*
L'arbre du tiroir
Les supports de l'arbre du tiroir.
Le levier de *id*
La douille de *id.*
Manette des excentriques.

1° *Matériaux*. Les excentriques sont toujours en fonte; les cercles ou bagues d'excentriques se font indistinctement en cuivre jaune ou en fer forgé ; bien que le premier métal soit le plus généralement employé, le deuxième nous semble préférable, en ce qu'il est bien moins sujet aux chances de ruptures qui résultent d'une grande vitesse, et est moins susceptible de s'user par le frottement contre la fonte. Les barres et crochets d'excentriques, d'une seule pièce, sont toujours en fer forgé, comme résistant à la traction et la pression sous un petit volume.

Les leviers d'excentriques, arbres, leviers et douilles des tiroirs sont en fer forgé; les supports sont en fonte ou cuivre, à volonté, avec coussinets rapportés.

La manette des excentriques qui consiste, pour crochet double, en un arbre communiquant aux barres d'excentriques par deux leviers, porté sur deux supports fixés soit aux châssis, soit à la chaudière, et muni d'un côté d'un contre-poids, et de l'autre, d'un levier correspondant, par une barre, à la manette fixée sur la plate-forme du chauffeur, constitue un appareil tout en fer forgé, sauf les supports divers et le contre-poids qui sont en fonte.

2° *Formes*. Dans la fig. 9 (pl. X), nous avons supposé l'excentrique à crochet double, ce qui fait un excentrque seulement par cylindre. Ce système, assez nouveau et adopté dans plusieurs machines, n'a pas eu un succès complet, à cause de la position de l'excentrique et de la longueur de sa barre qui sont assez difficiles à déterminer; aussi est-il réputé comme mauvais par ceux qui l'emploient, parce que n'ayant pas toujours été bien monté, il ne donne pas toujours de bons résultats. Pour nous qui, tout en admirant sa simplicité, sommes convaincus, qu'avant peu de temps, il sera exclusivement employé, nous le recommandons vivement à ceux des constructeurs qui n'ont pas d'opinion arrêtée sur ce sujet.

Dans le cas de crochets doubles, les excentriques se placent de préférence dans le milieu de l'essieu coudé, afin de laisser tout l'extérieur aux pompes. Ils sont alors de deux parties rapportées sur l'arbre, et assemblées à boulons à têtes noyées ou clavettes et écrous. Cet assemblage est loin d'être aussi solide que si l'excentrique était d'un seul morceau; mais là, il n'y a pas moyen de faire autrement. L'arbre est muni d'un prisonnier à section rectangulaire, entrant quarrément dans son intérieur et dans la mortaise de l'excentrique.

Le cercle de l'excentrique (fig. 12, pl. XI) se compose de deux parties demi-circulaires munies chacune de deux pattes qui s'assemblent à boulons et écrous, plus une saillie plate sur l'une des deux parties seulement avec laquelle s'assemble la barre d'excentrique à boulons et chevilles dont les trous sont percés sur place, afin de conserver l'écartement rigoureux. Les chevilles en fer, dont nous n'avons pas encore parlé, sont des pièces précieuses dans les machines, pour fixer d'une manière rigoureuse la position d'autres pièces sujettes à être fréquemment démontées. Autant on prodigue les chevilles dans les machines outils, autant on les emploie peu dans les moteurs; c'est un tort, car elles y rendraient de grands services, surtout dans les locomotives.

Il faut avoir soin de ne pas mettre les pattes du cercle d'excentrique verticales, parce que le milieu supérieur est destiné à loger une boîte à huile.

La barre et le crochet d'excentrique, d'une seule pièce, consistent en une pièce de fer plate, à section plus forte du côté de l'excentrique que de celui du levier, terminé par un double V à sommets opposés, destiné à prendre tantôt dans le bouton inférieur, tantôt dans le bouton supérieur du levier d'excentrique. Le tracé de ce double V exige les considérations suivantes :

1° Le milieu du crochet, étant vis-à-vis le centre de l'arbre du levier, il faut que l'excentrique puisse parcourir une course complète sans forcer sur les deux boutons à la fois, ce qui cas-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait nécessairement une des pièces en contact.

2° Le milieu du crochet étant toujours dans cette position, il faut que le mouvement de l'excentrique ramène le tiroir au milieu de sa course, c'est-à-dire les boutons au milieu de la leur, ce qui a lieu si les extrémités des courses des points de contact sont distantes d'une course augmentée de l'épaisseur du bouton.

3° L'un des V du crochet d'excentrique, prenant dans l'un des boutons, il faut que les pattes de l'autre soient assez espacées pour qu'en changeant subitement la position du crochet, et le dirigeant vers l'autre bouton, ce dernier soit embrassé dans l'intérieur des pattes et ramené vers le centre dans quelque position relative qu'il ait été au moment du changement.

Pour arriver à ces divers résultats, on fait l'épure représentée fig 9 (pl. X). On dessine les trois positions principales des boutons : deux extrêmes et une intermédiaire. Dans l'épure, figurent trois boutons à des distances différentes de l'axe de rotation du levier. Cela tient à ce qu'il faut satisfaire à une 4e condition qui dépend en même temps du crochet et de son levier ; cette condition est que les pattes doivent n'être pas assez longues pour aller rencontrer la chaudière quand elles engrènent dans le bouton du haut. Pour cela, il suffit de remarquer que la longueur des pattes est égale à environ la distance entre les deux boutons, ce qui fait que, le crochet engrènant dans le bouton du haut, la distance entre l'axe de rotation et le dessous de la chaudière doit être égale au minimum à :

0 5 distance des boutons.
+ 1.0 *id.*

TOTAL. . . . 1.5 fois cette distance.

Il suit de là que, connaissant la position de l'axe, on détermine la distance entre les boutons, en divisant la distance entre ce dernier et la chaudière par 1.5, ce qui donne : distance entre les boutons $\frac{1}{1.5} = 0{,}666$, distance entre l'axe et la chaudière. Ayant la position des boutons, on trace, comme nous avons dit, leurs trois positions, et on considère l'excentrique comme au milieu de sa course, en dessus ni en dessous de l'essieu, mais le milieu de la barre passant par le centre de l'essieu coudé; alors on donne aux deux centres de crochet la distance qui est convenable pour que le fer résiste aux divers efforts auxquels il est soumis, et on mène de ces centres des tangentes aux boutons considérés dans leurs positions extrêmes. Cette disposition comprend tout, car si, le crochet embrayant dans l'un des boutons, ces derniers sont aux extrémités de leur course, la ligne de la patte, étant droite, a continué à s'éloigner de la verticale proportionnellement à la distance, il en résulte que, la distance étant double, la largeur entre les extrémités des pattes est double, et par conséquent à même de prendre l'autre bouton.

Le levier d'excentrique se construit d'après les règles que nous avons indiquées dans le chapitre précédent pour ce genre de pièces, à l'exception près que les plats sont reportés en dehors, de manière à former une seule ligne droite et que les boutons sont renforcés de diamètre parce qu'ils sont sujets à l'usure. Ces derniers s'assemblent avec le levier soit à écrou par derrière dans une partie taraudée, terminant une entrée conique, soit à rivure à chaud, qui est de beaucoup préférable. Pour empêcher le crochet de sortir de la ligne de ses boutons, on termine ces derniers par une plaque assemblée à vis avec chacun d'eux, et permettant au crochet le mouvement vertical seulement.

Les supports de l'arbre sont fixés sur les entretoises ; l'arbre est cylindrique avec tourillons enlevés au tour à l'endroit des coussinets des supports.

Le levier du tiroir transmet généralement le mouvement à ce dernier par un taquet en forme de dent d'engrenage porté dans une chape, faisant corps avec la douille de la tige et taillée, dans les faces en contact avec la dent du levier, comme les dents d'une crémaillère. Cette chappe fermée pourrait bien être d'une seule pièce avec la tige du tiroir, mais alors il ne serait pas aussi commode de régler la position de ce dernier au moyen de sa tige, comme cela se pratique ordinairement ; la tige coupée plus longue qu'elle ne doit être réellement, est taraudée à son extrémité pour aller s'assembler avec le cadre du tiroir. Placée ainsi, et fixée à clavette dans sa douille, on fait faire un tour à l'excentrique pour voir comment se fait le mouvement du tiroir ; s'il est plus considérable d'un côté des lumières que de l'autre, on raccourcit la tige et continue le taraudage pour la faire entrer à fond, le tout jusqu'à temps que le tiroir ait un mouvement bien égal de chaque côté des lumières. Pour enlever aussi souvent la tige, il faudrait, sans douille rapportée, démonter chaque fois les supports de l'arbre.

Quant au mouvement des barres pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porter les crochets tantôt dans le bouton du haut, tantôt dans le bouton du bas, il consiste à suspendre ces derniers à l'extrémité de 1 à 2 leviers par des tringles en fer d'une longueur égale à 1 fois 1/2 la course de l'excentrique, ce levier étant porté à leur centre sur un arbre en fer maintenu en place par les supports attachés, soit à la chaudière, soit au châssis; à une des extrémités de cet arbre est un contre-poids, dont le but est de maintenir les crochets appuyés contre le bouton avec lequel ils engrènent; c'est à quoi on ne peut parvenir en maintenant l'arbre fixe de position, comme on le fait généralement, parce que la barre d'excentrique, outre son mouvement horizontal, a un mouvement vertical provenant de la rotation de l'excentrique et du bouton.

L'autre extrémité de l'arbre est munie d'un levier dont la position au milieu est verticale correspondant avec une manette placée sur la plate-forme du chauffeur par une tringle à deux fourchettes extrêmes. La manette a sa poignée distante du centre de rotation d'une largeur égale à 3 fois celle de l'assemblage de la fourchette, afin que le travail pour le changement de position des crochets soit moins dur.

3° *Dimensions.* On peut établir ainsi les dimensions des différentes parties qui composent le mouvement du tiroir :

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	DIAMÈTRES DES PISTONS.								
	0m,25	0m,30	0m,35	0m,40	0m,45	0m,50	0m,55	0m,60	
Excentriques.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	
Épaisseur des fontes.	0 02	0.02	0.025	0·025	0 030	0.030	0.055	0.035	
Largeur extérieure.	0.05	0·05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0 08	
Cercles.									
Épaisseur { en fer.	0.01	0 01	0.012	0 012	0.015	0.015	0.018	0.018	
{ en cuivre.	0.012	0 012	0 015	0·015	0.018	0.018	0.021	0.021	
Diamètres des boulons. . . .	0.018	0.013	0.021	0.021	0.025	0.025	0.03	0 03	
Largeurs.	0.035	0.035	9.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	
Section des barres.									
A l'excentrique, { longueur.	0.06	0 065	0 07	0.075	0.88	0.085	0.09	0.095	
{ largeur. .	0.012	0.012	0 015	0.015	0.018	0.018	0.021	0.021	
Au crochet, { longueur. . . .	0·04	0. 45	0 05	0.055	0.06	0.065	0.07	0 075	
{ largeur. . . .	0.010	0.01	0,012	0.012	0.015	0 015	0.018	0 018	
Boutons.									
Diamètres.	0.05	0.03	0.035	0 035	0.04	0.04	0 045	0.045	
Longueur.	0.036	0.036	0.042	0 042	0.048	0.048	0.054	0 054	
Arbres.									
Diamètres, { portées.	0 045	0 045	0.05	0 05	0.055	0.055	0.06	0 06	
{ tourillons. . .	0·04	0.04	0.045	0 045	0.05	0.05	0 055	0.055	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *Construction.* 1° Excentriques. Comme pièces de fonte elles exigent un modèle. Coulées à la fonderie, par les procédés ordinaires, pleines dans les parties qui sont destinées à être ajustées, le logement des cercles et celui des boulons d'assemblage des deux derniers cerles de chaque côté de l'arbre, elles passent à l'ajustage, où la première opération qu'elles subissent est le rabotage des faces planes de contact des deux parties qui embrassent le moyeu. Cela fait, on perce les trous des boulons d'assemblage, pose ces derniers et tourne l'extérieur en totalité, ayant soin de ménager des rebords pour maintenir le cercle en place. Puis on alèse l'intérieur en donnant aux centres une distance égale à la moitié de leur course, et on fait à la machine à parer la mortaise du prisonnier.

2° Cercles. Quel que soit le métal adopté, le travail de la fonderie ou de la forge étant exécuté, celui de l'ajustage consiste à assembler les deux portions du cercle par deux boulons dans des trous percés à cet effet, en leur laissant un certain jeu pour le serrage, puis à tourner l'intérieur ainsi que les deux faces en contact avec les rebords de l'excentrique. Cela fait, on ajuste et pare.

5° Barres et crochets d'excentrique. On forge chacune des parties à part et on ne les soude que quand elles sont terminées; la barre se fait avec une pièce de fer plat, le crochet avec fer plat aussi aminci et recourbé, puis soudé au milieu avec amorce réservée du côté où se trouvera la barre. A l'ajustage, la barre est simplement dressée à la lime, mais le crochet est ajusté complétement; pour cela avant de le souder à la barre on le porte à la machine à raboter qui lui donne son épaisseur; ensuite on soude, puis on perce les trous centraux dans lesquels doivent porter les boutons et on ajuste le reste au burin et à la lime ou à la machine à parer.

4° Leviers. Leur construction est analogue à celle des leviers ordinaires.

5° Arbres, supports et manettes, comme toutes les pièces analogues générales.

5° *Prix de revient.*

Les frais de matières premières et de main-d'œuvre, différant fort peu pour une même largeur de voie, nous établirons ainsi les poids et la main-d'œuvre pour les trois largeurs de voie considérées quel que soit le diamètre des cylindres :

1° *Matières premières.*

Poids pour l'appareil complet.

	Largeur de la voie. mèt. 1.50 kil.	mèt. 1.75 kil.	mèt. 2 kil.
1 Excentrique en fonte.	25.	30.	35
1 Cercle en fer.	10.	15.	20
1 Barre et crochet en fer.	30.	40.	50
1 Levier d'excentrique, fer.	8.	10.	12
1 Arbre du tiroir, fer.	10.	12.	14
1 levier du tiroir, fer.	5.	6.	7
1 Douille id., fer.	1.	1.5	2
½ Arbre de manette, fer.	12.	15.	18
½ Contre-poids fonte	15.	20.	25
½ Levier du contre-poids, fer.	8.	10.	12
1 Levier et tringle du milieu.	10.	15.	20
½ Levier extrême.	4.	6.	8
½ Tiran de la manette.	10.	15.	20
½ Manette.	10.	15.	20
3 Supports.	30.	40.	50
Totaux fonte.	60.	80.	100
Totaux fer.	130.	170.	210

En argent.

	fr.	fr.	fr.
Matière première fonte.	15.	20.	25
Matière première fer.	65.	85.	105
Total.	80.	105.	130

2° *Main-d'œuvre.*

1° *Fonderie.*

	fr	fr.	fr.
Excentrique.	2.50.	3.0 ..	3.50
Contre-poids.	1.	1.25..	1.50

2° *Forge.*

Cercle.	10.	16. ..	22.
Barre et crochet.	15.	20. ..	25.
Levier d'excentrique	6.	7. ..	8.
Arbre du tiroir.	3.	4. ..	5.
Levier du tiroir.	5.	6. ..	7.
Douille.	5.	6. ..	7.
½ Appareil de la manette.	20.	25. ..	30.

3° *Ajustage.*

Excentrique.	10.	12.5 ..	15.
Contre-poids.	1.	1.5 ..	2.
Cercles.	30.	40. ..	50.
Barre et crochet.	25.	30. ..	35.
Levier d'excentrique.	15.	17.5 ..	20.
Arbre du tiroir	3.	4. ..	5.
Levier du tiroir.	12.	14. ..	16.
Douille.	15.	17.5 ..	20.
½ Appareil de la manette.	50.	60. ..	70.
3 Supports.	20	25 ..	30
Total de la main-d'œuvre.	248	310 ..	372
Matière première.	80	105 ..	130
Total général.	328	415 ..	502

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et pour 2 appareils, ou 1 machine :

fr.	fr.	fr.
656.	830.	1004

d'où, prix de revient :

fr.	fr.	fr.
1150.	1450.	1750

prix de vente :

fr.	fr.	fr.
1300.	1660.	2000

§ 4. *Chaudière à vapeur et cheminée.*

Ce paragraphe comprend :

1° La boîte à feu, son enveloppe et sa grille ;

2° La chaudière cylindrique et les tubes ;

3° La boîte à fumée et sa cheminée.

1° *Boîte à feu, enveloppe et grille.*

1° *Matériaux.* Le cuivre étant le métal le plus conducteur de la chaleur, et, en même temps, le moins susceptible d'être attaqué par les gaz qui s'échappent du foyer, est exclusivement employé à la construction des boîtes à feu, et en général de toutes les surfaces de chauffe, dans les locomotives ; seulement pour les tubes on préfère le laiton au cuivre pur parce que sa résistance à la pression extérieure est beaucoup plus forte que celle de ce dernier; ce motif serait suffisant pour faire supposer que l'on doit aussi l'employer à la construction de la boîte à feu ; mais il n'en est pas ainsi parce que d'abord la température dans cette partie est beaucoup plus élevée que dans les tubes, ce qui pourrait oxider tout le zinc contenu dans le métal ; ensuite, parce que l'élasticité du cuivre rouge étant infiniment plus grande que celle du laiton, si une déformation quelconque se manifeste dans la caisse à feu, le cuivre rouge se ploie et le laiton se fend. Il résulte de là que les boîtes à feu sont toutes en cuivre rouge ; leur enveloppe en tôle de fer, qui en est le métal par excellence, puisqu'à une moins grande conductibilité de la chaleur il joint encore une ténacité maxima. Les boulons rivés qui traversent les deux enveloppes et contrebalancent la pression intérieure, en les maintenant à une distance constante l'une de l'autre, sont tantôt en cuivre, tantôt en fer. En ce dernier métal, ils présentent le grave inconvénient de se rouiller et par suite de se réduire à rien, ce qui rend leur effet nul, tandis qu'en cuivre ils sont en aussi bon état à la fin du service de la machine qu'au commencement.

Les barreaux de grille sont en fonte supportés sur un cadre en fer assemblé à la boîte à feu.

2° *Formes.* La boîte à feu est à chauffage ou sans chauffage de la vapeur; dans les deux cas, les deux plaques transversales sont, autant que possible, chacune d'une seule feuille de tôle de cuivre à rebords pliés à angle droit par un quart de rond (fig. 1, 2, planche XI), pour s'assembler à rivet avec les faces longitudinales.

L'une des deux plaques, celle qui reçoit les tubes, est d'une épaisseur à peu près double dans l'endroit de ces derniers, cela, afin qu'on puisse en multiplier le nombre sans nuire à la solidité et aussi afin de faire un joint assez épais pour n'avoir pas à redouter les fuites.

Pour l'enveloppe en tôle de fer, le même système de construction des faces transversales a lieu. Pendant longtemps on les a assemblées au moyen de fer d'angle et rivets posés à chaud dans chacune des faces; ce procédé qui était celui adopté pour les chaudières à basse pression et celles de bateaux, est loin de valoir le nouveau, en ce que d'abord, il exige double travail pour le rivage, ensuite il possède deux chances de fuite au lieu d'une pour l'eau renfermée dans la chaudière. Il est vrai que la seconde méthode est beaucoup plus difficile et exige d'excellente tôle, mais aussi elle est infiniment préférable.

La fermeture de la chaudière, qui a lieu dans le bas, se fait de plusieurs manières.

Dans certaines machines, c'est une plaque de tôle de cuivre recourbée et s'assemblant à rivets avec la tôle de la caisse à feu et celle de l'enveloppe; dans d'autres, ce sont des fers d'angle formant l'escalier, assemblés au milieu, dans le haut avec la tôle de la caisse à feu, et dans le bas avec celle de l'enveloppe. D'autres fois, c'est une pièce en fonte qui s'assemble aussi à rivets avec les deux tôles. Enfin, et c'est la meilleure méthode, on élargit le bas de la caisse à feu, comme dans la fig. 1 (planche XI), et on l'assemble avec la tôle de l'enveloppe, en mettant entre les deux un cadre en fer plat ou même en ne mettant rien du tout; le cadre en fer plat a l'avantage de nécessiter un moindre élargissement de la partie inférieure de la caisse à feu. La porte du foyer s'assemble alors de la même manière avec l'enveloppe.

Pour empêcher la pression intérieure de déformer les faces planes, on profite de ce que deux faces correspondantes, une dans la caisse et l'autre dans l'enveloppe, sont exposées à des pressions égales et contraires, pour les relier par des boulons vissés dans les deux faces et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivés ensuite en dedans. Ces boulons distants en moyenne de 10 centimètres les uns des autres, suffisent complétement pour rendre toute déformation impossible. Dans le haut, où l'enveloppe prend la forme cylindrique, cette dernière n'a plus à craindre la déformation par excès de pression, mais la calotte de la boîte à feu qui est plane, a besoin d'être soutenue, si on ne veut pas qu'elle rentre dans le foyer et se brise. A cet effet, on la recouvre de traverses en fer ou en fonte espacées à 15 centimètres environ les unes des autres, à forme parabolique, et percées de 15 en 15 centimètres de trous dans lesquels on passe des boulons qui les retiennent à la calotte, et mettent celle-ci dans l'impossibilité de bouger. Si on chauffe la vapeur, comme dans ce cas, la calotte est en fonte, parce qu'une en cuivre serait bientôt brûlée; il suffit pour la rendre résistante d'augmenter son épaisseur, paraboliquement depuis les bords jusqu'au milieu.

Il reste encore une portion de face plane dans l'enveloppe, qui tend à être déformée par la pression intérieure, ou du moins sur laquelle la pression intérieure tend a tirer la caisse à feu hors des tubes et par suite à les désassembler. Pour empêcher cet effet nuisible, on traverse toute la chaudière, au-dessus des tubes, de boutons espacés de 10 en 10 centimètres, portant dans les deux faces planes extrêmes de la chaudière; ou mieux encore, on met sur chacune des faces opposées à cet endroit, une traverse parabolique, comme sur la caisse à feu, reportant la pression du milieu sur les extremités. Lorsque la caisse à feu est à chauffage de la vapeur, cette seconde méthode est préférable, parce que les trous de passage des boulons dans l'appareil de chauffage de la vapeur, pourraient faire craindre que l'eau n'y entrât et amenât, soit la rupture de la plaque de fonte, soit une explosion; on peut aussi faire servir le tuyau de communication entre la chaudière et les cylindres comme tiran, produisant le même effet.

La porte du foyer (fig. 7), se compose de deux plaques de tôle distantes l'une de l'autre de 5 à 6 centimètres, et reliées seulement par des boulons à deux têtes rivées. Cette disposition a pour but d'empêcher le rayonnement des combustibles d'agir directement sur la porte extérieure, ce qui, en perdant du calorique, risque de brûler fortement le chauffeur s'il n'y prend garde. Au moyen de la plaque intérieure, faisant l'office d'écran, il se produit, entre les deux, un courant d'air qui, ayant léché une surface en contact avec l'eau, s'est assez refroidi pour reprendre une partie de la chaleur rayonnante absorbée par la plaque exposée au rayonnement direct.

La grille consiste en un certain nombre de barreaux d'une épaisseur de 2 à 3 centimètres, distants les uns des autres de 10 centimètres, et portés sur un cadre en fer quarré fixé à la caisse à feu au moyen de plaques en fer recourbé représentées fig. 1 et 2 (planche XI), ces plaques sont assemblées à boulons avec la boîte à feu, et à vis avec le cadre. Dans plusieurs machines, notamment les premières, par suite de l'impossibilité dans laquelle on est de ringarer le combustible, on a fait les grilles mobiles, au moyen d'une pédale placée en dehors et facilitant la chute des escarbilles lorsqu'on l'agite avec le pied. Il paraîtrait que cette disposition n'est pas très-nécessaire, car depuis on a substitué à la pédale une poignée qui, placée au-dessous de la plate-forme du chauffeur, indique qu'elle ne sert que lorsque la machine est arrêtée; enfin, dans les plus nouvelles machines on n'a rien mis du tout.

Prise de vapeur. Dans les machines sans chauffage de la vapeur, on a pendant longtemps placé la prise de cette dernière au-dessus de la boîte à feu. Cette position avait l'inconvénient d'envoyer une grande quantité d'eau aux cylindres, par suite de l'ébullition considérable qui a lieu en cet endroit; dès qu'on a reconnu cet inconvénient, on s'est empressé de placer la prise de vapeur à l'autre extrémité, aussi près que possible de la cheminée. Cette disposition est la meilleure, car, en admettant que la vapeur fournie par la caisse à feu soit plus chaude que celle fournie par le reste de la chaudière, si la prise a lieu du côté de la boîte à fumée, l'espace de vapeur qui se trouve au-dessus des tubes, sert alors de conduit de la vapeur à cette prise, et cela en laissant déposer une grande partie de l'eau entraînée en suspension.

Quand on chauffe la vapeur, la prise de vapeur se trouve naturellement au-dessus de la boîte à feu, comme cela est représenté fig. 1 (planche XI). La communication entre la chaudière et les cylindres est fermée par une soupape mue par une vis à manivelle, avec ou sans stuffing-box, suivant le degré de perfection apporté à la construction de la vis et de son écrou. Comme la soupape a besoin d'être retirée de temps à autre pour être rôdée, on perce la boîte à chauffage de la vapeur et l'enveloppe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un trou égal à la surface de cette dernière, et on ferme ce trou au moyen du cylindre représenté fig. 11 (planche XI), taraudé dans le cuivre et assemblé à vis avec l'enveloppe. C'est au milieu de ce cylindre que se place l'écrou de la vis et son stuffing-box. Lorsqu'on fait servir le tuyau horizontal de communication entre la chaudière et les cylindres, de tiran pour relier les deux faces-planes extrêmes qui tend à écarter la pression de la vapeur, on a deux ou plusieurs boulons qui traversent la boîte de chauffage et vont se visser en dehors, soit sur la plaque en cuivre, soit en dehors.

2° Chaudière cylindrique et tubes.

Matériaux. Comme nous l'avons déjà dit, les chaudières sont en tôle de fer et les tubes en laiton.

2° *Formes.* La chaudière se compose de neuf feuilles de tôles, quelquefois de six seulement, et même trois, assemblées entre elles par la méthode ordinaire pour les faces planes, et avec les deux plaques extrêmes, soit au moyen de fer d'angle, soit recourbées à angle droit par un quart de rond, comme nous l'avons représenté fig. 1 et 2 (planche XI), à la partie supérieure est un trou d'homme pour aller nettoyer l'intérieur; comme le tuyau de conduite de la vapeur au cylindre passe au-dessous de ce trou, et en ferme en quelque sorte l'entrée, on peut le recourber, comme nous l'avons fait fig. 1 et 9 (plan. XI); mais alors ce tuyau ne peut plus servir de tiran pour les faces extrêmes, et il faut employer les traverses paraboliques dont nous avons parlé plus haut.

Nous avons dit dans la seconde partie que l'espace occupé par un tube, dans la section transversale de la chaudière, était égal à la surface d'un hexagone dont le diamètre intérieur serait 1.5 fois son diamètre. Or, il existe deux positions pour un hexagone : la ligne qui joint deux sommets opposés peut être verticale ou horizontale. La fig. 6 (planche XI) représente le tracé des tubes suivant ces deux positions de l'hexagone; à gauche, l'axe horizontal, à droite l'axe vertical. Pour déterminer laquelle de ces deux positions est la plus convenable, il faut avoir égard au mouvement de l'eau dans la chaudière. Ce mouvement est ascendant dans le milieu et descendant le long des parois de la chaudière, cela parce que la température produit dilatation et même évaporation, et que chaque vide qui se forme, doit être immédiatement rempli par d'autre fluide.

Quand l'axe est horizontal, le passage de l'eau qui monte se fait largement entre deux tubes; mais à peine ces deux tubes passés, l'eau en rencontre un troisième qui la fait dévier à droite et à gauche, et met en contact avec le feu le milieu de la colonne montante divisée ainsi en deux parties égales; cette division, tout en augmentant la température de l'eau, permet au tube de donner de la chaleur par tous les points de sa circonférence. Quand l'axe est vertical, au contraire, l'eau monte directement depuis le bas jusqu'en haut, par un canal plus étroit, il est vrai, mais sans être contrainte de circuler autour des tubes et ne léchant que la partie en contact avec la colonne en mouvement.

Il résulte de là, que le premier tracé est le meilleur, puisqu'il favorise le mieux le passage de la chaleur au travers des parois du métal. C'est du reste celui qu'on emploie généralement.

Les tubes se font avec des plaques de laiton laminées recourbées et brasées. Ils s'assemblent avec les faces planes de la boîte à feu et de la boîte à fumée au moyen de rondelles complètes en fer ou mieux encore, au moyen de rondelles brisées et à clavettes, comme nous l'avons représenté fig. 3 (planche XI). Ce dernier moyen a eté l'objet d'un brevet d'invention pris par M. Stéhélin, l'un de nos meilleurs constructeurs.

Les viroles de M. Stéhélin, avec leur renflement extrême à l'intérieur des tubes, sont, sans contredit, le meilleur perfectionnement que l'on pouvait apporter aux viroles ordinaires, en ce que, non-seulement elles permettent de resserrer les joints quand une fuite se manifeste, mais encore parce que la pose primitive peut s'en effectuer solidement, ce à quoi on ne parvient que fort imparfaitement avec les premières, malgré les mandrins coniques que l'on bat dans leur intérieur pour agrandir leur diamètre.

Si à la disposition de M. Stéhélin on joint celle de M. Cail, chaudronnier du Creusot, consistant à donner deux diamètres différents aux trous dans lesquels entrent les tubes dans la plaque de la boîte à feu, l'un des diamètres égal au diamètre extérieur des tubes, et régnant sur 2/6e de l'épaisseur, l'autre égal au diamètre intérieur et régnant sur 1/3 en dehors, on aura le meilleur mode d'assemblage qu'il soit possible de désirer aujourd'hui. En effet, par la disposition de M. Cail, la dilatation ne peut se faire sentir que du côté de la boîte à fumée : or, si on met de ce côté les viroles de M. Stéhélin, il sera facile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de les resserrer, même en état de service, sitôt qu'une fuite se manifestera. On peut remplacer les viroles du côté de la boîte à feu par un taraudage de l'extrémité du tube dans cette dernière, ce qui agrandit la section d'écoulement en cet endroit.

Le nombre des tubes et leur diamètre sont proportionnels, comme nous l'avons vu dans la seconde partie, à la surface de chauffe que l'on veut avoir. Il est bon de ne pas les rapprocher trop les uns des autres, afin de laisser plus facilement descendre les sels qui se déposent au fur et mesure que l'eau passe à l'état de vapeur, et, à cause de cela, il faut, autant que possible, laisser du jeu entre les tubes extrêmes et la chaudière, et une hauteur de six à huit centimètres au moins vide au-dessous des tubes inférieurs pour loger les dépôts. Cette dernière précaution est indispensable, sans quoi, en peu de temps, les tubes inférieurs seraient brûlés, par suite de la couche calcaire qui, les enveloppant, les empêche de laisser passer la chaleur qu'ils reçoivent du combustible, d'où résulte élévation de température, fusion de la soudure, et fuite du liquide dans le foyer.

3° *Boîte à fumée et cheminée.*

1° *Matériaux.* La tôle de fer est exclusivement employée à construire la boîte à fumée et la cheminée.

2° *Formes.* La boîte à fumée se compose comme l'enveloppe de la boîte à feu de deux plaques transversales en tôle récourbée à chaud sur ses bords, pour s'assembler avec les plaques longitudinales. La plaque du côté des tubes a une épaisseur d'autant plus forte qu'elle doit non-seulement recevoir ces derniers, mais encore maintenir les cylindres fixes. La plaque extérieure est beaucoup plus mince, en ce qu'elle ne sert absolument qu'à fermer, ainsi que les plaques longitudinales qui forment l'entourage.

Pour passer les tubes et les cylindres pendant la construction, et pour aller réparer pendant le service de la machine, on munit la plaque extérieure d'une porte, dont la section est un peu supérieure à celle des tubes dans la chaudière; cette porte est assemblée à charnières et à verrous et peut s'ouvrir facilement. En outre, on met une seconde porte au-dessous des cylindres, assemblée de la même manière, et destinée à faire tomber les cendres qui ont été entraînées par la fumée à travers les tubes dans la boîte à fumée.

La cheminée couronne la boîte à fumée et s'assemble avec elle comme nous l'avons représenté, fig. 1, 8, 9 (planche XI).

Tantôt son orifice supérieur est libre, tantôt il est muni d'un grillage en fil de fer dont le but est de retenir, autant que possible, les cendres dans l'intérieur de la boîte à fumée, ces dernières présentant le grave inconvénient de se répandre en poussière fine dans les divers wagons ouverts remorqués par la locomotive, et d'incommoder les voyageurs. Le grillage en fil de fer, tout en retrécissant l'orifice d'écoulement de la fumée, ne détruit que fort imparfaitement l'effet nuisible de ces cendres; néanmoins, il est toujours bon de l'employer jusqu'à tant qu'on ait trouvé un meilleur procédé.

3° *Dimensions générales.*

Réunissant ensemble les trois parties qui composent la chaudière, nous établirons ainsi leurs épaisseurs pour les trois largeurs de voie :

	mèt. 1.50.	mèt. 1.75.	mèt. 2.00
Épaisseurs des tôles.			
1° *Cuivre.*			
Boîte à feu; plaques des tubes à l'endroit de ces derniers.	mèt. 0.025	mèt. 0.0275	mèt. 0.03
Dans toutes les autres parties.	0.0150	0.0175	0.02
Tubes	0.003	0.003	0.003
2° *Fer.*			
Enveloppe de la boîte à feu.	0.10	0.0125	0.015
Chaudière cylindrique.	0.01	0.0125	0.015
Plaque des tubes de la boîte à fumée.	0.0175	0.020	0.0225
Plaques de devant de *id.*	0.005	0.0075	0.0100
Plaques longitudinales	0.0075	0.010	0.0125
Cheminée.	0.005	0.0075	0.01

4° Construction. On exécute séparément : la boîte à feu, l'enveloppe de la boîte à feu, la chaudière ronde, les tubes, la boîte à fumée et la cheminée. Les procédés d'exécution sont ceux que nous avons indiqués en parlant de la chaudronnerie; le fer se courbe à chaud, le cuivre à froid. Nous observerons, pour les plaques qui reçoivent les tubes, qu'il est bon de les percer avant de les assembler avec les autres, cette opération étant beaucoup plus facile alors que quand elles sont assemblées. Ces trous ne se font pas à l'emporte-pièce comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux des rivets, parce que cette méthode ne les donnerait pas assez exacts ; ils se font à la machine à percer à mèche tournante.

Pour assembler, on commence par mettre la chaudière entre les deux plaques ; cela fait, on entre la boîte à feu dans son enveloppe, place deux rangs de rivets à la partie inférieure et à l'entourage de la porte du foyer ; ensuite on procède au posage des tubes. Pour cela, si on emploie la méthode ordinaire, on fraise légèrement en dehors les plaques d'assemblages, comme cela est figuré dans la planche XI ; on passe les tubes par la boîte à fumée, les coupe de longueur, les repasse et rabat les bords extérieurs saillants dans la partie fraisée, de sorte que déjà ils se trouvent maintenus immobiles. Ensuite on a un mandrin légèrement conique que l'on enfonce dans leur intérieur à coups de marteau, jusqu'à tant que le joint entre le cuivre et le fer soit parfait, ce qu'on aperçoit quand le mandrin refuse d'aller plus avant. Cela fait pour tous les tubes, on enfonce les viroles au moyen d'un second mandrin intérieur à embase extérieure, dont le but est de diriger les coups du marteau bien normalement à la surface, sans abîmer les viroles. Ce travail fait avec soin, si on ne met que des viroles entrant difficilement, on a un excellent joint : si les viroles sont à clavettes, leur entrée est beaucoup plus facile, et il n'y a qu'à serrer ces derniers. Il serait peut-être bon, pour rendre le cuivre des assemblages plus malléable, de chauffer les extrémités des plaques qui servent à confectionner les tubes ; opération qui, si elle n'enlève pas de zinc, leur fait perdre l'écrouissement qu'elles ont acquis dans le laminage.

Les tubes posés, on livre la chaudière au montage, la pose de la cheminée se faisant tout à fait en dernier lieu, parce que cette partie générait dans le soulèvement des chaudières pour les assembler avec le châssis.

5° *Prix de revient.*

Nous pouvons établir ainsi les poids moyens des chaudières pour chauffage de la vapeur et diamètre des tubes 0,045.

	Largeur de la voie.		
	mèt. 1 50.	mèt 1.75.	mèt. 2
	kil.	kil.	kil.
Tôle de fer.	3000 . .	4500 .	6000
Rivets, rondelles et divers.	500 . .	750 .	1000
Cuivre rouge laminé.	1200 . .	1800 .	2400
Cuivre jaune laminé.	1200 . .	1800 .	2400

En argent.

	fr.	kil.	kil.
Tôle de fer.	3000. .	4500.	6000
Rivets et rondelles.	250. .	375.	500
Cuivre rouge. . . .	3000. .	5400.	7200
Cuivre jaune. . . .	3600. .	5400.	7200
Total. . .	10450. .	15675.	20900

Main-d'œuvre.

	fr.	fr.	fr.
Fabrication des rondelles.	75. .	100 .	125
Chaudronnerie à raison de 50 fr. les 100 kil. . . .	3000. .	4500 .	6000
Total général. .	13625.	20275 .	27025.

Prix de revient : 1.2 au lieu de 1.75 :

fr.	fr.	fr.
16400..	24400 .	32500.

Prix de vente : 1.4 au lieu de 2 :

fr.	fr.	fr.
19000. .	27500.	.38000

§ 3. *Châssis.*

Le châssis comprend :

1° Les points d'attache de la chaudière au châssis ;

2° Le châssis, proprement dit ;

3° La plate-forme et la grille du chauffeur ;

4° Les ressorts ;

5° Les coussinets d'essieux.

1° *Matériaux.* Les points d'attache de la chaudière au châssis se font en fer forgé ou en tôle ; le châssis en bois et tôle reliés par des boulons ; la plate-forme du chauffeur en tôle et sa grille en fer ; les ressorts en acier relié par du fer ; les coussinets d'essieu en cuivre jaune et quelquefois en fonte.

2° *Formes.* On fixe toujours les chaudières au châssis en trois points de chaque côté, parce que bien que le milieu soit à même de résister à la charge qu'il supporte, il finirait toujours à la longue par s'affaisser si on le laissait sans soutien, effet dont le résultat serait d'établir un mouvement dans les joints transversaux des plaques de tôles et d'occasionner des fuites. Ces points d'attache que l'on répartit, autant que possible uniformément, sont, le premier au milieu de la boîte à feu, le second entre les roues motrices et les roues de devant, la troisième au milieu de la boîte à fumée. Généralement ils se composent d'un triangle en fer dont l'un des côtés est formé par la paroi de la chaudière, à laquelle ils s'assemblent à rivets aux deux sommets qui y aboutissent, et avec le châssis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au troisième sommet par un boulon qui traverse ce dernier de part en part. Dans quelques machines on a remplacé ces triangles en fer par des plaques de tôle transversales dont l'apparence est plus agréable à l'œil, mais dont la solidité n'est pas tout à fait aussi grande. Ces plaques ont l'inconvénient de rendre plus difficile l'abordage de l'intérieur pour les réparations, et de s'assembler bien moins facilement avec la chaudière et le châssis, tout en se prêtant moins que les triangles au passage des barres qui servent à mouvoir la détente et les excentriques.

On distingue deux espèces de châssis:

Le châssis droit,

Le châssis courbe.

Le châssis droit consiste en plaques de tôles rectangulaires, séparées deux à deux par une pièce de bois de chêne, et reliées par des boulons à écroux. Ces plaques qui s'exécutent très-facilement à l'ajustage, sur la machine à raboter, présentent l'inconvénient d'exiger un rapport de deux fourchettes extérieures à chaque essieu pour le logement des coussinets; de plus, le châssis, se trouvant au-dessus de l'essieu de la grande roue, est à une distance assez grande de ceux des petites; il en résulte que, quand un mouvement transversal se manifeste, les fourchettes de ces essieux plient et ne contribuent nullement à retenir la machine en place.

Pour rapprocher les châssis des roues, MM. Sharp et Roberts ont imaginé de le faire onduler, suivant la hauteur de chaque essieu; alors le mode d'exécution étant tout à fait changé et exigeant le découpage courbe à la machine à percer et à la machine à parer, il n'est plus nécessaire de rapporter les fourchettes des coussinets, et on les découpe avec le châssis même, ce qui est infiniment plus solide que la première méthode. La fig. 8 (pl. XI) représente un châssis analogue à ceux de MM. Sharp et Roberts à la seule différence près que, chez ces messieurs, la distance entre le châssis et l'essieu de la roue sous la plate-forme du chauffeur est assez grande pour y loger les ressorts et permettre de placer la plate-forme sur le châssis même sans rencontrer les roues, tandis que chez nous le châssis conserve sa distance constante des roues et maintient la plate-forme surhaussée au-dessus de la jante au moyen d'un prolongement de la tôle des plaques; le ressort se loge alors entre le châssis et la plate-forme.

Nous ne parlerons pas des jonctions transversales, non plus que de la plate-forme et la grille dont les dispositions sont simples et peu importantes. Les ressorts s'exécutent généralement comme ils sont représentés fig. 8 (pl. XI).

Ils se composent d'une série de lames d'acier, d'inégales longueurs, arrondies légèrement en dessus, et formant en dessous la parabole, afin que les sections n'aient que juste les dimensions qui sont nécessaires pour résister à la pression qu'elles ont à supporter. Ces lames sont entourées en leur milieu d'un cadre en fer forgé, percé ainsi qu'elles d'un trou dans lequel passe la tige de fer qui reporte le poid de la machine sur le coussinet. Ce trou qui traverse les ressorts a le grave inconvénient de les affaiblir dans la proportion de la section qu'il leur enlève, mais il est nécessaire pour les maintenir en place; il ne suffit même pas, car, pour empêcher les lames d'osciller horizontalement les unes d'un côté, les autres de l'autre, on les munit à chacune de leurs extrémités de petits ressorts rapportés en fer, et entrant dans des échancrures faites à la lame inférieure. Le châssis est suspendu au ressort, au moyen de tringles en fer traversées à chaque point de jonction par un boulon qui lui permet de décrire des petits arcs de cercle, suivant l'allongement et le raccourcissement du ressort provenant des oscillations verticales de la machine.

Le poids qu'auront à supporter les ressorts et leur fléchissement exact pour ce poids étant tous deux inconnus, les longueurs des tringles ne sont rigoureusement déterminées que quand, la machine ayant été montée complétement et remplie d'eau, les ressorts assemblés au châssis par des tringles provisoires, indiquent chacun leur fléchissement et la quantité dont il faut baisser ou hausser le châssis pour que l'axe de la tige du piston vienne passer par le centre de l'essieu coudé. Cet axe, qui théoriquement est horizontal, peut être pratiquement légèrement incliné, mais d'une quantité invisible à l'œil, pourvu qu'il passe par le centre de l'essieu coudé. Il résulte de là que, quand la machine a été suspendue bien horizontale et à la hauteur convenable sur ses ressorts, laissant un jeu de 5 centimètres au-dessous de chacun d'eux, pour les oscillations, on donne des longueurs exactes aux tringles des roues motrices et des petites roues de devant, puis on construit celles des troisièmes de telle sorte qu'elles puissent s'allonger ou se raccourcir à volonté, ce à quoi on parvient en les faisant d'une seule pièce, deux à deux et terminées par un écrou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en dessous, comme cela est représenté fig. 8 (pl. XI). Il arrive de là que, quand la machine est en service, si on remarque que le centre de l'essieu coudé est au-dessus ou au-dessous du plan des mouvements, on considère l'axe des roues de devant comme centre, et on serre ou desserre les écroux des tringles des roues de derrière, jusqu'à temps que le centre de l'essieu coudé soit à sa place. Cette méthode n'a pour inconvénients que d'augmenter ou d'affaiblir légèrement la charge sur les ressorts du milieu, suivant qu'on baisse ou monte le châssis, et de soulever ce dernier d'un côté seulement.

Les coussinets d'essieux en bronze, cuivre jaune ou fonte, s'exécutent assez généralement comme nous les avons représentés, fig. 10 (pl. XI). Ils sont munis à la partie supérieure d'une boîte à huile, arrosant sans cesse l'essieu au moyen de deux mèches de coton qui, plongées d'une part dans l'huile, de l'autre, dans les deux petits tubes en fer, qui communiquent avec le centre du coussinet, font siphon sans cesse amorcé par la capillarité des fils du coton, propriété dont le résultat est de faire pénétrer les liquides entre les solides toutes les fois que ces derniers sont à de petites distances. Le mouvement vertical alternatif dont le châssis est doué en vertu des ressorts qui le font porter sur l'essieu, a pour effet d'établir un frottement entre les faces verticales des coussinets et celles correspondantes dans les échancrures où ils se meuvent. Il résulte de ce frottement non-seulement usure des coussinets, mais encore usure des parties fixes avec lesquelles ils sont en contact. Pendant longtemps, supposant l'usure de la partie fixe de peu d'importance, on a fait les coussinets à joints intérieures, glissant contre les plaques de tôle du châssis et retenus par elles à l'abri du mouvement horizontal, soit en long, soit en travers qu'ils pouvaient tendre à prendre; il en est résulté qu'au bout d'un certain temps, l'usure qui avait lieu dans ces plaques par suite du frottement continuel des coussinets, élargissait la place occupée par ces derniers et nécessitait, pour éviter une prompte détérioration résultant des chocs occasionnés par ce jeu, le changement complet des plaques de tôle rapportées au châssis. Pour éviter ce changement, et aussi parce qu'il nécessitait celui des tôles du châssis qui, chez eux, sont d'un seul morceau avec ces plaques, MM. Sharp et Roberts ont imaginé de placer, entre les plaques, des glissoirs rapportés en fonte, fig. 10 (pl. XI), qui, embrassés de toute part par le coussinet et ses joues, supportent seuls le frottement de ces derniers. Cette disposition a le double avantage de laisser le châssis intact, et de permettre le rapprochement de surfaces frottantes à mesure qu'elles s'usent. Or, la largeur de ces surfaces étant beaucoup plus grande que dans le premier cas, et la fonte ne s'usant en quelque sorte pas par le frottement, on n'a jamais à retoucher à ces pièces.

Pour maintenir l'écartement entre les extrémités des échancrures des plaques du châssis, on les relie par des tirans en fer dont le but est aussi d'empêcher les coussinets de sortir de l'échancrure, si un grand choc venait à se manifester.

Dans les machines où le châssis est droit, on prolonge ces tirans extérieurement de manière à venir se rejoindre d'un roue à l'autre, dans milieu et aux extrémités du châssis.

On a, comme cela, deux lignes de tirans : l'une supérieure au niveau du tiran de l'échancrure des grandes roues, allant se perdre dans les échancrures des petites; l'autre, inférieure au niveau des tirans des echancrures des petites roues, et allant aboutir, en remontant de chaque côté dans les extrémités du châssis. Ces tirans ou tringles transversales ont l'avantage de maintenir ce dernier rigide et incapable de se courber par suite de la résistance qu'opposent les petites roues au mouvement.

3° *Dimensions.* Elles peuvent être les suivantes :

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50	mèt. 1.75.	mèt. 2.00
Largeur des châssis.	0.20	0.25.	0 30
Épais-eur.	0.10	0.125..	0.15
Epaisseur des tôles.	0.01	0.011..	0.012
Diamètres des petites roues.	1.00	1.20.	1.40
Diamètres des essieux des petites roues.			
Dans les roues.	0.13	0.15.	0.17
Au corps.	0.11	0.13.	0.15
Dans les coussinets.	0.09	0.11.	0.13
Longueur des ressorts.			
Grandes roues.	0.80	0.90.	1.00
Petites roues.	0.60	0.70.	0.80

4° *Construction.* Les pièces des châssis les plus difficiles à exécuter, sont les quatre faces, en tôle découpé, qui portent les échancrures des coussinets d'essieux. Quand les châssis sont droits,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On fait laminer du fer plat, de dimensions suffisantes, pour donner, après son passage au laminoir à tôle, de quoi enlever à la machine à raboter sur la largeur seulement. Les plaques arrivées à l'ajustage, on trace dessus le contour de la partie utile et les places des boulons qui traverseront; ensuite on perce et on assemble les quatre plaques par des boulons provisoires qui, en augmentant l'épaisseur, donnent plus de facilité pour les faire passer à la machine à raboter, toutes ensemble.

Quand les châssis sont courbés, on les décompose, pour le travail, en trois parties que l'on ne soude que quand elles sont terminées. Pour cela on fait trois calibres qui, rapportés l'un à côté de l'autre, représentent exactement les plaques du châssis comme si elles étaient d'une seule pièce. On découpe sur chacun de ces trois calibres et à la fois quatre plaques de tôle ayant l'épaisseur voulue. Pour opérer ce découpage, on perce des trous à la machine à percer tout autour de la trace du gabari, et on achève d'enlever à la machine à parer. Les plaques ainsi exécutées, on les soude de bout, opération assez délicate et qui exige l'emploi d'un nouveau calibre intermédiaire, donnant la direction exacte des plaques rapportées.

La partie en bois s'exécute autant que possible d'un seul morceau; dans le cas où on ne peut y parvenir, par suite d'une trop grande largeur, on fait les joints horizontaux en rapportant les bois parallèlement au lieu de les poser bout à bout, ce qui aurait l'inconvénient d'interrompre la résistance du bois au point de jonction. Quand la nécessité de faire les remplissages de deux morceaux provient de la longueur trop grande, ce qui est fort rare, on assemble les pièces à trait de Jupiter.

Viennent ensuite les ressorts qui, comme nous l'avons dit, se composent d'une série de lames d'acier recourbées et d'inégales longueurs, superposées et maintenues assemblées par un cadre en fer placé au milieu. Pour exécuter ces lames, on prend de l'acier du même échantillon qu'elles et le coupe suivant les diverses longueurs qu'elles affectent; ensuite on met ces lames dans un four à réchauffer et quand elles sont rouges on leur donne la courbure qu'elles doivent avoir sur un mandrin en fonte préparé à cet effet. Ce travail exécuté on arrondit les extrémités, fait les mortaises des extrémités à la lime et pose les petites saillies en fer qui doivent glisser dans ces mortaises. Les lames ainsi préparées on les assemble, les trempe et place le cadre en forme d'étrier que l'on ferme à chaud dessus afin de les serrer les uns contre les autres aussi complétement que possible. On ajuste le cadre, perce le trou, et place la tige à une base qui va porter, par son autre extrémité, sur le coussinet. L'exécution des autres pièces ne présente rien de remarquable et ressemble en tout à celle des pièces générales analogues.

5° *Prix de revient.* On peut établir ainsi les poids des pièces composant le châssis :

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50	mèt. 1.75	mèt. 2.00
	kil.	kil.	kil.
Tôles de fer. . . .	700..	800. .	900
Fer des attaches. .	100 . .	125. .	150
Tirans et boulons. .	150.. .	200. .	250
Divers en fer. . . .	150.. .	200. .	250
Fontes des glissoirs.	60.. .	80. .	100
Ressorts en acier. .	300.. .	350. .	400
Coussinets en cuivre.	100.. .	125. .	150
Bois de chêne. . . .	250.. .	300. .	350

En Argent.

	fr.	fr.	
Fers.	550.. .	687.50	775
Fonte.	15.. .	20. .	25
Acier.	750.. .	875. .	1000
Cuivre.	300.. .	375. .	425
Bois.	50.. .	75. .	100
	1665..	2032.50	2325

Main-d'œuvre.

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50	mèt. 1.75	mèt. 2.00
	fr.	fr.	fr.
Attaches.	50.. .	60. .	70
Châssis garni, plaques	300 . .	350. .	400
Boulons et tirans. .	80 . .	100. .	120
Assemblage.	100.. .	125. .	150
Ressorts.	150 . .	175. .	200
Coussinets.	120.. .	140. .	160
	800.. .	950. .	1100
Matières premières.	1665.. .	2032.50	2325
TOTAUX.	2465.. .	2982.50	3425

d'où, prix de revient :

fr.	fr.	fr.
4300.. .	5200. .	6000

prix de vente,

fr.	fr.	fr.
4950.. .	6000. .	6850

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 6. *Appareil d'alimentation et de sûreté.*

Les appareils d'alimentation sont :

Les corps de pompes,
Les clapets,
Les tuyaux d'alimentation.

Les appareils de sûreté sont :

Les soupapes de sûreté,
Les plaques fusibles,
Les niveaux d'eau,
Le manomètre,
Le thermomètre,
Les sifflets,
Les boîtes à huile,
Les robinets de vidange,
Les tampons des boîtes à feu.

1° *Matériaux.* Tous ces appareils, qui sont en général de petites dimensions, ont pour métal prédominant le cuivre jaune, sauf les corps de pompes qui sont en fonte et les tuyaux d'alimentation en cuivre rouge.

2° *Formes. Appareils d'alimentation.* La fig. 14 (planche XI) représente un corps de pompe tel qu'ils s'exécutent généralement pour locomotives, quand on les assemble avec les entretoises. Les clapets, au nombre de trois, pour motifs que nous avons donnés dans la première partie, sont à boulets, ce système étant de beaucoup préférable aux autres pour de grandes vitesses, en ce que le boulet redescend beaucoup plus vite que les soupapes ordinaires par suite de son peu de frottement. On comprend qu'il est important que la fermeture ait lieu promptement, à de grandes vitesses, car, sans cela, il n'y aurait pas d'alimentation régulière, l'eau revenant dans le corps de pompe à chaque aspiration; ce motif seul suffirait pour expliquer l'emploi des deux clapets, dont l'un peut ne pas fonctionner aussi régulièrement que l'autre, par suite d'engorgement ou autre cause analogue. La fig. XI représente la disposition des boulets le plus généralement employée; la chapelle est disposée de manière qu'on peut les visiter facilement; il est bon d'avoir soin de faire les joints du couvercle de cette dernière à portées tournées, afin de n'être pas obligé chaque fois qu'on les visite de refaire un joint de mastique. Les tuyaux en cuivre rouge sont terminés du côté du tender par un raccordement à genoux, dont la disposition la plus générale est représentée fig. 20 (planche X). Les deux tubes concentriques, qui glissent l'un dans l'autre, sont séparés par un stuffing-box qui empêche toute espèce de fuite du liquide.

Appareil de sûreté. 1° *Soupapes.* Elles sont de deux espèces : les soupapes à charge directe et les soupapes à levier. Les premières, fig. 17 (plan. X), sont tantôt chargées d'un poids, tantôt pressées par un ressort qui produit le même effet. Les secondes, fig. 19 (planche X), sont terminées par un appareil à ressort plus faible que le premier, puisque la résistance à vaincre est moins grande, et muni d'un indicateur donnant la pression de soulèvement des soupapes suivant le degré de tension que l'on fait éprouver à ce dernier. Dans une machine il y a toujours deux soupapes : une à laquelle on ne doit pas toucher, et qui est réglée par l'administration des Mines; c'est celle à charge directe; l'autre qui est à la discrétion du chauffeur et se règle à chaque instant à volonté; c'est celle à levier et indicateur. La première est destinée à empêcher la machine de fonctionner à une pression supérieure à celle que les essais ont constatée comme convenable; la seconde est destinée à indiquer à quelle pression on marche.

Les deux soupapes sont munies de petites cheminées en cuivre dont le but est de lancer dans l'atmosphère, la vapeur qui s'échappe quand elles se soulèvent et de permettre ainsi au chauffeur de toujours voir devant la machine, ce qui n'aurait pas lieu si la vapeur se dégageait au niveau de la soupape.

Les diamètres des soupapes de sûreté sont déterminés d'après la quantité de vapeur que les chaudières sont destinées à produire dans un temps donné.

On admet une quantité maxima P de vapeur que peut donner un mètre quarré de surface de chauffe réduite dans 1″. Si n est le nombre de mètres quarrés de cette surface, il faut que la soupape soulevée laisse échapper toute cette vapeur dans le même temps, pour que la pression n'augmente pas dans la chaudière, résultat dont l'effet serait de la déformer ou de la faire sauter. La pression atmosphérique étant $0^m,76$ et la pression dans la chaudière p, $p-0,76$, est la pression génératrice de la vitesse d'écoulement v. Or on a :

$$v = \sqrt{19.62\,H.}$$

H est une colonne de vapeur dont le poids est égal à $S \times H \times d$, d étant le poids du mètre cube à la pression considérée p.

d'où $$SH\,d = 13590\,(p - 0{\cdot}76)\,S.$$

13590 est le poids du mètre cube de mercure ou sa densité.

On déduit de là :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$H = \frac{13590\,(p - 0.76)}{d}$$

et $$v = \sqrt{19.62\,\frac{13590}{d}\,(p - 0.76)}.$$

Soit V le volume de vapeur correspondant à nP à la pression p, on a :

$$V = nP \times \text{volume de } 1^k \text{ vapeur à la pression } p,$$

et $v \times 0.65$, $S = V$,

0.65 étant le coefficient d'écoulement en mince paroi.

D'où $$S = \frac{V}{0.65\sqrt{19.62\,\frac{13590}{d}\,(p - 0.76)}}$$

Faisant dans cette équation :

$$p = 4 \times 0.76 = 3.04^{\text{mèt.}},$$

on a : $$p - 0.76 = 2.28,$$

$$d = 2^k.10,$$

$$V = nP \times 0.477^{\text{m. c.}}.$$

En supposant que 1 mètre quarré de surface de chauffe réduite peut donner 5 fois ce qu'il donne ordinairement, ou $\frac{5 \times 144}{3600} = 0^k.20$ de vapeur par seconde, on aura :

$$V = n \times 0.20 \times 0.477 = 0.0954\,n$$

et $$S = \frac{0.0954\,n}{0.65 \times 538} = 0.0002725\,n.$$

	m. q.	m. q.	mèt.
Pour $n =$	20..	$S = 0.00542$..	$D = 0\ 083$
	25..	0.0068 ..	0 093
	30..	0.0082 ..	0.10
	etc.	etc.	

2° *Plaques fusibles*. Ce sont des alliages de plomb, bismuth et étain dans des proportions telles que leur point de fusion correspond précisément à la température maxima, et, partant, à la pression maxima que peut avoir la vapeur dans les chaudières.

On les place généralement à l'extrémité d'un petit tuyau dont le diamètre est égal à celui de la soupape de sûreté, entre la bride de ce dernier et un grillage métallique d'une épaisseur suffisante pour empêcher la plaque de se déformer par suite de la pression intérieure : ce grillage est assemblé à bride avec la bride du petit tuyau saillant sur la chaudière. Comme on n'a pas toujours à sa disposition une plaque fusible pour remplacer celle qui vient de fondre, quand la pression a été poussée trop loin, on a soin d'adapter au tuyau de cette dernière un robinet qui permet de fermer la communication jusqu'à temps qu'on se soit procuré une nouvelle plaque fusible.

3° *Niveaux d'eau*. Ils sont de deux espèces : le niveau à tube de verre, le niveau à robinets. Le premier consiste en un tube de verre vertical communiquant avec l'eau et la vapeur par chacune de ses extrémités, de manière que la ligne de séparation de ces deux dernières se trouve en son milieu. Son assemblage avec la chaudière se fait au moyen de deux raccordements en cuivre jaune, munis chacun d'un robinet dont le but est de fermer la communication, quand ce tube de verre est cassé, ce qui arrive encore assez souvent par suite de la différence des températures intérieure et extérieure. Il résulte de là que les raccordements doivent être construits de telle manière que l'on puisse facilement remplacer un tube cassé, sans démonter leur assemblage avec la chaudière.

Le niveau à robinets consiste simplement en trois robinets placés l'un au-dessous, l'autre au niveau, le troisième au-dessus de la ligne de séparation de l'eau avec la vapeur.

4° *Manomètre*. Le manomètre est l'appareil destiné à indiquer la pression dans la chaudière. Il est basé sur le principe de la loi de Mariotte, que les volumes des gaz sont en raison inverse des pressions. On suppose, pour graduer cet appareil, les températures constantes, parce qu'il faudrait un calcul chaque fois que l'on voudrait déterminer la pression exacte. Afin de rendre les erreurs le plus petites possible, on est obligé d'éloigner le manomètre de la chaudière, et alors il est exposé à être brisé et gêne le service.

Les calculs pour la graduation du manomètre sont les suivants :

Soit H la hauteur d'un cylindre d'air renfermé dans un tube de verre recourbé inférieurement et rempli de mercure qui s'élève, dans les deux branches, au même niveau où commence la colonne d'air H.

Soit ce volume d'air à $t°$ sous la pression p de mercure, on aura le volume sous une pression p' à la température t' en posant :

$$H' = H\,\frac{p}{p'}\,\frac{1 + 0.00375\,t'}{1 + 0.00375\,t}.$$

Si S est la section du mercure du côté de la colonne d'air, et S' dans l'autre branche, le mercure montera dans la branche S d'une hauteur égale à H—H', et descendra dans la branche S' d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hauteur égale à $\frac{S}{S'}(H - H')$. La différence de niveau entre les 2 branches sera $(H - H')\left(1 + \frac{S}{S'}\right)$. Cette hauteur de la colonne de mercure aura un certain poids qui se retranchera de la pression réelle qui a lieu dans la chaudière ; d'où résultera que le manomètre n'indiquera pas la pression exacte de la chaudière, mais une pression p' égale à cette dernière, moins la hauteur du mercure dans la branche. Soit P la pression dans la chaudière, on aura :

$$P = p' + (H - H')\left(1 + \frac{S}{S'}\right);$$

d'où
$$p' = P - (H - H')\left(1 + \frac{S}{S'}\right),$$

et
$$H' = H \frac{p(1 + 0.00375\,t')}{\left(P - (H - H')\left(1 + \frac{S}{S'}\right)\right)(1 + 0.00375\,t')}.$$

Ou, supposant dans la graduation du manomètre, $t = t'$, $p = 0^m.76$, $S' = \infty$, ce qui réduit la valeur de H' à :

$$H' = H \frac{0.76}{P - H + H'};$$

d'où
$$PH' - HH' + H'^2 = 0.76\,H$$
$$H'^2 + H'(P - H) - 0.76\,H = 0,$$

et :
$$H' = -\frac{P - H}{2} \pm \sqrt{\frac{(P - H)^2}{4} + 0.76\,H}.$$

5° *Thermomètre.* Pour employer le thermomètre dans les machines, on le place dans un petit tube en cuivre fermé par une extrémité plongée dans la chaudière, et ayant l'autre assemblée à bride avec les parois de cette dernière ; afin de rendre la transmission de chaleur plus sensible, on entoure la boule du thermomètre de grenaille de cuivre. Cet instrument n'a jamais été employé jusqu'à présent dans le service journalier des locomotives ; cependant il pourrait y figurer avantageusement, parce qu'il sert à vérifier les indications du manomètre. La précaution de renfermer la boule du thermomètre dans un tube de cuivre a pour but de ne pas l'exposer à la pression dans l'intérieur, laquelle lui ferait indiquer une température supérieure à la température réelle.

6° Les *sifflets*, fig. 18 (planche X), sont destinés à prévenir les personnes qui sont sur la voie que le convoi va passer et qu'elles aient à se ranger.

Leur principe est le même que celui des sifflets ou flageolets ordinaires ; seulement, pour rendre le son plus fort, au lieu de faire sortir la vapeur sur une petite longueur, on la répartit sur toute une circonférence, au moyen d'un disque et d'une capsule dont le diamètre est très-rapproché de celui de la circonférence extérieure du disque. La partie en biseau sur laquelle le gaz en s'échappant vient se diviser et produire le bruit, se trouve alors être une espèce de timbre dont l'effet est d'augmenter encore la clarté du son.

7° *Boîtes à huile.* La fig. 13 (planche XI) représente une boîte à huile telle qu'on les emploie assez généralement dans les locomotives ; on en met comme cela une sur chaque pièce où il y a frottement. Dans quelques machines on remplace les boîtes à huile partielles par une boîte générale allant porter l'huile à toutes les parties qui en ont besoin par de petits tuyaux que l'on peut fermer à volonté par des robinets, ce qui a l'avantage de ne pas donner d'huile quand on n'en a pas besoin. Ces grandes boîtes sont très-bonnes en ce qu'elles permettent un renouvellement d'huile très-prompt aux diverses stations de la machine ; mais elles ne valent rien pour les réparations ou le nettoyage des machines à cause de cette foule de petits tuyaux qui circulent de côté et d'autre et nuisent d'ailleurs à l'apparence de la machine.

8° *Robinets de vidange.* Ils se placent au bas de la boîte à feu pour vider les chaudières quand elles passent à l'atelier de réparation.

9° *Tampons des boîtes à feu.* Ce sont de petits troncs de cône en cuivre jaune, de cinq centimètres de diamètre moyen, filetés sur toute leur hauteur, et munis d'une tête quarrée qui sert à les visser dans les quatre faces de la boîte à feu, un peu au-dessus de son assemblage avec l'enveloppe à la partie inférieure. Ces tampons bouchent des trous que l'on ouvre quand on veut nettoyer la chaudière pour y passer des tringles en fer recourbées à leur extrémité, dont le but est de détacher les dépôts qui se sont déposés dans cette partie. Il est peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de machines où on ait la précaution de placer de ces appareils pendant la construction ; il en résulte que, comme ils sont indispensables, on est obligé de les poser quand les machines sont en service, ce qui est beaucoup plus dispendieux.

Nous ne parlerons ni des dimensions, ni de la construction des divers appareils ci-dessus décrits, en ce qu'ils constituent pour la plupart un travail étranger à l'atelier de construction. Leurs poids entrant pour fort peu dans leur valeur, nous donnerons les prix de vente tels qu'ils existent généralement.

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50.	mèt 1.75.	mèt. 2.00
	fr.	fr.	fr.
2 Corps de pompe avec stuffing-box et boulons.	150..	200.	250
6 Soupapes à boulet garnies.	360..	400.	440
Tuyaux d'alimentation garnis.	100..	125.	150
2 Rallonges à genoux.	600..	700.	800
1 Soupape de sûreté à charge directe complète.	100..	120.	140
1 *Id.* à levier *id.*	100..	120.	140
1 Plaque fusible et robinet garnis.	65..	70.	75
1 Niveau d'eau en verre.	75..	80.	85
3 Robinets de niveau.	15..	18.	21
1 Manomètre garni.	25..	30.	35
1 Thermomètre garni.	25..	30.	35
1 Sifflet.	45	50.	55
16 Boîtes à huile.	80..	90.	100
2 Robinets de vidange.	36..	40.	44
4 Tampons.	20..	25.	30
2 Robinets de cylindres.	50..	60.	70
Divers cuivres pour couvertures, joints, etc.	100..	125.	150
	1946..	2283.	2620

Résumé des poids et prix de vente des pièces détachées.

1° Poids.

	Largeur de voie.		
	mèt. 1.50.	mèt. 1.75.	mèt. 2.00
	kil.	kil.	kil.
2 Roues motrices.	2000..	2900..	4100
4 Petites roues.	1800..	2250..	2825
1 Essieu coudé.	400..	500..	600
2 Essieux droits.	200..	250..	300
4 Entretoises et guides.	500..	760..	1020
2 Bielles, têtes, etc.	160..	220..	280
2 Mouvements des tiroirs	380..	500..	620
2 Cylindres garnis, moyens.	1100..	1340..	1600
1 Chaudière garnie.	6000	8900..	11800
1 Châssis garni.	1800..	2200..	2600
Appareils de sûreté et d'alimentation.	250..	300..	350
Totaux.	14590..	20120..	26095

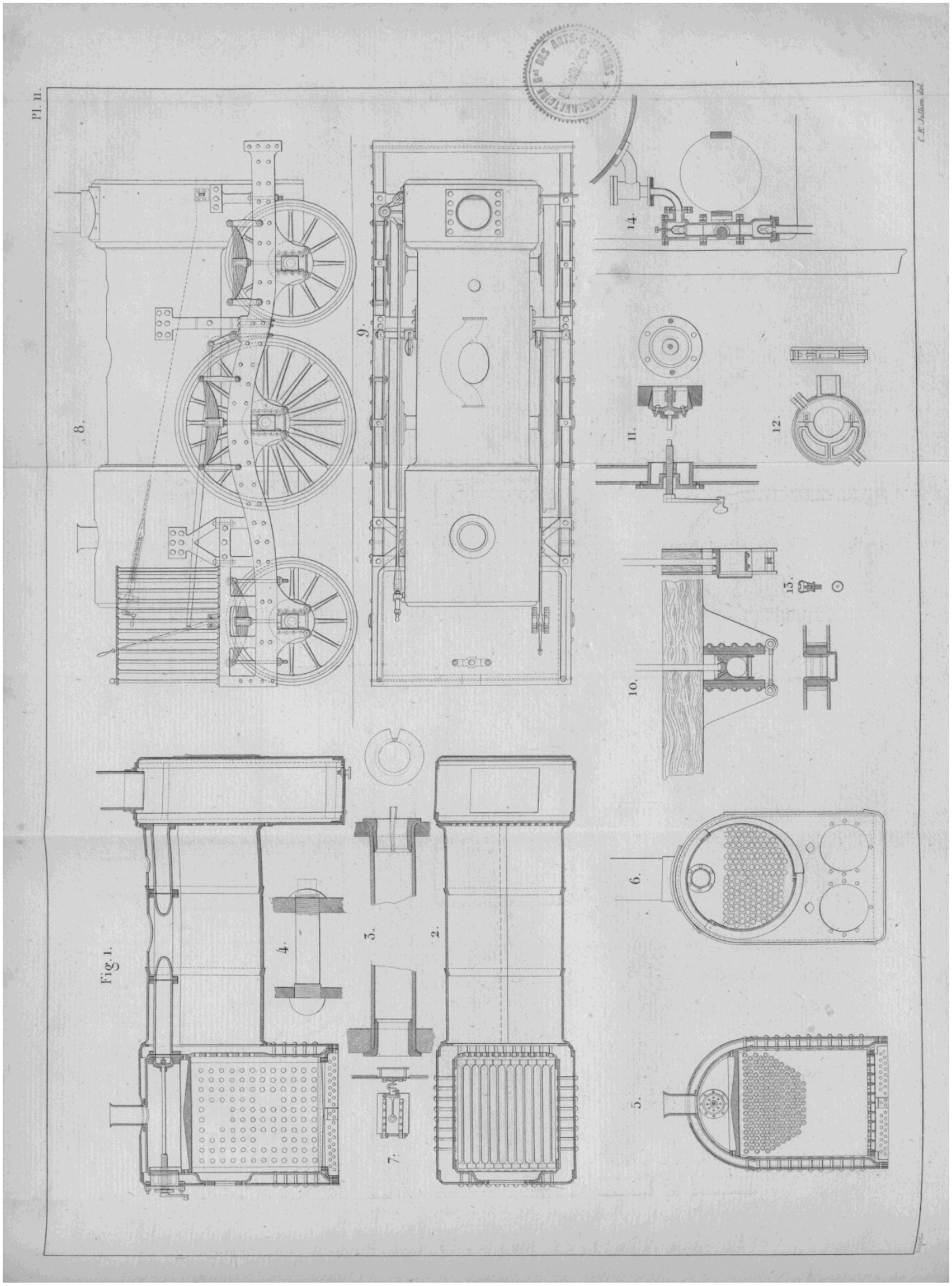
2° Prix de vente.

	fr.	fr.	fr.
2 Roues motrices.	3400..	4900..	7000
4 *Id.* petites.	3600..	4400..	5200
1 Essieu coudé.	1260	1600..	1940
2 Essieux droits.	380..	474..	568
4 Entretoises et guides.	1580..	2560..	3280
2 Bielles, têtes, etc.	1130..	1540	1985
2 Mouvements des tiroirs.	1300..	1660.	2000
2 Cylindres à vapeur.	2000..	2300..	2600
1 Chaudière.	19000..	27500..	38000
1 Châssis.	4950..	6000..	6850
Appareils de sûreté et d'alimentation.	1946..	2283..	2620
Totaux.	40446..	55217..	72043

non compris les frais de montage.

(*La fin au prochain numéro.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Sur la fabrication de la soude du commerce.

(Suite.)

III. Scheele a indiqué depuis longtemps un procédé de décomposition du sel marin par de l'oxide de plomb, qui a été employé en Angleterre, pour se procurer une belle couleur jaune, et que Chaptal et Berard ont appliqué à l'extraction de la soude. Dans ce procédé, on prend 100 kilog. de litharge pulvérisée, qu'on place dans un cuvier; d'un autre côté, on fait dissoudre 25 kilog. de sel marin dans 100 kilog. d'eau, on délaie la litharge avec une partie de cette dissolution de manière à former une pâte liquide; on laisse reposer pendant quelques heures. Dès que la surface blanchit, on remue la masse qui, sans cela, deviendrait très-dure; on continue à brasser ainsi en ajoutant le reste de la dissolution, et même, au besoin, un peu d'eau. Au bout de dix-huit à vingt-quatre heures la réaction est terminée. On laisse reposer pendant quelque temps, puis on lave par touillage et décantations. Les lavages contiennent de la soude caustique et un peu de sel marin non décomposé. Le résidu est formé d'un composé de chlorure et d'oxide de plomb qui devient d'un beau jaune par la fusion.

Le haut prix de la litharge, qui est égal et souvent supérieur à celui du massicot ou du minium, a empêché que ce procédé, qui réussit très-bien, ne fût établi sur une grande échelle, ou pût lutter commercialement contre la soude des cylindres ou des bastringues; néanmoins le nitrate de soude naturel, qu'on a découvert en couches très-importantes au Chili, étant devenu fort abondant et à bas prix dans le commerce, un manufacturier de Londres, M. Heard, a conçu le projet de le faire servir en même temps à la fabrication de la soude et des oxides, ou du carbonate de plomb, employés dans les arts. Voici comment il opère :

On prend un poids donné de plomb et on le met en fusion dans un four à réverbère. Au métal fondu on ajoute la moitié environ de son poids de nitrate de soude naturel, qu'on projette dessus avec précaution et par petites quantités à la fois. Après chaque dose on brasse avec un râble, afin d'opérer le mélange parfait du nitrate avec le plomb fondu.

Lorsque tout le poids du sel indiqué a été projeté de cette manière dans le four, on continue de même a agiter continuellement jusqu'à ce que le plomb perde son apparence ou son éclat métallique, ce qui a lieu ordinairement par une exposition à une chaleur rouge peu intense ou au rouge naissant, et au bout de quelques heures. A cette époque le métal est converti en protoxide de plomb, qui ressemble, sous le rapport de la couleur, à de la litharge.

Lorsqu'on est parvenu à ce point, on retire la charge du four et on la coule dans des moules où elle se consolide, ou bien on la répand sur un plancher en pierre, bien propre, où elle se refroidit.

Lorsqu'elle est froide, on la convertit, au moulin, en poudre très-fine, qu'on introduit, si on se propose de fabriquer de la céruse ou carbonate de plomb, dans une vaste cuve, close et couverte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où on la délaye dans de l'eau, en donnant à la solution la consistance d'une crème épaisse. Dans cet état, on fait traverser celle-ci par un courant d'acide carbonique en agitant continuellement le liquide jusqu'à ce que le protoxide de plomb se soit converti en sous-carbonate.

Ce sel ayant été décanté et bien lavé, on réunit les eaux de lavage à la solution saline où s'est formé le sous-carbonate, et on évapore à siccité. On obtient pour résidu une masse saline, consistant en un mélange de sous-carbonate et de nitrate de soude. On reprend ce mélange de sels, et on s'en sert deux ou trois fois consécutives, après cette conversion, pour transformer du plomb métallique en oxide, en ayant soin que le métal employé soit presque constamment d'un poids double de la matière saline dans chacune des charges.

Lorsque tout le nitrate de soude a été décomposé par les opérations successives, on transporte enfin dans un four à soude, on mélange à une certaine quantité de matière charbonneuse, pour achever de le carbonater. Le sel qui en résulte est soumis à une lixiviation, les solutions mélangées et évaporées à siccité, ou amenées à une pesanteur spécifique propre à fournir des cristaux de carbonate, suivant les désirs de l'opérateur.

Quand on se propose de fabriquer du minium, le protoxide de plomb, préparé comme il a été dit, est enlevé du four lorsqu'il est refroidi, pulvérisé, jeté dans une cuve, lavé par décantation et à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'on l'ait débarrassé de la matière saline qu'il peut renfermer et qu'on réserve pour une opération subséquente. Le protoxide de plomb, ainsi purifié, est soumis ensuite, dans un four à minium, aux opérations successives, destinées à le transformer en cette substance.

IV. On se rappelle que parmi les nombreux procédés qui ont été proposés en 1793, pour préparer la soude au moyen du sel marin, et dont un petit nombre seulement ont survécu, il en était un qui consistait à faire usage de la baryte, et qui a même donné lieu à la construction d'une grande manufacture qui n'a pu réaliser en grand les espérances que les procédés en petit avaient fait concevoir.

M. E. Samuel, se basant sur les connaissances plus étendues qu'on possède aujourd'hui sur les réactions chimiques que les corps exercent entre eux, ainsi que sur la différence des prix des matières premières, croit devoir faire revivre, non pas tout à fait le procédé indiqué de décomposition du sulfate de soude par la baryte, mais un procédé analogue. En même temps il propose de faire également usage pour le même objet du sulfate de strontiane; enfin il croit qu'on peut avantageusement décomposer le sel marin par l'acide oxalique pour se procurer du carbonate de soude. Voici, du reste, la manière dont il conduit ces diverses opérations.

On prend 116 parties de sulfate de baryte et 40 parties de charbon qu'on mélange avec soin et qu'on fait calciner pendant quelques heures dans une cornue de fonte jusqu'à ce que le sulfate de baryte soit converti en sulfure. On obtient ainsi 84 parties de sulfure de barium.

Ce sulfure retiré, de la cornue, est dissous dans l'eau chaude; en même temps, on fait dissoudre dans un autre vase 72 parties de sulfate de soude, et on ajoute le sulfure de barium dissous à cette solution de sulfate de soude : il y a décomposition; du sulfate de baryte se précipite, et il reste en solution de l'hydrosulfure de soude. Cet hydrosulfure ayant été décanté dans un autre vase, on fait passer à travers un courant d'acide carbonique jusqu'à saturation; on évapore et on obtient le sous-carbonate de soude du commerce.

On peut faire de même usage du sulfate de strontiane, la proportion est de 96 parties de ce sulfate pour 30 parties de charbon, pour obtenir 60 de sulfure de strontiane, qu'on mélange à 72 parties de sulfate de soude dissous. L'opération se conduit de la même manière.

M. Samuel propose aussi de décomposer le sulfate de soude par les hydrates de baryte, de strontiane, qu'il obtient en faisant bouillir un oxide métallique avec les sulfures de barium et de strontium L'oxide de cuivre est celui auquel il accorde la préférence. Dans ce cas, il faut 8 parties de sulfure de barium pour 31 parties d'oxide de cuivre, ou 60 parties de sulfure de strontium.

Enfin, il décompose le chlorure de sodium par l'acide oxalique, en mélangeant une solution saturée de sel commun à une solution d'acide oxalique; la majeure partie de la soude se précipite sous forme d'oxalate ou de binoxalate de soude, et lorsque la liqueur surnageante a été décantée, il expose ce binoxalate ainsi obtenu, à la chaleur rouge, ce qui le convertit presque immédiatement en carbonate de soude, ou bien il y ajoute une suffisante quantité d'un mélange de carbonate de chaux et d'eau, porté à l'ébullition, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui détermine la formation d'un oxalate de chaux insoluble et d'un carbonate de soude en solution. La solution étant évaporée à siccité et chauffée dans un fourneau se transforme en carbonate de soude. L'oxalate de chaux étant ensuite décomposé par l'acide sulfurique, on recueille l'acide oxalique qui est employé dans une opération subséquente.

V. Dans le mode employé ordinairement pour décomposer le sel commun par l'acide sulfurique, on sait qu'il se dégage en abondance de l'acide chlorhydrique qu'on ne parvient à condenser qu'avec difficulté quand on opère sur une grande échelle. On sait de plus que le sulfate de soude qu'on produit dans cette opération, contient un excès d'acide sulfurique qu'on perd ordinairement par les lavages et les cristallisations. Dans cet état de choses, M. Wilson, professeur de chimie, s'est demandé si l'on ne pourrait pas parvenir :

1° A effectuer la décomposition du sel commun sans dégagement d'acide chlorhydrique gazeux ;

2° A obtenir un sulfate neutre de soude sans perte d'acide sulfurique ;

3° A recueillir le soufre sous forme d'hydrogène sulfuré ou gaz sulfhydrique lorsqu'on décompose le sulfate de soude pour se procurer de l'alcali.

M. Wilson croit être parvenu à la solution de ces divers problèmes, en employant certains sulfates pour décomposer par la voie humide le sel commun, par exemple le protosulfate de fer, le protosulfate de manganèse, le sulfate de magnésie et le sulfate de chaux ; en même temps qu'il propose de faire usage du protoxide hydraté de fer, du protocarbonate de la même base, du protoxide hydraté ou du protocarbonate de manganèse pour décomposer le sulfure de sodium.

Voici comment on opère lorsqu'on fait usage, suivant sa méthode, du protosulfate de fer pour décomposer le sel commun :

On prend du sel de cuisine, de préférence celui qui est à grains fins, et on l'ajoute à une solution saturée bouillante de protosulfate de fer, dans la proportion d'équivalent à équivalent, c'est-à-dire qu'à une solution saturée contenant 139 parties de sulfate de fer cristallisé ou 76 de sulfate anhydre, on ajoute environ 70 parties de sel commun à grain fin. Néanmoins, pour assurer la décomposition complète du sulfate de fer, on met un petit excès de sel et on dépasse le nombre proportionnel qui vient d'être indiqué.

Dès qu'on a ajouté le sel à la solution de sulfate de fer, il s'opère aussitôt une décomposition réciproque, mais il vaut mieux laisser le mélange bouillir encore pendant un quart d'heure.

Le sulfate de soude, pendant cette opération, se précipite à l'état de beaux cristaux anhydres qu'on enlève par les moyens usités ordinairement pour retirer les précipités des solutions : il reste en solution du chlorure de fer. On fait sécher le sulfate de soude, et on le lave avec une solution chaude et saturée de sel commun, qui enlève jusqu'aux moindres traces de chlorure de fer qui pourraient encore se trouver dans ce sulfate sodique.

On a déjà proposé de décomposer le sel commun en le mélangeant à du sulfate de fer, soit à l'état sec, soit en solution, mais ces décompositions ont toutes été effectuées en exposant les mélanges à la chaleur d'un fourneau pour en chasser l'acide chlorhydrique gazeux, tandis qu'ici, on ajoute le sel en cristaux ou en poudre à une solution saturée et bouillante de protosulfate de fer pour obtenir un sulfate anhydre de soude sans nul dégagement de gaz chlorhydrique.

Maintenant il s'agit de convertir le sulfate de soude obtenu en sulfure de sodium, en le mélangeant avec environ le tiers de son poids de coke qu'il convient d'employer en poudre, et en exposant le mélange à la chaleur, soit dans un fourneau clos, soit dans un fourneau à reverbère. Quand ce mélange a été enlevé des fourneaux, on le soumet dans des cuves à une lixiviation qui dissout le sulfure de sodium ; on décante la solution de dessus la matière charbonneuse qui n'a pas été consumée, puis on traite ainsi qu'il sera dit plus loin.

Le chlorure de fer, qui a été obtenu par la première opération, est ensuite décomposé par de la chaux hydratée en versant graduellement dans les vases qui contiennent de la chaux hydratée à l'état de lait de chaux, la solution du chlorure de fer, jusqu'à ce qu'on ait fait disparaître presque entièrement l'excès de chaux. Pendant cette opération, il y a réaction entre la chaux et le chlorure ; et les produits de cette réaction sont du protoxide de fer hydraté et du chlorure de calcium ; on sépare le chlorure de calcium par d'abondants lavages à l'eau.

Lorsqu'on a obtenu ainsi du protoxide de fer hydraté, on y ajoute la solution de sulfure de sodium obtenue ainsi qu'il a été dit ci-dessus. Pendant cette opération, la réaction qui se manifeste produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du protosulfure de fer et de la soude caustique.

Il est avantageux de favoriser cette dernière réaction par la chaleur, ce qui est très-facile en introduisant de la vapeur dans le mélange. On est certain que la décomposition est complète, lorsque la solution a perdu la propriété de noircir les sels de plomb.

Après avoir séparé la solution de soude du précipité qui est un protosulfure de fer, on introduit ce dernier dans un vaisseau clos, par exemple un vaisseau de bois doublé de plomb, qui paraît mériter la préférence; puis on verse peu à peu de l'acide sulfurique, de la force ordinaire, pour décomposer le sel commun, sur ce protosulfure de fer. Il se produit du gaz hydrogène sulfuré et du protosulfate de fer.

On conduit, au moyen d'un tuyau, l'hydrogène sulfuré, du vase où il est produit, dans un gazomètre de forme semblable à ceux dont on fait usage dans les usines d'éclairage. Ce gaz est destiné à éprouver la combustion dans des becs de même forme que ceux du gaz light de houille, et l'opération s'exécute dans un four ou fourneau semblable à celui où on brûle le soufre dans les manufactures d'acide sulfurique. Le gaz acide sulfureux produit par la combustion de l'hydrogène sulfuré est ensuite converti en acide sulfurique par les moyens ordinaires.

La solution du protosulfate de fer qu'on a obtenue par le procédé ci-dessus en décomposant le protosulfure de fer par l'acide sulfurique, est concentrée par évaporation jusqu'à ce qu'elle devienne saturée; alors on la décompose de nouveau par le sel commun ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus.

Lorsqu'on veut se servir du protocarbonate de fer pour décomposer la solution du sulfure de sodium, on y parvient en décomposant le chlorure de fer par le carbonate de chaux. A cet effet, on fait bouillir la solution de protochlorure de fer avec de la craie en poudre, et la réaction produit du carbonate de fer et du chlorure de calcium.

On lave le protocarbonate de fer pour le débarrasser du chlorure qu'il pourrait encore retenir, puis on s'en sert pour décomposer la solution de sulfure de sodium, et dans ce cas on procède exactement de la même manière qu'avec l'hydrate de protoxide de fer. On obtient ainsi du carbonate de soude du protosulfure de fer, qu'on décompose ensuite ainsi qu'il a été dit.

Lorsqu'on emploie le protosulfate de manganèse pour décomposer le sel commun, on procède absolument de la même manière que celle précédemment décrite pour le protosulfate de fer, c'est-à-dire qu'on ajoute le sel en grains fins à une solution bouillante et saturée de protosulfate de manganèse, et dans les proportions d'un équivalent de chacune de ces substances, ou pour mieux dire à une solution saturée contenant 76 parties de protosulfate anhydre de manganèse, on ajoute 70 parties de sel.

De cette manière on obtient du sulfate anhydre de soude, comme dans le premier cas, et du chlorure de manganèse. On décompose le chlorure de manganèse par de l'hydrate de chaux, de la même manière que celle décrite pour décomposer le chlorure de fer. L'hydrate de protoxide de manganèse ainsi obtenu, est employé, après avoir été lavé, à décomposer la solution de sulfure de sodium comme dans le procédé précédent. Les résultats de l'opération sont dans ce cas de la soude caustique et du protosulfure de manganèse. On décompose le sulfure de manganèse comme le protosulfure de fer, c'est-à-dire qu'on verse de l'acide sulfurique sur ce sulfure de manganèse qu'on a déposé dans un vase clos, et qu'on dégage ainsi de l'hydrogène sulfuré ou gaz sulfhydrique en produisant du protosulfate de manganèse.

Lorsqu'on fait usage du protocarbonate de manganèse, on l'obtient du chlorure de cette base qu'on fait bouillir avec de la craie en poudre, ou autre carbonate de chaux. On procède du reste avec ce carbonate exactement de la même manière qu'avec le carbonate de fer.

On peut faire usage aussi pour cet objet des sulfates de manganèse qui forment les résidus dans les fabriques où on dégage du chlore ou fabrique des chlorures; dans ce cas ces sulfates de manganèse sont dissous dans l'eau chaude, et on y ajoute du protoxide hydraté de manganèse pour saturer l'excès d'acide qui existe toujours dans ces résidus. On concentre alors la solution jusqu'à ce qu'elle soit saturée; on y ajoute, lorsqu'elle est encore bouillante, un équivalent de sel commun sous forme de cristaux ou en poudre, et on obtient ainsi un sulfate anhydre de soude qui se précipite.

Le chlorure de manganèse qui reste en solution est ensuite décomposé par de l'hydrate de chaux, comme il a été dit, pour obtenir du protoxide hydraté de manganèse.

Le sulfate de soude qu'on obtient par ce procédé peut être d'abord converti en sulfure de sodium, qu'on décompose par de l'oxide hydraté de fer ou de man-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ganèse, ou bien on peut le décomposer par la manière ordinairement en usage, c'est-à-dire en le chauffant avec du coke en poudre et du calcaire.

Lorsqu'on fait usage du sulfate de magnésie pour décomposer le sel commun, on forme, comme précédemment, une solution saturée bouillante, et, à cette solution contenant 125 parties de sel d'Epsom, on ajoute environ 70 de sel commun en poudre. On fait bouillir pendant un quart d'heure et on procède exactement de la même manière qu'avec le sulfate de fer; seulement dans ce cas on produit du chlorure de magnesium et du sulfate de soude. On décompose le chlorure de magnésium par l'hydrate de chaux, comme le chlorure de fer, et il se forme du chlorure de calcium et de l'hydrate de magnésie. Après avoir lavé ce dernier pour le débarrasser du chlorure de calcium, on ajoute de l'acide sulfurique, et on forme un sulfate de magnésie qu'on emploie à décomposer un autre équivalent de sel ordinaire. Le sulfate de soude produit est traité ensuite par les moyens décrits.

Quant au sulfate de chaux, on le fait bouillir, sous forme de poudre fine, avec un équivalent de carbonate de magnésie et un équivalent de sel commun, c'est-à-dire qu'à 86 parties de sulfate de chaux on ajoute 42 parties de carbonate de magnésie et 70 parties de sel commun. Sur ce mélange on verse 500 parties d'eau, on fait bouillir pendant trois à quatre heures, temps nécessaire pour effectuer la décomposition du sulfate.

Lorsque le sulfate est en poudre très-fine, la décomposition s'effectue dans un temps beaucoup plus court que lorsqu'il est en poudre grossière.

Le mélange peut être bouilli dans une chaudière de fonte, mais il vaut mieux se servir d'un vase de bois doublé en plomb, qu'on chauffe en y introduisant un tube de vapeur.

La réaction qui a lieu donne du carbonate de chaux qui se précipite, et la solution qui surnage fournit, après avoir été décantée et concentrée, du sulfate de soude anhydre et du chlorure de magnésium en solution On décompose le chlorure par l'hydrate de chaux, comme il a été dit, et on obtient de la magnésie hydratée qu'on convertit en carbonate en y faisant passer un courant de gaz acide carbonique qu'on se procure par les moyens bien connus.

Le sulfate de soude est ensuite décomposé comme on l'a expliqué auparavant.

VI. Un fabricant de Birmingham, M. O. W. Barratt, s'est proposé de fabriquer de la soude en décomposant le sel marin, sans application de la chaleur et sans dégagement d'acide chlorhydrique. Son procédé se résume en ceci :

On prend 150 parties en poids de sel marin qu'on dissout dans 400 parties d'eau; à la solution, on ajoute 100 parties d'acide sulfurique concentré, et enfin, dans ce mélange, on projette 60 parties de zinc métallique en morceaux de grosseur moyenne.

L'addition du zinc donne lieu à un abondant dégagement du gaz hydrogène que M. Barratt propose de receuillir dans un appareil propre à brûler les gaz pour s'en servir soit dans un procédé d'éclairage, soit pour activer la combustion dans l'évaporation des liquides.

Lorsque le zinc est dissous et qu'on a mis le temps nécessaire pour la formation du sulfate de soude ou pour sa cristallisation, on tire au clair la liqueur surnageante qui renferme du chlorhydrate de zinc et une portion du sulfate de soude. On soumet cette liqueur à l'action de la chaleur et par une évaporation et un refroidissement on fait cristalliser le sulfate de soude qu'on ajoute à la première levée de cristaux. Enfin, on lave le sulfate produit avec une solution chaude et saturée de sel commun pour en séparer tout le chlorhydrate de zinc qui pourrait encore être mêlé ou adhérent au sulfate.

Dans cette opération, il ne s'échappe pas d'acide chlorhydrique en vapeur et les ouvriers n'éprouvent aucune incommodité.

La solution de chlorhydrate de zinc est ensuite décomposée par un réactif quelconque pour en séparer l'oxide de ce métal. La chaux est la substance qui, suivant M. Barratt, opère avec le plus d'économie. 64 parties de zinc en dissolution exigent, pour effectuer la décomposition, environ 56 parties de chaux de bonne qualité, réduite à l'état de lait, en la mélangeant avec de l'eau. Si, après cette addition, les papiers réactifs indiquaient encore un excès d'acide, on augmenterait la dose de chaux jusqu'à neutralité parfaite.

L'oxide de zinc, ainsi précipité, est lavé avec une grande quantité d'eau, pour le débarrasser autant que possible du chlorhydrate de calcium; puis on en fait usage, au lieu de zinc métallique, pour décomposer de nouvelles proportions de sel marin; seulement il faut faire attention qu'à chaque opération subséquente il convient d'ajouter un peu de zinc à l'oxide, à cause des pertes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inévitables qu'on éprouve dans les manipulations.

D'après M. Barratt, on peut faire usage de la calamine et de la blende au lieu de zinc métallique et d'oxide de zinc, obtenu ainsi qu'il a été dit, mais on ne réussit jamais aussi bien dans les mêmes circonstances.

VII. Nous rappellerons enfin que M. Balard, professeur de chimie à Montpellier, auquel on doit la découverte du brôme, a pris, en juillet 1837, un brevet d'invention pour un procédé propre à extraire le sulfate de soude des eaux de la mer; mais ce procédé n'ayant pas été rendu public, nous ne pouvons en publier les détails que nous ignorons.

Fabrication des chlorures de chaux ou de soude, et de l'acide sulfurique.

Par M. W. Maugham, chimiste.

Dans la fabrication ordinaire des chlorures de chaux ou de soude, avec le chlorhydrate de cette dernière base ou sel commun, on sait qu'on sacrifie en grande partie la soude pour se procurer l'acide chlorhydrique qui doit fournir le chlore dont on a besoin; d'un autre côté, on sait aussi que, dans les manufactures de carbonate de soude qu'on extrait du chlorhydrate de cette base, on laisse perdre souvent l'acide chlorhydrique qui s'échappe alors dans l'atmosphère. M. Maugham s'est proposé de fabriquer des chlorures de chaux ou de soude avec l'acide chlorhydrique dégagé dans la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique. Dans le procédé de fabrication du carbonate de soude au moyen du sulfate de cette base, le même chimiste indique aussi un procédé de son invention pour convertir le gaz sulfhydrique, qui se dégage en abondance dans certaines opérations chimiques en acide sulfurique.

Afin de comprendre la manière dont l'auteur opère, il faut jeter un coup d'œil sur la planche XII, où ses appareils sont représentés.

La fig. 1re est la coupe verticale de l'un de ses appareils, dans laquelle A indique un tuyau communiquant avec les cornues, cylindres ou vases dans lesquels l'acide chlorhydrique gazeux se dégage d'un mélange de sel marin et d'acide sulfurique, comme dans le procédé ordinaire pour fabriquer le sulfate de soude. Ce tuyau A pénètre dans un cylindre en fer ou autre matière B C, qui, après avoir été rempli avec du peroxide de manganèse brisé en fragments de grosseur convenable, est fermé et luté avec soin à son extrémité supérieure.

On s'oppose à ce que le manganèse tombe au delà du point C, en interposant un diaphragme métallique perforé I. C'est dans le point où se trouve placé ce diaphragme I, que le cylindre B C se trouve uni à un autre cylindre D, qui pénètre avec jonction hermétique et imperméable aux gaz, dans le vase clos E F, sur le fond du quel se trouvent 2 à 3 trois centimètres d'eau *b b*, dont la hauteur est réglée par le tube recourbé S. Ce tube est disposé de telle façon que toute quantité d'eau qui surpasse le niveau indiqué s'écoule immédiatement.

L L est un autre tuyau inséré sur le fond supérieur du vase EF et qui par son autre extrémité communique avec la chambre M M. Cette chambre est partagée suivant toute sa longueur par deux ou trois diaphragmes de toile de platine indiqués par des lignes ponctuées, et il en part des tubes N N N en platine qui traversent un fourneau R R, où ils sont constamment maintenus à une chaleur rouge.

A leur autre extrémité, ces tubes débouchent dans une autre chambre sans diaphragme qui les met en communication avec le tube recourbé OO, dont l'autre extrémité ouverte plonge de 3 centimètres environ dans l'eau d'un vase clos P. De la partie supérieure de ce vase, part enfin un autre tube Q, qui communique avec un appareil ordinaire à saturer la chaux ou la soude avec du chlore.

K est un tube à robinet monté sur le cylindre BC, et qui établit une communication entre celui-ci et un réservoir quelconque d'eau; G G une enveloppe de métal, qui entoure le cylindre dans presque toute sa hauteur, et dans laquelle, au moyen des tubes H, H, circule de l'eau chaude qui entre par la partie supérieure de l'enveloppe, et en sort par la partie inférieure. Cette eau maintient le cylindre et ce qu'il contient à une température déterminée au-dessous du point d'ébullition.

L'appareil étant ainsi disposé, on ouvre en partie le robinet du tube K, pour faire arriver un filet léger et constant d'eau sur le peroxide de manganèse qu'on maintient ordinairement à une température d'environ 55° C., au moyen de l'eau qui circule dans l'enveloppe. Cette disposition et cette température ont pour but de s'opposer à la formation du protoxide de chlore qui se produit pendant l'opération, au-dessous de 55° C. Dans cet état, on fait arriver de l'acide chlorhydrique gazeux dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre B,C par le tube A. Cet acide traverse le manganèse humide et chauffé contenu dans ce cylindre, et se convertit en grande partie en chlore.

Ce gaz suit alors la direction indiquée par les flèches, traverse le fond perforé I, entre dans le cylindre D et est lavé dans l'eau du vase E,F, et s'en échappant en bulles par le tube L,L, traverse les diaphragmes de la chambre M,M, les tubes en platine N,N,N rougis au feu, où se brûle l'hydrogène libre qui aurait pu se former. Les diaphragmes en toile métalliques s'opposent à ce que cette combustion puisse se propager en arrière.

Après avoir traversé les tubes N, le gaz continue sa marche dans le tube O, où l'eau du vase P condense tout l'acide chlorhydrique qui aurait pu se former par la combustion dans le tube N, ou qui aurait traversé l'appareil sans être décomposé, et passe à l'état de chlore pur dans le tube Q, qui le conduit à l'appareil ordinaire pour saturer la chaux ou la soude.

On doit faire des dispositions pour recueillir les liquides qui s'écoulent du tube S, tube qui règle la pression qui doit régner dans l'appareil pendant l'opération, et s'oppose à l'accumulation des eaux qui pourraient s'écouler dans le cylindre par le tube K. Cette eau est imprégnée, en partie, de chlorhydrate de manganèse, formé par la dissolution du peroxide et de sa combinaison avec la portion de l'acide chlorhydrique gazeux qui, dans son passage a travers le manganèse humide, ne s'est pas convertie en chlore.

L'autre appareil proposé par M. Maugham, pour opérer la conversion du gaz sulfhydrique qui se dégage en abondance dans certaines opérations chimiques, en acide sulfurique, est représenté pl. XII, fig. 2, en coupe transverse verticale, et fig. 3, en coupe longitudinale.

A, B, C est une chambre close en forme de moufle et fermée à ses deux bouts. Cette chambre est traversée par les cylindres I, K, L, divisés à l'intérieur par une série de compartiments en diverses chambres M, M, M, etc., au nombre, par exemple, de huit pour chacun d'eux. De ces chambres partent des becs *b*, qui sont ainsi au nombre de 24 pour les trois cylindres, et de la partie inférieure, deux bouts de tubes *d* et *g*, qui débouchent les premiers dans des tuyaux N, N, et les seconds dans des tuyaux O, O, placés au-dessous de la moufle A, B, C.

Les tuyaux N, N, sont fermés par leur bout V, et par l'autre, ils communiquent avec un gazomètre contenant de l'air atmosphérique, ou mieux, du gaz oxigène, produit avec du peroxide de de manganèse; par conséquent, ils sont destinés a conduire dans chaque chambre M, par le bout de tube *d*, un courant d'air atmosphérique ou d'oxigène, suivant le cas.

De leur côté, les tuyaux O, O sont clos à leur extrémité W, et par l'autre ils conduisent, d'un récipient quelconque, le gaz sulfhydrique engendré, par les bouts de tubes *g* dans les chambres des tuyaux I, K, L.

Au-dessus des becs *b*, *b*, règne un tube de platine D, D, qui traverse la moufle A, B, C et sur lequel tous ces becs sont dirigés, de manière que leur flamme lèche et enveloppe complétement ce tube qui se trouve ainsi porté à la chaleur rouge. Une extrémité recourbée de ce tube D est en communication avec une ouverture pratiquée dans la partie haute de la moufle, tandis que l'autre est liée à un tuyau F, dont l'autre bout pénètre dans un vase de plomb G, contenant de l'eau. Ce vase porte un robinet H, pour évacuer le liquide qu'il contient. Dans la partie courbe du tube D est inséré un tube R, S, muni d'un robinet X, et dont l'autre extrémité débouche dans un des tuyaux N.

L'appareil étant ainsi disposé, le gaz sulfhydrique passe dans les tuyaux O, entre par les bouts de tube *g* dans les chambres M, où il se mélange à l'air ou à l'oxigène qui arrive des tuyaux N, par les bouts *d*, pour former ainsi un mélange inflammable, qui sort par les becs *b* où on l'allume, en enlevant la porte T qui ferme hermétiquement une ouverture pratiquée sur la moufle, et qu'on replace aussitôt après l'inflammation.

La quantité de gaz sulfhydrique, d'oxigène ou d'air, est réglée d'après les proportions nécessaires pour la combustion complète.

On peut, si on veut, mastiquer sur la porte T une lame de mica pour pouvoir observer la marche de la combustion.

Le principal produit de cette combustion est du gaz acide sulfureux, qui s'échappe par l'ouverture E dans le tube D, où il rencontre un courant d'air ou d'oxigène, lequel entre dans ce tube par le robinet X du tube R, S, et avec lequel il se mélange pour traverser le tube D, D, où, sous l'influence de la chaleur rouge, qu'y entretiennent les becs *b*, il se convertit en vapeur d'acide sulfurique, laquelle se rend dans le tube F où elle est condensée par l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renfermée dans le vase G et transformée en acide sulfurique liquide.

On a besoin d'une pression assez considérable pour forcer le gaz sulfhydrique à traverser les becs où il doit brûler. On fera donc bien de recueillir tout ce gaz, quelle que soit la source qui le produise, ainsi que l'oxigène nécessaire, dans des gazomètres semblables à ceux du gaz d'éclairage, puis de les conduire de ces réservoirs par des tuyaux de communication, dans les tuyaux O et N, d'où ils seront lancés dans les tuyaux I, K, L, où s'opère leur mélange.

Il est présumable que les appareils de M. Maugham n'ont pas encore reçu d'application, et que si on essayait de les établir, on rencontrerait des obstacles dans la pratique, et des difficultés qu'il ne paraît pas avoir entièrement prévues. Il est douteux aussi que ses appareils soient économiques et, pour ne citer qu'un seul cas, nous sommes convaincus qu'il y aurait fort peu d'avantage et peut-être de succès, à convertir l'acide sulfureux qu'il produit par la combustion du gaz sulfhydrique en acide sulfurique, par le moyen de l'oxigène. Il vaudrait beaucoup mieux, ce nous semble, le combiner à l'ordinaire avec du deutoxide d'azote, ou, ce qui serait plus simple, le lancer dans les chambres de plomb où se fabrique ordinairement l'acide sulfurique du commerce.

Perfectionnement dans la galvanoplastique,

Par M. Th. Spencer.

Dans la description que M. Spencer a donnée de son procédé de galvanoplastique (voy. p. 112), il avait annoncé qu'on devait considérer ce procédé comme incomplet, tant qu'on ne parviendrait pas à l'appliquer à la reproduction de modèles en argile, en bois, en plâtre, ainsi qu'aux gravures en bois, etc. Toutefois, pour remplir cette condition il se présentait une difficulté, puisque la précipitation galvanique exige toujours, pour avoir lieu, une surface métallique, et que par conséquent on ne pouvait étendre les applications à ces sortes d'objets.

L'auteur a bien eu recours, pour surmonter cette difficulté, au dorage et au bronzage des surfaces, et a même obtenu quelque succès dans ce genre, mais ce mode est incommode et dispendieux, et de plus, il enlève nécessairement aux originaux toute la pureté et la beauté de leurs contours.

Plus tard il a cherché à *métalliser* les surfaces en se servant de la plombagine, mais il n'a pas tardé à reconnaître que cette substance, indépendamment des défauts qui lui sont communs avec d'autres, se dépose parfois d'une manière fort irrégulière sur les surfaces.

Aujourd'hui il propose une méthode qui, selon lui, paraît être complétement à l'abri des objections qu'on pouvait élever contre les autres, et qui a l'avantage de laisser l'original dans le même état de beauté et de perfection qu'il était avant l'opération.

Voici comment on opère lorsqu'on désire obtenir une empreinte en cuivre d'un original en bois, en plâtre, en argile; en un mot, d'une surface non métallique quelconque.

Supposons que c'est un morceau de bois gravé qu'on désire métalliser, afin de pouvoir déposer du cuivre à sa surface. La première opération consiste à se procurer de l'alcool concentré qu'on verse dans un vase en verre muni d'un bouchon, et à y ajouter un morceau de phosphore. On place ce vase dans l'eau chaude, pendant quelques minutes, en le secouant de temps à autre. L'alcool prend ainsi 1/300e de son volume de phosphore, et l'on obtient ce que l'auteur appelle une solution alcoolique de phosphore.

La seconde opération consiste à préparer une solution faible de nitrate d'argent qu'on verse dans un plat, à y plonger la face gravée du bois et à l'y laisser pendant quelques secondes, afin que l'action capillaire fasse pénétrer la solution dans le bois.

Cette opération terminée, on verse une faible portion de la solution alcoolique de phosphore dans une capsule ou un verre de montre, et on place sur un bain de sable afin de la faire évaporer. On maintient alors le morceau de bois, la face gravée en dessous, sur la vapeur, et on voit s'opérer un changement immédiat; le nitrate d'argent se désoxide et donne lieu à un phosphure d'argent (1) qui permet au dépôt voltaïque de se former avec autant de rapidité et de certitude que sur l'argent et le cuivre les plus purs.

Le procédé tout entier peut être exécuté en quelques minutes et avec un plein succès; et on parvient à métalliser ainsi complétement la surface tant extérieure qu'intérieure de tous les moules tant de plâtre que de bois. Pour la vaporisation, si les objets sur les-

(1) Des expériences postérieures ont fait présumer à l'auteur qu'il se précipite de l'argent métallique, et qu'il y a formation d'acide phosphorique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quels on opère étaient d'un faible diamètre, on les fixerait au sommet intérieur d'une petite cloche en verre ou autre qu'on place ensuite au-dessus de la capsule qu'on a mise sur le bain de sable; on recueillerait ainsi la vapeur de phosphore et on l'empêcherait de se dissiper.

On peut se servir également d'une solution de phosphore dans l'éther, et faire usage de chlorides d'or ou de platine pour métalliser; le succès est aussi certain et le résultat le même qu'avec la solution alcoolique et le nitrate d'argent.

Nouvelle application de la galvanoplastique pour reproduire, dans le genre de la gravure au lavis, les peintures et les dessins.

Par M. le professeur Kobell de Munich.

L'heureuse application que M. Jacobi a su faire aux arts techniques de la précipitation galvanique du cuivre, m'a suggéré l'idée de rechercher s'il ne serait pas possible de reproduire les tableaux et les dessins dans le genre de la gravure au lavis, sur une planche de cuivre, et de tirer des épreuves avec celle-ci. Il était aisé de prévoir que si on parvenait à rendre conductrice une surface vernie, on formerait ainsi une couche cuivreuse d'une grande fidélité; mais les méthodes usitées pour peindre et vernir des surfaces unies et dans lesquelles on fait usage de substances grasses ou résineuses, s'opposaient à ce qu'on pût obtenir des couleurs ou des vernis conducteurs, et on conçoit qu'il n'est guère possible d'étendre au pinceau, sur ces surfaces, une couche de graphite ou d'autre substance analogue, sans détruire les demi-teintes et les nuances les plus délicates des images.

J'ai donc cherché, sans ce moyen, à recouvrir de cuivre une image peinte sur argent; j'ai pensé que c'était uniquement une question de temps que de recouvrir de cuivre les parties non conductrices, interrompues et entourées par celles qui le sont.

L'expérience a répondu à mon attente, et des dessins à la cire, au vernis, aux encres chimiques, etc., se sont recouverts ainsi de cuivre en très-peu de temps sans qu'on eût besoin de les rendre conducteurs. J'ai pu ainsi observer comment, au milieu d'une surface non conductrice qui recouvre complétement le fond, se fixaient des points cuivreux, et comment, par l'agrégation, ces points se réunissaient, pour former des lignes, des filets ou des traits. D'ailleurs, pour obtenir une planche suffisamment épaisse pour l'impression, il faut une période de quatre à cinq jours, et on voit qu'il est assez inutile de donner un pouvoir conducteur aux couleurs et vernis; les demi-teintes ou les nuances légères, c'est-à-dire les couches les moins épaisses, sont ordinairement déjà précipitées complétement dès le second jour; et s'il reste quelques points à découvert, on peut, pour hâter la terminaison de l'opération, les enduire de graphite minéral, bon conducteur, avec un pinceau, parce que, à cette époque, l'image ne saurait en éprouver aucun inconvénient; seulement, avant de faire cet enduit au pinceau, il faut sécher la planche avec du papier brouillard, afin qu'il ne s'étende pas.

La manière de préparer le dessin qu'on se propose de copier, est bien simple; il faut le peindre sur une planche d'argent ou de cuivre (1) avec une couleur ou un vernis semblable à celui dont se servent les peintres sur porcelaine, c'est-à-dire le vernis épais qui reste après l'évaporation lente de l'essence de térébenthine. On peut colorer ce vernis avec du peroxide de fer, dont on se sert aussi dans la peinture sur porcelaine. Un vernis très-convenable et qui sèche promptement, est celui qu'on prépare avec une solution de résine Dammara dans l'essence de térébenthine, et à laquelle on mélange du rouge de fer, du noir minéral ou toute autre couleur. Dans cette opération, il n'est pas nécessaire de surcharger ou d'empâter beaucoup, au contraire, plus le dessin est léger et délicat, mieux la planche de cuivre qui se forme le reproduit avec fidelité, et plus tôt il est terminé. Ce vernis doit du reste adhérer fortement sur la plaque après la dessiccation, autrement il pourrait se former dessous une couche mince cuivreuse, qu'on ne pourrait plus enlever qu'au moyen de l'acide nitrique.

Dans quelques-uns de mes essais, j'ai mélangé au vernis un peu de formiate d'argent, puis j'ai chauffé légèrement la plaque. De cette manière, quelques points conducteurs en argent sont restés libres à la surface, et ont favorisé la

(1) Quand on se sert du cuivre, on peut calquer ou poncer à la craie, puis passer sur les traits du calque une solution de sulfure de potassium au maximum de sulfuration, au moyen d'une plume très-fine. Les lignes noires qu'on produit ainsi sont enlevées ensuite avec de l'eau pendant qu'elles sont encore humides, et il reste sur le cuivre des traits déliés produits par une sorte de corrosion du métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précipitation ; mais, je le répète, cette addition n'est nullement nécessaire.

Pour précipiter le cuivre, on peut se servir de l'appareil de M. Jacobi (voy. p. 304), ou bien d'une auge en cuivre, avec un cadre en parchemin, comme M. Steinheil l'a établi d'après la méthode de M. Daniell, ou, enfin, de l'appareil décrit par M. Spencer (voy. p. 116 et 117).

L'emploi de l'appareil de M. Jacobi présente un inconvénient : c'est que les bords de la plaque, par suite de l'action continue, deviennent trop épais et qu'il s'y forme, dans les angles surtout, de gros bourrelets. Il ne donne pas non plus une épaisseur uniforme, si on n'a pas soin de retourner fréquemment la plaque, et il faut une certaine habitude pour éviter qu'il ne s'y forme des côtes ou des végétations.

Une auge en cuivre est plus commode, mais quand on en a fait usage pendant quelque temps, elle se charge d'une si grande quantité de cuivre précipité, qu'il devient indispensable, à cause des inégalités qu'elle présente alors, d'en renouveler le fond. D'ailleurs on voit que dans ce cas on précipite en pure perte, plus de cuivre que cela n'est nécessaire.

Un appareil dont je me suis servi avec avantage, consiste en un vase de verre ou de porcelaine, à fond plat et dont les parois ont de 54 à 80 millimètres de hauteur. Sur le fond de ce vase, on dépose une planche de cuivre, destinée à à servir de support, et à laquelle on soude à angle droit une lame de même métal, de 40 millimètres de largeur. Cette lame est, sa partie supérieure excepté, isolée avec de la cire.

Cette plaque-support doit présenter assez d'étendue pour dépasser tout au tour celle qui est peinte et qu'on dépose dessus, de 12 à 14 millimètres. J'avais, dans l'origine, soudé la lame conductrice à la plaque peinte elle-même, mais les bords se sont ainsi trouvés bulleux et boursoufflés, inconvénient qu'on évite par la disposition dont il vient d'être question.

Au-dessus des plaques superposées se trouve placé, sur des pieds de 7 millimètres de hauteur, un cadre sur lequel est tendu un parchemin, c'est-à-dire un tambour, sur lequel on pose une plaque de zinc amalgamé, qu'on tient à distance du parchemin par quelques petits disques ou tubes de verre qu'on interpose. Pour établir la communication, je me sers d'une plaque de cuivre soudée à une lame de même métal, de 40 millimètres de largeur, et qui est un peu plus petite que la plaque de zinc et repose sur elle. La lame plonge soit dans une gouttière remplie de mercure, pratiquée dans celle soudée à la plaque-support du fonds, ou bien elle se trouve en communication avec celle-ci, au moyen d'un crampon à vis. Quand on emploie le mercure pour établir la communication, il faut prendre quelque précaution, attendu que lorsqu'il en tombe quelques particules sur la plaque-support, ce qui peut aisément arriver quand on soulève l'appareil et qu'on replonge, il se forme un amalgame de cuivre qui met cette plaque hors de service.

On peut, au lieu de ces lames de communication, se servir de fils métalliques, mais cette substitution présente peu d'avantage, attendu que la précipitation marche bien plus lentement.

On remplit le vase en verre jusqu'à ce que le cadre se trouve immergé avec une dissolution concentrée de vitriol bleu, et on verse sur une épaisseur de quelques millimètres de l'acide sulfurique, étendu sur la plaque de zinc. Pour alimenter la faculté de précipitation de la liqueur, on place tout autour de la plaque-support des cristaux de vitriol. On change aussi la liqueur de temps à autre et on remplace la plaque de zinc qui a été fortement attaquée par une nouvelle. Il faut également avoir soin de gratter et enlever les petits dépôts de cuivre qui peuvent s'être formés sur le parchemin, et s'ils se multipliaient, remplacer le cadre par un nouveau. Au reste, au lieu d'un tambour ou peut très-bien employer une à auge en argile cuite à moitié, qui laisse infiltrer les liquides, mais par ce moyen la précipitation n'est pas aussi rapide.

En observant les règles prescrites, je suis parvenu à obtenir, dans un espace de quatre à six jours, des plaques de 1 décimètre quarré de surface, sur une épaisseur de plus de 3 millimètres et ne présentant pas d'inégalité bien marquée. Lorsque ces plaques ont été obtenues, je les ai enlevées de l'appareil, je les ai séchées au papier brouillard, j'en ai uni le dos à la lime, puis je les ai remises dans l'appareil pour en augmenter l'épaisseur.

Parfois j'en ai enduit quelques points avec de la cire, afin d'amener à la même hauteur que les autres, les endroits qui présentaient des dépressions ; puis j'ai uni la plaque à la lime. Dans tous les cas il est toujours utile d'examiner de temps à autre la formation de la plaque, surtout, relativement à ses bords, et d'amener, par le changement de place, le bord le plus mince dans les endroits où se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manifeste une précipitation plus rapide. Une solution qu'on tient dans un état constant de saturation, est une condition indispensable pour obtenir une prompte et belle précipitation. Les bulles d'air, qui peuvent, par suite de cette précipitation, adhérer à la surface de la planche, doivent être enlevées avec un pinceau très-doux. Le procédé, au reste, n'exige un peu d'attention qu'au commencement et jusqu'à ce que la gravure se soit formée.

Lorsque le cuivre précipité a l'épaisseur suffisante, on lime les bords des plaques avec précaution et on les sépare aisément l'une de l'autre. On enlève avec de l'éther toutes les portions de vernis qui peuvent adhérer à la planche gravée qu'on a obtenue et qui est prête alors pour l'impression. Les épreuves ressemblent à des dessins au lavis et présentent toutes les demi-teintes qu'on a ménagées lors de la peinture.

Je crois que cette méthode mérite d'autant plus l'attention des artistes que chacun deux, sans avoir de connaissances dans l'art de la gravure, pourra multiplier ainsi par impression un dessin ou une image quelconque. On conçoit du reste qu'on peut, sur une semblable planche, employer encore le grattoir ou le burin, pour donner plus de vigueur aux traits ou produire des effets mieux déterminés.

Les frais de l'opération sont très-minimes, surtout si on a égard aux résultats qu'on obtient.

Note sur les appareils à cuire les sirops dans le vide.

Par M. Cody, de Strasbourg.

La raffinerie de sucre que je dirige au Vacken, dans la banlieue de Strasbourg, fait usage d'un appareil au vide bien connu aujourd'hui dans notre industrie sous le nom d'appareil de Roth, et dont je ne crois pas nécessaire par conséquent de donner la description. J'ai déjà monté et mis en train quatre de ces appareils dans divers établissements, et celui que je dirige dans ladite raffinerie est le cinquième. J'ai donc acquis, je crois, quelque expérience sur leur marche et sur la manière de les conduire, et c'est ce qui m'engage à soumettre aux raffineurs quelques observations sur un défaut qu'ils m'ont paru présenter.

En conduisant ces appareils, j'ai observé que pendant la cuisson il y avait constamment perte de sucre, quoique j'eusse eu soin de placer entre l'appareil et le condenseur un vase intermédiaire auquel les fabricants de ces appareils donnent le nom impropre de *vase de sûreté*, et qui est destiné d'abord à recevoir et à retenir le sucre visqueux ou fermenté en cas de montage, et ensuite, et particulièrement à s'opposer, au moyen d'une disposition intérieure, à la vitesse qu'acquiert la vapeur par la pression, et à lui permettre de déposer les gouttelettes de sucre en sirop qui jaillissent de la surface du liquide pendant la cuite ou l'ébullition rapide qui s'opère en ce moment.

En faisant usage de ce moyen, j'ai bien remédié en partie à l'inconvénient grave que je viens de signaler, mais non pas d'une manière assez complète pour éviter, dans une usine en activité, des pertes de sucre qu'il importe de ne pas faire ; et, comme en définitive, dans la raffinerie que je conduis c'est, non pas sur les bénéfices de la vente, mais sur le rendement en sucre que sont basés les fruits que je retire de mon travail, j'ai dû constater avec beaucoup de soin ce phénomène intéressant dans le raffinage du sucre au moyen des appareils au vide, qui n'a peut-être pas encore été suffisamment étudié, mais qui n'en est pas moins réel.

Par exemple, lors de l'inventaire que j'ai fait dernièrement, il m'a manqué près de 4 p. 0/0 de sucre en poids; et comme j'étais certain d'avoir bien opéré, et que d'ailleurs il ne m'était arrivé aucun accident fâcheux pendant tout le cours de cette campagne, je ne savais à quoi attribuer une perte aussi considérable. Ce n'était pas du reste la première fois que j'observais un déficit, et ceux que j'avais constatés à plusieurs reprises me préoccupaient depuis longtemps. J'étais donc extrêmement contrarié de ne pouvoir en découvrir la cause, lorsque l'idée me vint d'analyser les eaux du condenseur.

Ces eaux étaient limpides comme de l'eau distillée ; elles n'accusaient rien à l'aréomètre, et elles ne présentaient aucune saveur appréciable. Néanmoins, habitué à me défier de ces moyens d'épreuve, je me décidai à en faire évaporer 100 litres jusqu'à siccité, de manière à pouvoir analyser le résidu et le soumettre à un examen attentif. Ce résidu consistait en un caramel qui était à la vérité en bien petite quantité, mais suffisamment abondant pour me mettre sur la voie et pour me déterminer aussitôt à faire concentrer toute la masse d'eau provenant d'une cuite entière et contenue dans le condenseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette quantité d'eau, pour toute la cuite, s'élevait à 2,700 litres, qui, évaporés par les moyens ordinaires, ont fourni, en dernière analyse, 3 kilog. 794 gram. de sirop concentré au degré de cuite ordinaire, et représentant 2 kil. 940 gram. de sucre concret.

Dans notre raffinerie, où nous faisons environ 22 ou 23 cuites par jour, on éprouve donc un déficit de 66 kilog. environ par jour, 18 à 20,000 kilog. pour 300 jours de travail par an, c'est-à-dire une perte sèche de 20 à 22,000 fr. par année.

Voilà certainement l'origine du déficit que nous éprouvons dans nos cuites, et cette expérience a parfaitement constaté le vice de l'appareil à cuire dans le vide de M. Roth; mais j'en suis encore à rechercher le moyen le plus efficace à employer pour corriger ce défaut. Ce moyen me paraît en effet très-difficile à découvrir et à appliquer, car il faut savoir que j'ai constaté de la manière la plus authentique que ce n'est ni au montage des bas produits, ni aux gouttelettes qui jaillissent en l'air pendant la cuisson, qu'il convient d'attribuer cette imprégnation de sucre des eaux du condenseur.

Peut-être me sera-t-il permis de faire connaître mon opinion, basée du reste sur les faits, dans une question qui me paraît avoir une haute importance pour les raffineurs, quoique je n'aie nullement la prétention de l'avoir résolue.

En thèse générale, et suivant les observations des chimistes et des physiciens, il est constant que le sucre est un corps fixe et qui ne s'évapore pas à l'air libre à des températures renfermées dans l'étendue des échelles thermométriques ordinaires; mais, suivant moi, il n'en est pas de même dans le vide, surtout quand il y a élévation de température, et c'est un fait que j'ai cherché à constater directement comme il suit :

J'ai fait placer plusieurs lunettes en regard sur la calotte supérieure ou dôme d'un appareil à cuire dans le vide; devant l'une de ces lunettes j'ai placé une lampe, et j'ai regardé par la lunette opposée, de manière à pouvoir observer tout ce qui se passait dans la cuite. Alors j'ai remarqué qu'il se forme à la surface de cette cuite par la rapidité de l'ébullition, et qu'il se répand dans toute la capacité intérieure de l'appareil une sorte de brouillard qui persiste pendant tout le temps de la cuisson, et qui est saturé de sucre, ainsi qu'on pourrait en produire un semblable en faisant passer du sucre réduit en poudre impalpable à travers un tamis extrêmement fin.

Ce brouillard, très-raréfié et sous l'influence du vide ainsi que de la vapeur d'eau qui s'élève du liquide, s'élance avec une incalculable rapidité dans le condenseur, et est entraîné lui-même par le courant dans ce vase où il se précipite avec la vapeur dans l'eau qu'il contient.

A la suite d'expériences nombreuses, j'ai observé que plus nous opérions sur des matières neuves et sur lesquelles l'ébullition est plus facile, et plus aussi nous perdions de sucre. J'ai remarqué aussi, comme on devait s'y attendre, que plus le vide est fort, et plus aussi le déficit est considérable.

Tous ces faits autorisent à croire que tous les appareils à cuire dans le vide, quelle que soit leur forme ou les perfectionnements qu'on prétend chaque jour y apporter, perdent tous du sucre en plus ou moins grande quantité, suivant la perfection du vide qu'ils établissent ou la qualité des matières qu'on soumet à la cuisson.

J'ai fait bien des efforts pour apporter un remède à ce défaut grave; mais je n'ai encore réussi qu'en partie, et encore ce moyen est-il si imparfait que je n'ose le publier. Dans tous les cas, j'ai pensé qu'il n'était pas inutile d'appeler l'attention des raffineurs sur ce point, afin de les engager à étudier la question, et d'en chercher une solution qui rendrait à ces usines une quantité très considérable de sucre perdu aujourd'hui par les appareils de concentration dans le vide, qui sont maintenant très-répandus en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Métier à fabriquer des étoffes de laine avec poil.

Par M. J.-C. Daniell.

L'inventeur s'est proposé dans l'établissement de ce métier de tisser des étoffes en laine et des draps présentant les mêmes qualités que les tissus ordinaires du même genre, mais offrant sur une de leurs faces ou à l'envers une couche épaisse de poils en laine ou autre matière qui n'a pas été tirée de la substance même du tissu et qu'on produit au moyen d'une trame additionnelle dont on passe alternativement des duites de part et d'autre et à des intervalles déterminés, et qui ne fait pas partie du corps, mais forme à sa surface un plan distinct et superposé. Cette trame additionnelle est unie à l'étoffe seulement par un certain nombre de fils alternatifs de la chaîne formant un liage, qui rentrent bientôt après dans le corps du tissu ; le nombre de ces fils, leur distance entre eux, l'ordre dans lequel il sont soulevés pouvant varier suivant l'espèce ou la qualité de l'étoffe qu'on se propose de produire.

Par exemple, si on suppose qu'on veuille tisser ainsi un drap ou étoffe foulée, on se servira des fils de chaîne et trame de même nature et finesse que pour un drap de même qualité foulé, lainé et tondu ; quant à la trame qui devra faire le poil, on choisira un fil qui renfermera deux et, dans quelques cas, trois fois autant de laine à longueur égale que le fil de trame du corps du drap, et on passera une duite de cette trame après chaque deux duites de trame ordinaire, et on liera cette chaîne par le soulèvement d'un des fils de cinq en cinq de la chaîne. Le drap ainsi tissé pourra ensuite être foulé, lainé et tondu comme à l'ordinaire, et présentera une de ses faces, la supérieure, par exemple, qui aura le même aspect que celle des étoffes du même genre, tandis que l'envers sera couvert d'une couche épaisse de poils qui serviront à le rendre plus chaud et plus propre à fournir des vêtements d'hiver : cette couche pourra être tondue plus ou moins longue, ce qui ne nuira en rien à la force du corps du drap, puisqu'elle ne provient pas de sa substance.

Dans ce mode de tissage le poil additionnel se trouvera par l'opération du foulage si bien uni et feutré avec le corps que celui-ci, en acquerra plus de force, et qu'on pourra tirer sans crainte ce poil de toute longueur. Ce drap, quoiqu'un peu plus épais que celui ordinaire fabriqué avec les mêmes matières, présentera cependant, assure-t-on, un aspect plus beau à l'endroit, et sera plus drapé, plus moelleux quoique ferme, attendu que le poil, entrant pour une très-faible portion dans le corps, et d'un côté seulement, l'empêchera de se surfouler.

Tout en conservant à ce drap une texture ferme, du moelleux et de la finesse à l'endroit, la trame qui forme le poil peut cependant être composée de matières assez grossières et à bon marché ; mais on peut y employer, si on veut aussi, des matières aussi fines que le corps, ou bien filer la trame additionnelle avec des poils de fourrures d'animaux tels que le lièvre, le castor, des poils plus grossiers, de la soie, etc.

Ce poil peut aussi être, si on désire, produit à l'endroit, mais dans ce cas il est nécessaire de faire un choix plus soigné des matières de la trame additionnelle suivant l'aspect ou la qualité qu'on veut donner à l'étoffe, et de prendre celle-ci plus ou moins grosse en raison de la densité ou épaisseur qu'on voudra donner au poil. Le métier sur lequel on exécute ce tissu ne diffère guère de celui employé ordinairement, si ce n'est par quelques pièces qui le rendent propre à faire usage de deux navettes, dans le cas seulement où la trame additionnelle est filée en matières plus grossières que le corps ou de différente nature ; en outre, il est monté avec le nombre de lisses suffisant pour opérer à la fois le tissage et le liage.

Les fils de chaîne qui forment ce liage peuvent, si on le juge nécessaire, être enroulés sur une ensouple distincte, et fournir ainsi une plus grande longueur pour suffire à l'emboi. Au moins c'est la disposition à laquelle l'auteur s'est arrêté dans la construction de son métier, à la description duquel nous allons passer.

Nous supposerons qu'il s'agit de fabriquer, par le moyen indiqué, une étoffe drapée présentant d'un côté un poil épais, indépendant du corps, et nous nous dispenserons de décrire dans nos figures certaines pièces communes à tous les métiers, pour nous attacher principalement à celles qui peuvent présenter des dispositions nouvelles. Le métier décrit est destiné à marcher en partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un moyen mécanique, excepté le lancé de l'une ou de l'autre navette qui s'opère à la main.

Pl. XII, fig. 18, élévation du métier vu par-devant.
fig. 19, coupe verticale du même métier.
fig. 20, plan du même.
fig. 21, disposition des lisses et des roues qui les font mouvoir.
fig. 22, détails des boîtes de la navette.

Dans toutes ces figures les mêmes lettres ou les mêmes chiffres désignent les mêmes objets.

La chaîne pour tisser ce drap est pliée sur deux ensouples A et B, fig. 19, dont l'une A contient les trois cinquièmes des fils de cette chaîne, et l'autre B les deux cinquièmes restant. Les fils qui partent de ces deux ensouples montent d'abord obliquement et dans l'ordre établi vers une barre horizontale C, d'où ils s'étendent horizontalement sur la largeur du métier en traversant les lisses D, au nombre de cinq, puis le peigne *a* du battant E, où, après avoir reçu les trames et avoir été battus, ils passent sur la poitrinière F, puis sur l'ensouple de l'ouvrage G.

Cette ensouple porte sur l'un de ses tourillons une poulie *g* sur laquelle s'enroule une corde *d* qui, au moyen de petites poulies de renvoi *e e e* et du poids *f* qui s'y trouve suspendu, tend constamment à faire tourner cette ensouple et à enrouler l'ouvrage. La poulie *g* porte une roue à rochet *h* et un cliquet qui permet de remonter le poids *f* quand il est au bas de sa course sans dérouler l'ensouple.

Chacune des ensouples A et B a une poulie *k*, *k*, sur un de ses tourillons, et sur cette poulie passe une courroie fixée d'un bout sur le bâti du métier, et de l'autre tendue par des leviers à poids *l*, *l*. Ces courroies sont destinées à donner à la chaîne la tension uniforme et convenable sur les deux ensouples.

Les fils de la chaîne sont partagés également entre les cinq lisses D, ceux qui partent de l'ensouple A sont passés dans les lisses 1, 4, 5, et ceux de l'ensouple B dans les lisses 2 et 3. Ces lisses sont manœuvrées par six marches H, H placées au-dessous, toutes mobiles sur une broche *m*, et liées par des cordes à cinq contremarches M et N (fig. 18). Chacune des six marches H porte cinq cordes, les unes liées aux contremarches M, et qui doivent abaisser les lisses, et les autres à celles N, pour les lever, au moyen de cordes *n*, des bricoteaux P, P, Q, Q et des ficelles *r*, *r* comme à l'ordinaire.

On voit dans les figures 18, 20 et 21 l'armure ou l'ordre dans lequel ces marches doivent être foulées à chaque passage de l'une des navettes. Par exemple, la marche 1 est liée par trois de ses cinq ficelles à trois contremarches M appartenant aux lisses 1, 2, 3, et par les deux autres à deux contremarches N qui appartiennent aux lisses 3 et 4. La marche 2 abaisse 3 contremarches M liées aux lisses 2, 3, 4, et relève deux contremarches F appartenant aux lisses 1 et 3. La marche 3 est liée à une seule contremarche N de la lisse 2 et à 4 contremarches M des lisses 1, 3, 4, 5. La marche 4 a trois contremarches M des lisses 1, 3, 5, et deux contremarches N des lisses 2 et 4; la marche 5 a trois contremarches M des lisses 2, 3, 4, et deux contremarches N des lisses 1 et 5; enfin la marche 6 a une contremarche M de la lisse 3, et quatre contremarches des lisses 1, 2, 4 et 5.

Les six marches H sont abaissées successivement par six mentonnets portés par quatre poulies R, R, R, R, fixées à la suite les unes des autres sur un arbre S, que fait tourner une roue dentée T, commandée par un pignon *t*, enfilé sur l'arbre V, à manivelles *v*, *v*. Ces manivelles, au moyen des bielles *w*, *w*, font manœuvrer le battant E avec la voie pour les navettes W, mais la roue T étant six fois plus nombrée que le pignon *t*, il s'ensuit que son arbre S ne fait qu'un tour lorsque l'on a fait successivement manœuvrer les six marches et passé six duites.

Les quatre poulies à mentonnet R sont placées entre les lisses 2, 4, 6 et 5, 3, 1; les deux moyennes portent un mentonnet sur chaque face pour abaisser les quatre lisses 4, 6, 5 et 3, et les deux extérieures un seulement pour les lisses 2 et 1; enfin ces mentonnets sont disposés sur leurs poulies pour abaisser les marches H l'une après l'autre et dans l'ordre numérique 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Le lancé se fait à la main par le moyen de la poignée X et de la corde *x*; mais il s'agit ici de mettre, comme il a été dit, deux navettes en activité, l'une pour la duite du fond, l'autre pour celle du poil; dans ce but, les boîtes 20, 20 de part et d'autre de la voie W, sont doubles ou divisées par le milieu en deux cellules ayant chacune leur taquet distinct avec sa tringle.

Lorsque les boîtes 20 sont dans la position indiquée dans la fig. 20, elles sont disposées pour passer une duite du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corps, attendu que la cellule de la navette qui porte la trame de cette partie du tissu se trouve devant la voie : on se sert alors de la poignée X et de la corde x pour passer et repasser cette duite pendant qu'on foule les marches 1 et 2, 4 et 5 pour former le corps; mais toutes les fois qu'on abaisse les marches 5 et 6 il faut lancer la seconde navette, ce qui s'opère au moyen de la poignée 22 et de la corde additionnelle 21.

Néanmoins, avant de lancer cette seconde navette, il faut amener ses cellules en avant du battant E et devant la voie W; pour cela les boîtes 20 sont montées d'équerre sur deux tringles ou guides 23, 23, fig. 22, sur lesquelles elles peuvent glisser en arrière pour présenter la navette de la trame du corps devant la voie, et en avant pour amener à cette position la navette du poil.

Les boîtes 20 sont portées en avant en même temps que le battant E et ramenées à leur place par des ressorts à boudin 24, fixés à la poitrinière F, toutes les fois que le battant E remonte après avoir serré la duite. Dans cette position on se trouve donc, après le mouvement, en position de passer la navette du corps; mais lorsqu'on veut passer la navette du poil, deux épées verticales 25 s'élèvent derrière ces boîtes et les empêchent de revenir en arrière avec le battant, de façon que les cellules de la navette du poil se trouvent vis à vis la voie, et qu'on peut passer une duite de cette trame. Ce passage a lieu pendant que le battant commence sa course rétrograde, et avant qu'il soit parvenu à ce terme les épées sont descendues et ont permis aux boîtes de revenir en arrière par l'effet des ressorts, et tout se trouve disposé pour passer de nouveau une duite du corps.

Les épées 25, pour monter ainsi derrière les boîtes des navettes, sont articulées par leurs extrémités inférieures dans des blocs 30, cloués au plancher, à des leviers 27, qui peuvent basculer sur leurs points d'appui 29, et sont eux-mêmes articulés ensemble à leur autre extrémité 28, de manière à être solidaires dans leurs mouvements. Cette extrémité 28 des leviers 27 est placée devant la pointe des marches H, et les marches 5 et 6 étant plus longues que les autres, accrochent ces leviers toutes les fois qu'on les foule, les font basculer, et par conséquent soulèvent les épées 25, qui font passer les boîtes à navettes de la position fig. 22 à celle fig. 20, pour passer la duite du poil. Aussitôt qu'on cesse de fouler la marche 5 ou 6, les leviers reprennent leur position et abaissent les épées, ce qui permet de chasser de nouveau la navette du corps, comme il a été dit précédemment.

Le métier est mis en mouvement par une courroie sans fin et une poulie Z, portée sur l'arbre V, et ayant sur le plat des griffes pour embrayer au moyen du levier z et de la barre y qui sert à la manœuvrer avec le pied sans que le tisserand se trouve obligé de se déranger de sa place.

L'exemple que nous venons de donner du montage de ce métier suffira pour en faire connaître la disposition et pour apprendre comment il conviendrait d'agir si on se proposait de fabriquer des tissus différents par ce même procédé, et faire varier les armures, mais présentant toujours sur une des faces un poil différent du corps, et qui, quoique lié avec lui, en est parfaitement distinct; nous nous dispenserons donc d'entrer dans d'autres détails qui n'apprendraient rien aux personnes versées dans la connaissance des procédés et des moyens variés qu'on emploie pour le tissage des étoffes.

Machine électro-magnétique;

par M. W.-H. Taylor de New-York.

Dans la plupart des machines électro-magnétiques qui ont été proposées jusqu'à présent, on a cherché à tirer tous ses moyens du renversement ou du changement de la polarité dont peuvent être susceptibles des masses de fer disposées comme des aimants électriques, de manière à leur faire alternativement attirer et repousser certains autres aimants électriques amenés successivement dans la sphère de leur influence, et à produire ainsi un mouvement continu de rotation.

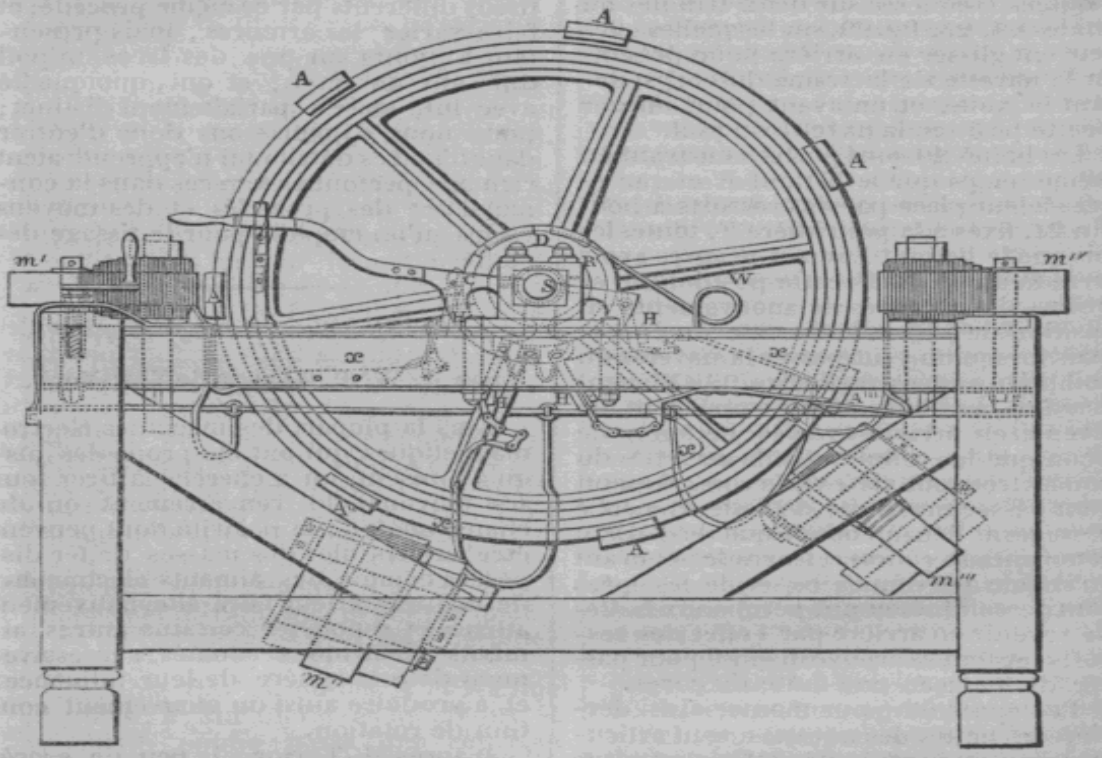
D'après M. Taylor, le peu de succès de toutes les tentatives faites dans cette direction provient de la difficulté, si ce n'est même de l'impossibilité de multiplier ou d'accumuler la force ou la puissance par ce moyen.

Au lieu de cela, M. Taylor emploie comme premiers moteurs une série d'aimants électriques qui sont, suivant lui, « alternativement et presque instantanément magnétisés et démagnétisés, sans qu'aucun changement de polarité quelconque ait lieu, et en amenant certaines autres masses de fer ou aimants électriques, successivement sous l'influence de ces premiers moteurs lorsqu'ils sont à l'état magnétique, puis démagnétisant ces premiers moteurs instantanément ou à peu près et aussi souvent que leur force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'attraction cesse d'opérer avec avantage. » Ou, pour s'exprimer d'une manière plus simple, son invention consiste, selon lui, « à faire naître et à interrompre un courant de fluide électrique en succession alterne, rapide et régulière dans une série d'aimants électriques, de façon à ce que ceux-ci agissent constamment et uniquement d'une manière attractive et positive ou avec une prépondérance telle d'attraction positive qu'ils exercent une force motrice uniforme sur un nombre quelconque de masses de fer ou d'aimants placés d'une façon convenable pour recevoir cette action. »

Les aimants électriques à travers lesquels le fluide électrique est transmis, peuvent être mis dans un état de rotation, tandis que les masses de fer, qui forment aussi des aimants électriques, sur lesquels s'exerce l'action, peuvent être stationnaires, et *vice versâ*. Dans la machine de M. Taylor, les aimants électriques sont stationnaires, et les masses de fer sur lesquelles ils agissent sont adaptées sur la périphérie d'une roue qui tourne.



Dans cette machine, dont on voit ci-contre la figure, m, m, m, m, sont quatre aimants électriques, d'égales dimensions, fixés sur un bâti convenable en bois. A, A, A... sont des pièces de fer doux, dites *armatures*, au nombre de sept, attachées ou encastrées sur la surface convexe de la roue, et à égale distance les unes des autres. Cette roue peut être en métal ou en bois; mais, si elle est en métal, sa surface doit être enveloppée d'un cercle de bois, ou avec quelque autre matière peu ou point conductrice, pour mettre les parties en métal à l'abri des influences magnétiques.

M. Taylor annonce qu'il vaut mieux que ces armatures ne soient encastrées que de la moitié de leur épaisseur dans la roue; il leu rdonne pour surface ou largeur et hauteur celle des extrémités polaires d'un des aimants électriques m, m, y compris l'intervalle qui sépare ces extrémités et une épaisseur égale à la moitié de leur hauteur. Les aimants sont fixés sur le bâti det elle sorte que quand la roue tourne, les armatures passent tout près des premiers, mais sans les toucher. La distance entre les points de centre de deux armatures adjacentes est égale à la somme des hauteurs des extrémités polaires de tous les aimants employés, de façon qu'à mesure que les aimants donnent successivement l'impulsion, celle-ci puisse commencer lorsque le bord ou arête d'une armature est opposé au bord d'un aimant, position dans laquelle cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

impulsion est à son maximum. Ces aimants sont également établis sur ce bâti d'une manière telle que quand le centre de l'un d'eux m' est opposé au centre d'une armature A, un autre aimant m'' doit avoir un de ses bords opposé au bord d'une autre armature A'', un troisième m''' son bord contraire opposé à un bord contraire d'une autre armature A''', tandis qu'un quatrième aimant m^{iv} se trouve directement à mi-chemin entre deux armatures consécutives.

D est un disque divisé en deux fois autant de parties qu'il y a d'armatures : chacune de ces parties est alternativement de cuivre et d'ivoire. On peut substituer à l'ivoire toute autre matière non conductrice. La surface occupée à la périphérie de ce disque par le cuivre est à celle de l'ivoire comme celle des armatures est à l'intervalle en bois qui les sépare. Ce disque est fixé par une clef sur l'arbre S et tourne avec lui.

H, H, H, H sont quatre marteaux de cuivre dont chacun est en communication avec l'extrémité du fil qui s'enroule autour d'un des pôles d'un des aimants électriques. L'extrémité du fil roulé sur l'autre pôle de chacun de ces aimants est unie par des vis ou soudée à un fil ou des fils x, x, x, x qui se rendent directement à l'un des pôles de la batterie. Ces marteaux H sont mobiles sur des pivots fixés sur une pièce C et pressés sur la périphérie du disque D par des ressorts. Ils sont placés à des distances telles que chacun d'eux commence respectivement et exactement à toucher la portion cuivre de ce disque, lorsque l'aimant auquel il est attaché est dans la position relativement aux armatures qui a été décrite au-dessus, et on observe qu'en adoptant les dispositions indiquées plus haut, lorsque le centre d'une armature quelconque est opposé à celui d'un aimant, le marteau qui lui correspond repose dans ce moment sur l'ivoire de la périphérie du disque, ce qui suspend le magnétisme, et permet à l'armature de passer librement pendant qu'une autre portion cuivre du disque s'avance sous un autre marteau, au moyen de quoi l'aimant suivant se charge à son tour et ainsi de suite successivement.

Pour produire un mouvement contraire dans la roue, la pièce demi-circulaire C, qui soutient les marteaux, est mobile à frottement dur sur son centre, et est manœuvrée avec une poignée, ainsi qu'on le voit dans la figure. Si on la relève ou l'abaisse, de façon que les marteaux soient éloignés d'un espace égal à la moitié de la surface convexe de l'une des parties cuivre du disque, les aimants sont chargés après que les armatures se sont trouvées opposées aux aimants, et il s'engendre une action contraire qui ne tarde pas à arrêter la roue. Mais si la pièce est manœuvrée de façon que les marteaux reculent d'une étendue égale à la surface d'une partie cuivre entière du disque, alors les aimants sont chargés et disposés à des intervalles convenables, comme auparavant, et il se produit un mouvement contraire dans la roue.

W est un fil de cuivre qui provient d'une des auges de la batterie, et presse par un ressort contre la partie interne en cuivre R du disque qui dans cet endroit forme saillie pour servir de point d'appui à ce fil.

Lorsque la machine est en activité, le courant électrique passe de la batterie par le fil W dans le cuivre du disque, puis le long du marteau qui se trouve en contact avec l'un des segments cuivre du disque, puis suit l'un des fils x, x qui le fait circuler autour des pôles de l'un des aimants et le conduit au pôle opposé de la batterie.

En modèle, la machine de M. Taylor a fonctionné, le mois dernier pendant quinze jours, dans un établissement public à Londres, où elle a servi à mettre en mouvement un tour, qui a fabriqué en présence d'un nombre considérable de spectateurs une foule d'objets en bois, en ivoire et en métal. La force de ce modèle était égale, dit-on, à celle d'un homme.

La batterie qui met cette machine en mouvement en est complétement distincte et peut être montée suivant un système quelconque. Toute la question consiste simplement à trouver une batterie qui ait un faible volume, une énergie suffisante, une force constante et dont l'emploi soit peu dispendieux, conditions que les progrès récents de l'électro-magnétisme permettent en grande partie de réaliser aujourd'hui.

En effet, on a annoncé récemment que M. Jacobi de Saint-Pétersbourg avait inventé une batterie de platine avec des dimensions si restreintes, que celle de la force d'un cheval n'occupe pas plus de place qu'un chapeau ordinaire. M. A. Smee vient également d'en faire connaître une de son invention qui paraît commode et fort économique ; et nous ne pouvons mieux faire que d'extraire de la description qu'en a donnée l'auteur quelques détails qui suffiront pour les personnes au fait de ce genre d'appareils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette batterie se compose de cuivre plaqué d'argent, de palladium ou de platine. L'argent peut être plaqué aussi mince qu'on le veut; l'instrument en devient ainsi plus économique. Chaque plaque de métal est d'abord placée dans de l'eau à laquelle on ajoute un peu d'acide sulfurique étendu et du nitro-muriate de platine. On établit ensuite un courant simple avec du zinc placé dans un tube poreux et de l'acide étendu; au bout d'un temps assez court, la plaque métallique est recouverte d'une belle poudre noire de platine métallique. Les frais de cette opération pour une plaque de 1 décimètre carré de surface, et pour les deux côtés, ne dépassent pas 50 c. Ce platine en poudre fine n'adhère pas solidement sur les surfaces métalliques lisses et unies, mais quand on les a rendues brutes et raboteuses, il s'y attache si solidement, qu'on ne peut plus l'en détacher par le frottement. Par conséquent, lorsqu'on emploie l'argent ou le cuivre plaqué, il convient d'en frotter la surface avec un peu d'acide nitrique concentré, qui leur donne aussitôt un aspect dépoli. On lave ensuite à l'eau la plaque qui est alors en état d'être platinée.

Quant à l'arrangement des plaques ainsi préparées, il y a un grand nombre de dispositions possibles. On peut les disposer avec avantage comme dans une batterie ordinaire de Wollaston. Une batterie établie de cette manière, possédait plus de force que celle de M. Daniell. Quatre cellules contenant 3 décimètres carrés de surface dans chaque cellule, produisaient 44 centimètres cubes de gaz mélangés par minute, tandis que quatre cellules de M. Daniell, ou 4 décimètres carrés de métal, qui se trouvaient exposés dans chaque cellule, n'en dégageaient que 31 centimètres cubes dans le même temps.

Cette batterie possède beaucoup d'énergie pour élever la température des corps; elle chauffe un fil de platine ou d'acier, de la grosseur de ceux employés pour les cages d'oiseaux, et de 33 centimètres de longueur, au point de ne pouvoir le tenir à la main. Sa puissance magnétique n'est pas moins étonnante. Trois cellules ont soutenu l'armature d'un aimant à travers 43 épaisseurs de papier, 2 cellules à travers 52, et 1 seule cellule à travers 20. Enfin, on s'en est servi pour faire tourner avec une grande vitesse une machine électro-magnétique.

M. Smee a tenu en activité une de ses batteries pendant 48 heures consécutives, sans y faire le moindre changement soit dans le liquide, soit dans la disposition des plaques; et la diminution de son action a paru dépendre uniquement du défaut d'acide, puisqu'on lui a rendu instantanément son activité en versant un peu d'acide sulfurique concentré dans chaque cellule.

Quand on veut que la batterie possède une force constante pendant longtemps, il convient de séparer les métaux par un vase ou diaphragme poreux, en terre, ou, ce qui répond également bien au but, par un sac de papier épais dont les jonctions ont été faites à la gomme-laque dissoute dans l'alcool. Par ce moyen le sulfate de zinc est retenu sur le côté zinc de la batterie.

L'emploi de diaphragmes ou vases poreux paraît même à peu près superflu dans la plupart des cas, car l'auteur a trouvé qu'une batterie montée à la Wollaston, qui avait fonctionné 48 heures dans le même fluide, ne présentait pas de zinc déposé sur l'argent, quoique dans les 24 dernières heures le contact n'eût pas été interrompu un seul instant. Néanmoins on fera bien, pour les grandes batteries, de se servir de ces diaphragmes.

Quelle que soit la disposition qu'on adopte pour la batterie, plus le zinc sera rapproché du métal platiné, plus la force sera grande.

Le fluide excitateur qu'on emploie est l'eau mêlée à un huitième d'acide sulfurique en volume. Le zinc doit toujours être amalgamé, parce qu'on arrête ainsi, dans la batterie à la Wollaston, toute action locale; on n'a pas besoin de répéter l'amalgamation, parce qu'il n'y a pas de crainte de voir le cuivre précipité sur le zinc, ce qui arrive souvent pour le sulfate des batteries en cuivre.

Cette batterie ainsi construite est la plus petite, la moins embarrassante et la plus économique de toutes celles qu'on a établies jusqu'ici; elle peut rester dans l'acide pendant un temps quelconque, et ni le zinc amalgamé, ni l'argent platiné n'y éprouvent d'altération quelconque; on n'entend non plus aucun bruit; mais aussitôt qu'on rétablit la communication, le liquide, dans les cellules, se trouble; il entre en effervescence et produit tous les effets indiqués.

Machine électro-magnétique.

Par M. PATTERSON de New-York.

La machine électro-magnétique de M. Patterson de New-York, qui a été présentée à l'Académie des sciences de Paris,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressemble beaucoup à la précédente, et voici comment l'inventeur en fait connaître les avantages dans une note qu'il a bien voulu nous communiquer.

« Cette machine est entièrement nouvelle et basée sur les principes nouveaux que l'on doit à la science de l'électro-magnétisme, et qui ont permis à l'inventeur de produire une puissance mécanique, très-utile, et de la plus grande énergie.

» La machine consiste en une roue de 65 centimètres de diamètre dont l'axe est horizontal et supporté par un châssis. Le pourtour de cette roue est en bois; elle a 8 à 10 centimètres de largeur, et dans sa masse, on a encastré de distance en distance 10 masses de fer doux ou armatures, placées transversalement à mi-bois. Aux deux extrémités du châssis sont placés, d'une manière très-solide, des faisceaux de lames de fer doux repliés en fer à cheval et recouverts d'une hélice de fil de cuivre, convenablement isolée. Ces faisceaux sont mis en rapport avec une pile à auge ou toute autre.

» Le principe d'action qui distingue cette invention et lui donne une si grande supériorité sur toutes celles qui l'ont précédée, c'est l'emploi que fait M. Patterson, d'une série d'aimants électro-magnétiques, qui sont alternativement et presque instantanément magnétisés et démagnétisés *sans qu'aucun changement de polarité ait lieu*, ou, en d'autres mots, l'invention consiste dans l'application de la propriété que possède le fer doux, placé dans les conditions dont nous venons de parler, de recevoir et de perdre dans le temps très-court le pouvoir magnétique que la pile lui communique.

» La puissance électrique est empruntée à une pile composée de zinc amalgamé avec du mercure, et de feuilles ou plaques d'argent, recouvertes de platine par précipitation. Des feuilles de tôle de fer, recouvertes également par une précipitation de platine, peuvent remplacer le plaqué d'argent. Les éléments de cette pile plongent dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique dans la proportion de 9 parties d'eau sur 1 d'acide.

» Le résultat général des ingénieux procédés que nous avons décrits est très-frappant; rien n'est plus régulier que le mouvement imprimé à la roue (200 à 300 tours par minute). L'agent invisible peut être mis instantanément en action, et peut à l'instant cesser d'agir.

» La dépense qu'occasionne cette force motrice, comparée avec celle empruntée à la vapeur ou avec la force manuelle, est fort peu de chose; la solution employée est à bon marché. La consommation de zinc est lente, une plaque dure plusieurs semaines; cependant ce sont les seuls frais que la machine exige; par une disposition particulière que l'on a adoptée, il n'est pas nécessaire d'accroître la pile pour une augmentation du nombre des aimants.

» M. Patterson vient de recevoir de M. B.-B. Williams de New-York, une lettre datée 31 mai 1840, dans laquelle on lui annonce qu'on vient de terminer à New-York une machine de la force de deux chevaux; le poids de la machine et de la pile est ensemble de 450 kilog., on s'en sert maintenant pour faire marcher une presse typographique. Il ajoute qu'on vient aussi de mettre la dernière main à une machine d'une force suffisante pour faire naviguer un bateau de 20 mètres de long, à raison de 10 milles (16 kilomètres) à l'heure. Le bateau sera complet dans trois ou quatre semaines, et doit naviguer sur la rivière d'Hudson.

» En résumé, M. Patterson pense avoir établi ce fait, savoir : qu'il a trouvé une puissance inépuisable, peu dispendieuse, occupant peu d'espace, dégagée de tout danger, et capable, même dans son état présent, de faire marcher les machines les plus usuelles dans une foule d'industries, et dont la force s'accroît en proportion de la quantité ou de la grosseur des aimants. »

L'identité du principe qui sert de base à la machine électro-magnétique de M. Patterson, quand on la compare à celle de M. Taylor, la similitude presque complète dans sa disposition, ayant fait naître quelques doutes dans notre esprit, relativement à la priorité d'invention, M. Patterson s'est empressé de les lever en nous communiquant les renseignements suivants :

« C'est M. W.-H. Taylor qui est l'inventeur du principe qui sert de base aux deux machines; seulement, j'ai été son aide et son associé pendant deux années. Mais depuis, nous avons jugé à propos de séparer nos intérêts. M. Taylor et moi nous avons pris une patente en Amérique en janvier 1838, et nous l'avons cédée à une compagnie. C'est M. W.-C. Robertson de Londres qui, par l'entremise de M. Sloper, a pris un brevet en France; la date du dépôt est de septembre 1839, et il a été délivré, je crois, au commencement de mai 1840. Ce brevet est aujourd'hui ma propriété unique par suite d'un arrangement avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mon associé, M. Taylor, en date de janvier 1840. »

La machine de M. Patterson diffère de celle de M. Taylor, en ce qu'il n'y a que deux aimants et un seul marteau, qu'on peut placer à volonté de l'un ou de l'autre côté du disque, ainsi que dans quelques autres détails sans importance. On a pu la voir en activité à Paris, rue Hauteville, n° 3, où elle a fonctionné pendant quelques mois. Quelques spéculateurs ou mécaniciens se proposent, dit-on, de faire exécuter ici, en grand, des machines de ce genre, et d'établir des ateliers pour leur construction, et les livrer à l'industrie.

LOCOMOTIVES.

Essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles.

Par C.-E. JULLIEN, Ingénieur civil.

TROISIÈME PARTIE.

(Suite et fin.)

CHAPITRE IV. — ARTICLE 2.

Assemblage des parties composées, ou montage des machines.

Avant d'entrer dans les détails du montage, nous dirons quelques mots sur la confection du projet dont les principes doivent servir de base au travail de cette opération.

Ayant adopté un système de construction pour chacune des six parties qui, réunies, constituent une locomotive, la confection du projet réside dans la détermination exacte des dimensions et l'assemblage sur papier de ces diverses parties, afin d'être sûr que l'on n'a assigné à aucune des pièces composantes une des positions que devra occuper une autre pièce pendant le mouvement.

Si on fait les dessins de chaque pièce successivement en partant des roues, dans l'ordre que nous avons indiqué précédemment, il arrive à coup sûr que certaines pièces dont les dimensions sont invariables, se trouvent occuper les mêmes places que d'autres qui sont susceptibles de modifications, soit dans leur forme, soit dans leur position. Pour éviter cela il suffit de décomposer les pièces des machines en deux espèces : 1° Pièces invariables, indépendantes ; 2° Pièces variables, dépendantes des premières ; puis de dessiner séparément chacune des pièces invariables que l'on relie ensuite au moyen des pièces variables.

Pour trouver à laquelle de ces deux classes appartient chacune des pièces composantes, nous allons énumérer succinctement les fonctions et modes de détermination des dimensions des parties dans lesquelles elles figurent.

1° *Roues.* Le diamètre des roues étant donné, toutes leurs dimensions se trouvent déterminées et on peut les dessiner complétement. Or généralement, on ne connaît exactement que le diamètre des roues motrices, celui des petites étant déterminé par les dispositions ultérieures ; les roues se trouvent donc réparties dans les deux classes :

Roues motrices. . .	indépendantes.
Petites roues. . . .	dépendantes.

2° *Transmission du mouvement. Essieux.* Toutes les dimensions des essieux sont connues *à priori*, sauf la distance entre les manivelles de l'essieu coudé, distance déterminée par l'écartement des cylindres. Les essieux se divisent donc en :

Essieux des petites roues,	indépendants.
Essieu coudé.	dépendant.

Entretoises et guides. Les entretoises sont des pièces indépendantes, en tant que l'on n'a pas égard à la position des pompes sur les entretoises extrêmes. Or, comme la position de ces dernières n'est pas arbitraire et est assujettie à l'écartement des cylindres, il en résulte que les entretoises sont des pièces dépendantes ; quant aux guides, ce sont des pièces indépendantes.

Bielle, tête de tige et glissoirs, axe transversal et mouvement du piston de la pompe. Les trois premières sont indépendantes ; les deux dernières dépendent de l'écartement des entretoises et de la position de la pompe.

Mouvement du tiroir. La course du tiroir est inconnue tant que le cylindre n'est pas dessiné ; de là, toutes les dimensions de pièces qui servent à transmettre le mouvement de l'excentrique au tiroir sont inconnues ; le mouvement du tiroir est donc une partie dépendante.

3° *Cylindres à vapeur.* Le diamètre des cylindres étant donné, toutes leurs dimensions se trouvent déterminées. Or, le diamètre dépend, non-seulement de la largeur de la boîte à fumée, mais encore de la place occupée par les leviers d'excentrique entre les entretoises. Comme l'appareil des excentriques dépend lui-même des tiroirs qui font partie des cylindres, il y a un tâ-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tonnement à faire. Ce tâtonnement, fait une fois pour toutes, donne pour diamètre maximum des cylindres 0,55 du diamètre de la chaudière. Dans ce cas, l'écartement entre les axes varie entre moitié de la largeur de la voie et moitié de la largeur de la boîte à fumée, et se détermine en ayant égard à l'injection dans la cheminée et à la place des leviers d'excentriques entre les entretoises du milieu. Les cylindres sont donc des pièces indépendantes.

4° *Chaudière*. La chaudière est une partie dépendante en ce qui concerne la boîte à fumée, parce que la longueur de cette dernière et sa hauteur au-dessus de la partie cylindrique dépendent complétement des cylindres. Les autres parties sont indépendantes quand on connaît le diamètre de la partie cylindrique.

5° *Châssis*. Le châssis ne peut s'exécuter que quand le tout est mis en place, c'est dire assez que c'est une partie dépendante.

6° *Appareil de sûreté et d'alimentation*. Les pompes sont indépendantes si l'on ne considère que le corps et les clapets ; mais comme le corps est toujours fixé aux entretoises par une plaque de fonte coulée avec lui, et les chapelles des clapets assemblées différemment, suivant les positions des corps de pompes, il en résulte que toutes ces pièces sont dépendantes.

Les appareils de sûreté sont tous indépendants.

Si nous réunissons les différents résultats que nous venons d'obtenir, nous trouvons :

Pièces invariables ou indépendantes.	Pièces variables ou dépendantes.
Roues motrices.	Essieu coudé.
Essieux droits.	Entretoises.
Têtes de tige de pistons.	Mouvement des pompes.
Bielles.	Mouvement des tiroirs.
Glissoirs.	Chaudière.
Guides.	Châssis et les dépendances.
Cylindres à vapeur et leurs accessoires.	Appareils d'alimentation.
Appareils de sûreté.	

Pour exécuter un projet, on dessine d'abord tout ou partie des pièces invariables, et on suit la marche suivante pour les autres.

Après les roues motrices qui donnent la hauteur du plan du mouvement et la largeur exacte dont on peut disposer entre elles pour la transmission de ce dernier, viennent les cylindres à vapeur qui, donnant la course des tiroirs, permettent de déterminer la longueur du levier de ce dernier ainsi que celle du levier d'excentrique et la course de cette dernière, où tout le mouvement du tiroir, en ayant soin d'établir la ligne de dessous de la chaudière cylindrique d'après les dimensions de la boîte à vapeur. C'est l'épure que nous avons figurée, n° 7 (Planche X). On obtient ainsi la place des manivelles de l'essieu coudé, place déterminée, non-seulement par la distance nécessaire entre les cylindres pour le tuyau d'injection, mais encore par la largeur occupée entre les entretoises du milieu par les leviers et supports des tiroirs ; puis enfin le mouvement des pompes et les pompes elles-mêmes.

D'autre part, les cylindres donnant la longueur exacte de la boîte à fumée, on peut dessiner complétement la chaudière ; alors on a les figures 1, 2, 5, 6 de la planche XI.

La chaudière, représentée en élévation avec les roues motrices, comme dans les figures 8, 9 (planche XI), on y adapte le châssis et toutes les dépendances de ce dernier, dont font partie les mouvements des barres d'excentriques et de la détente. Enfin on termine par les chapelles et boulets des pompes alimentaires.

Dans le montage, la marche à suivre diffère peu de celle-ci, comme nous allons le voir.

L'emplacement du montage d'une locomotive se compose d'un chemin de fer à largeur variable, suivant la largeur de la voie de la locomotive à monter, régnant sur chaque côté d'une fosse de 1 mèt. de profondeur et d'une longueur d'au moins six mètres. Sur cette fosse se placent transversalement des poutres destinées à supporter la chaudière que l'on pose, en premier lieu, parfaitement de niveau. Cela fait, on trace dans les plaques de la boîte à fumée les entrées des cylindres et des stuffing-box des tiroirs ; ces entrées, qui pourraient se faire *à priori*, sont réservées de préférence pour le montage, parce qu'on peut avoir à craindre quelques variations dans la position rigoureuse de la boîte à fumée et dans les épaisseurs des fontes des cylindres. Il faut alors les opérer en perçant au foret à main une série de trous tout autour en dedans puis, en faisant sauter au bédanne les portions de fer restantes, et finissant au burin et à la lime.

Alors on pose les cylindres que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assemble seulement avec les plaques fortes par leurs brides intérieures ; on met les boîtes à vapeur, soit mastiquées, soit à portées, on les serre par leurs boulons, et on laisse libre ainsi tout le reste. Les cylindres posés, on met les entretoises, dont les cornières d'assemblage avec la chaudière ont été préalablement posées par le chaudronnier, et ont servi à déterminer l'axe horizontal du mouvement pour les cylindres. La pose des entretoises ne peut s'effectuer qu'après celle des cylindres, parce que ce sont ces derniers qui donnent leur position exacte ; car, bien qu'elles doivent être horizontales, il faut, autant que possible, les faire couper en deux parties égales par le plan du mouvement qui n'est connu qu'après la pose des cylindres. Les entretoises assemblées avec les cornières et fixées invariablement après la chaudière, on met les couvercles de devant des cylindres et passe les pistons avec leurs tiges ; on pose les guides non serrés, ainsi que les têtes, axes et glissoirs. Pour serrer les guides on met la tige du piston horizontale dans les deux positions extrêmes de la course de ce dernier, ce à quoi on parvient facilement, étant aidé, si l'on veut, par le chapeau du stuffing-box du couvercle.

Les guides serrés on pose les supports des arbres des tiroirs, en ayant bien soin de placer l'axe perpendiculaire à celui du cylindre et parallèle au plan du mouvement, deux conditions très-difficiles à remplir pratiquement, parce qu'il faut buriner et percer dans la fonte bien exactement. On arrive plus facilement au résultat en plaçant dans les supports l'arbre muni préalablement du levier du tiroir pour donner sa hauteur. Cela fait, on pose les tiroirs avec leurs tiges et douilles ; la tige, comme nous avons dit dans le chapitre précédent, n'est pas coupée de longueur, c'est au montage seulement que cette opération a lieu, en mettant le levier et le tiroir chacun dans leur position milieu.

Les tiroirs posés, on soulève la chaudière pour passer les roues motrices avec leur essieu. Cette opération, qui est d'abord toute simple, se résume dans l'établissement de l'axe de l'essieu coudé dans le plan du mouvement, ce à quoi on parvient assez difficilement malgré les lignes de repères dont on a sillonné les entretoises, la chaudière et l'essieu lui-même, parce qu'il faut d'abord placer cet essieu bien horizontal, puis soulever ou baisser petit à petit la chaudière horizontalement.

Quand ce travail est terminé, on procède au posage des excentriques et barres de ces dernières. C'est ici que l'on n'apporte jamais trop de soin ; aussi dirons-nous, risque à être contredits, que ce ne sont pas les monteurs, quelque habiles qu'ils soient, qui doivent déterminer la position des excentriques et la longueur des barres, mais bien l'ingénieur même qui a fait le projet. En effet, il est déjà très-difficile d'arriver à déterminer sur le papier, avec toutes les notions théoriques nécessaires, la position exacte des excentriques et la longueur de leurs barres ; qu'est-ce donc quand il faut faire cela dans l'espace? Le tâtonnement auquel se livrent les monteurs habituellement n'a pour résultat que de leur faire perdre un temps qui coûte cher sans donner de résultat satisfaisant.

Certainement, si nous ne considérions que les excentriques à V simples, en parlant ainsi, nous nous exposerions à ce qu'on nous prouvât le contraire de notre assertion, par ce qui se passe généralement. Mais, bien que nous conservions sur la pose de ces excentriques la même opinion que sur celles à double V, c'est principalement de ces dernières que nous voulons parler, parce qu'elles ont été jugées mauvaises dans certains cas, précisément parce qu'elles avaient été mal posées.

Pour monter l'excentrique double, on commence par poser le levier double sur l'arbre du tiroir, en se conformant aux principes que nous avons émis dans la deuxième partie, c'est-à-dire en plaçant les boutons aux points de contact des tangentes à leur arc de rotation menées par le centre de l'essieu coudé, ce à quoi on arrive au moyen d'une planche sur laquelle est tracée une ligne droite portant à ses extrémités deux échancrures dans lesquelles entrent, d'une part, l'essieu, de l'autre le bouton du levier. Le tiroir se trouve alors dans sa position milieu ; on pose l'excentrique, non à demeure, mais simplement serré, de manière que la ligne passant par les centres soit perpendiculaire à la tangente que l'on vient de mener, ce à quoi on parvient en coupant l'échancrure de l'essieu d'équerre avec la ligne tangente par une ligne passant par le centre. L'excentrique ainsi posé, on y adapte son cercle et la barre avec crochet prenant dans l'un des boutons non dérangé ; on détermine exactement la longueur de la barre, l'assemble au cercle, et alors on procède au posage réel de l'excentrique, en faisant passer l'échancrure de la planche, correspondant aux boutons, au centre de l'arbre du tiroir, ce qui fait décrire un petit angle à la ligne perpendiculaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'échancrure de l'essieu et indique précisément l'angle dont l'excentrique doit aussi avancer. Pendant toute cette opération, la manivelle de l'essieu a été conservée rigoureusement horizontale.

Comme on le voit, l'opération est simple, si on la conçoit; aussi pensons-nous qu'il ne sera pas toujours interdit aux monteurs de la pratiquer; mais avant cela, il faut la leur enseigner, parce qu'ils n'ont pas le temps de la chercher seuls, et par cela même s'en dispensent.

Les excentriques posés, on place les pompes et les chapelles des clapets. On place ensuite l'arbre du mouvement des excentriques ainsi que les supports quand ils doivent pendre après la chaudière. Ensuite viennent les petites roues et leurs essieux, qui sont immédiatement suivies du châssis que l'on pose par parties pour la facilité du passage sous les attaches qui servent à fixer la chaudière dessus. Après le châssis viennent les ressorts, pour lesquels on prend les précautions que nous avons indiquées dans le chapitre précédent, les appareils de sûreté, et enfin tous les accessoires qui ne constituent plus qu'un travail ordinaire mais fort long.

Un bon monteur, secondé d'un aide pour forage et burinage, et 4 manœuvres pour le transport, soulèvement et nettoyage des pièces, peut monter une locomotive pour largeur de voie $1^m,50$ en deux mois, dans un atelier où on ne construit que de cela, et où il n'y a pas à attendre après les pièces.

Deux mois, à raison de 25 jours par mois, font 50 jours ou :

			fr.	fr.
Monteur. . . .	50	×	10	= 500
Aide-monteur.	50	×	3.50	= 175.0
2 Manœuvres. .	100	×	2 ..	= 200
				875 fr.

Si nous ajoutons 125 fr. pour les faux frais divers du montage et l'usé des petits outils, nous aurons un total de 1,000 liv., non compris les frais généraux qui ont été portés sur le prix de revient des pièces fabriquées.

Pour largeur de voie $1^m,75$ on peut augmenter ces frais de 500 fr., parce que non-seulement le temps est plus long, mais le nombre des manœuvres est plus grand. A 2 mètres encore 500 fr., ce qui fait :

Largeur de voie.		
mèt.	mèt.	mèt.
1.50. . .	1.75. . .	2.0

Prix de revient :

	fr.	fr.	fr.
Du montage. .	1000. .	1500. .	2000

Prix de vente :

Du montage. .	1100. .	1650. .	2250

Nous avons trouvé plus haut pour prix de vente de machines non montées :

fr.	fr.	fr.
40446. .	55217. .	72043

Nous avons donc pour prix de vente réel des machines :

fr.	fr.	fr.
41546. .	56867. .	74243

et en nombres ronds au minimum :

fr.	fr.	fr.
41000. .	56000. .	74000

Comme vérification de ce résultat, nous avons les données du chapitre 3 sur les frais d'ouvriers d'administration, intérêts, etc., qui, à raison de 12 locomotives de 15,000 kil. par an, sont pour une seule :

1° *Frais d'ouvriers.*

Il y a 125 ouvriers et 88 manœuvres faisant un total de 213 ouvriers que l'on peut évaluer, malgré qu'il n'y ait pas d'élèves, à 2 fr. 40 c. par jour, comme nous avons trouvé, parce qu'il y a des absences dont nous ne tiendrons pas compte. Dans ce cas, la main-d'œuvre d'un mois de travail correspondant à la confection d'une locomotive est :

$$213 \times 25 \times 2^f.40 = 12800^f.$$

2° *Frais généraux.*

Les frais généraux par mois sont :

1° Administration. . $\frac{35000}{12} = 3000$ fr. net.

2° Intérêt du capital $\frac{700000}{5 \times 12} = 11700$

14700 fr.

D'où nous déduisons :

		fr.	fr.
Matières premières.	Fer ajusté.	5440..	2720
	Fonte ajustée. . .	2500..	625
	Cuivre ajusté. . .	200..	600
	Tôle de fer. . . .	3000..	3000
	Tôle de cuivre. .	2000..	6000
	Bois pour châssis.	800..	100
	Fournitures diverses.		305
Main-d'œuvre.			12800
Frais généraux.			14700
TOTAL.			41000

FIN.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouveaux moyens préservateurs contre les explosions des chaudières des machines à vapeur.

Par M. de Maupeou.

L'emploi de la vapeur, qui devient de jour en jour plus général, les dangers qu'il peut y avoir à manier, sans précaution, cet agent puissant et précieux, l'imperfection des moyens qui ont été proposés jusqu'ici pour nous préserver des accidents qu'il peut causer, enfin son application prochaine à une foule de services usuels et journaliers qui nous mettront à chaque instant du jour en rapport ou en contact avec des mécanismes où la vapeur servira d'agent moteur, sont autant de considérations qui doivent nous engager à accueillir avec reconnaissance et à étudier, avec tout le soin qu'un pareil sujet mérite, toutes les inventions qui ont pour but de prévenir un excès de tension dans les chaudières des machines, ainsi que les accidents désastreux qui en sont la conséquence.

C'est sous ces divers points de vue que nous nous empressons d'accueillir et de faire connaître des moyens nouveaux en ce genre, que nous devons à M. de Maupeou, déjà connu par l'invention d'une foule d'appareils ingénieux, et entre autres la belle machine à laver, nettoyer et purger les grains, qu'on voit dans l'entrepôt de la Villette; ces moyens ont pour but : l'un de prévenir un excès de tension à l'intérieur des machines à vapeur, et l'autre d'indiquer l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières. Tous deux sont d'une construction si simple, et le jeu et les fonctions en sont si faciles à saisir, que nous n'aurons pas besoin du secours des figures pour faire comprendre les uns et les autres.

I. L'appareil préservateur contre le développement d'un excès de tension à l'intérieur des chaudières est base sur le degré de ténacité du plomb, sur la ductilité de ce métal et sur la faculté qu'il possède de céder aisément et sûrement sous une épaisseur donnée à une pression déterminée. On conçoit en effet que si on adapte à une chaudière une plaque de plomb dont la ténacité est 1, tandis que celle du fer, toutes choses égales, est 85, et qu'on calcule son épaisseur et sa surface d'après la résistance qu'elle doit opposer, c'est-à-dire une demi-atmosphère pour la basse pression, et une atmosphère ou une et demie atmosphère pour la haute pression au-dessus de la tension à laquelle les chaudières doivent fonctionner, on conçoit, disons-nous, que lorsque la tension s'élèvera au point pour lequel la plaque a été calculée, établie et réglée, celle-ci cédera, et, en crevant ou se déchirant, ouvrira un passage à la vapeur qui s'en échappera en abondance.

On voit donc qu'on préviendra ainsi l'explosion de la chaudière, et que c'est l'excès même de tension qu'acquiert la vapeur qui met en jeu le mécanisme, car cette vapeur, à mesure que sa force élastique augmente, doit nécessairement passer par le degré auquel la plaque de plomb doit céder, et par conséquent crever celle-ci et faire disparaître le danger.

Une circonstance importante qui nous paraît également caractériser ce moyen préservatif, c'est que c'est la vapeur elle-même qui s'ouvre un passage, qui perce la plaque de la grandeur qui convient à sa tension et à son écoulement, et probablement proportionnellement au besoin qu'elle a de s'échapper. Ce caractère de l'appareil préservateur est une innovation qui nous paraît heureuse, car l'expérience ayant démontré que dans un grand nombre de cas les explosions ont eu lieu au moment même où l'on ouvrait à la main les conduits d'écoulement de la vapeur pour diminuer sa tension dans les chaudières, on peut dans ce phénomène, dont les causes sont encore ignorées, attribuer raisonnablement un rôle aux dimensions des ouvertures d'écoulement qui sont et demeurent fixes pour toutes les tensions dans une même chaudière, tandis que dans l'appareil de M. de Maupeou elles s'ouvrent, comme nous l'avons dit, par la vapeur elle-même proportionnellement à l'excès de force élastique que celle-ci a acquise.

Les plaques préservatrices sont en plomb pur. Leur surface et leur épaisseur se règlent aisément d'après les tensions et la température qu'elles doivent supporter. Elles ne présentent pas d'endroits faibles ou amaigris; au contraire, on leur donne autant qu'il est possible une épaisseur bien uniforme, et une homogénéité parfaite.

Le plomb, employé de cette manière, nous paraît avoir un grand avantage sur les plaques en métal fusible. D'abord, comme nous venons de le voir, l'ouverture d'écoulement qu'il laisse à la vapeur n'est pas fixe; ensuite la manière dont la plaque est disposée et dont nous allons donner plus bas une description sommaire, ne met pas cette plaque de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plomb en communication directe avec les parois de la chaudière, qui peuvent être plus chaudes ou plus froides que la vapeur qu'elles renferment, et ne la font céder qu'à la tension elle-même de la vapeur; enfin le plomb a une parfaite homogénéité, un point fixe de fusion, un degré bien nettement déterminé d'élasticité et de ductilité, toutes propriétés que ne possèdent pas les alliages fusibles, qui manquent généralement d'homogénéité, qui, après quelque temps de service, éprouvent des modifications que nous n'indiquerons pas ici, et qui changent leur état moléculaire, leur ductilité, ainsi que leur degré de fusion, déjouent ainsi les calculs et trompent les espérances qu'on avait basées sur leur emploi. D'ailleurs une rondelle fusible qui coûte assez cher, n'a presque pas de valeur quand elle est hors de service, tandis que le plomb conserve la plus grande partie de la sienne et qu'on ne perd presque que la façon, qui est ici infiniment peu de chose.

Voici maintenant comment M. de Maupeou a disposé l'appareil qui porte la plaque fusible de plomb. Sur une ouverture percée sur le sommet de la chaudière à vapeur est adapté par un de ses bouts un tube en forme de siphon renversé, et sur lequel est placé un robinet. Ce siphon, par son autre bout, se relève pour former une espèce de godet, dans lequel on place la plaque de plomb. Pour cela ce godet présente près de son bord interne une saillie sur laquelle s'appuie la plaque en plomb qu'on assujettit avec un anneau en fer dont l'arête inférieure interne est abattue pour ne pas couper le plomb, lorsqu'il se boursoufle sous l'influence de la pression de la vapeur, ou plutôt qui présente à sa surface concave et interne la forme d'une cloche tronquée. Sur l'anneau, on place un couvercle percé et à brides qu'on assujettit par des boulons à écrou. Pour monter l'appareil, on commence par verser de l'eau dans le godet jusqu'au-dessus de la saillie intérieure, on place la plaque de plomb sur celle-ci; on la recouvre de l'anneau et on assujettit le tout avec le couvercle. L'eau qui baigne la plaque est destinée à la maintenir à une température parfaitement égale dans toutes les parties. Si la chaudière était en activité, il faudrait d'abord fermer le robinet du siphon pour interrompre la communication avec l'intérieur de la chaudière, et le rouvrir ensuite pour la rétablir quand la plaque serait en place.

On comprend aisément le jeu de cet appareil. Quand la plaque communique avec l'intérieur de la chaudière, si la tension de celle-ci vient à s'élever jusqu'au point pour lequel l'épaisseur de cette plaque a été calculée, celle-ci cède et lui livre une issue qui fait disparaître le danger. Quand la vapeur est redescendue à la force élastique où elle doit fonctionner, on ferme le robinet du siphon, on remplit le godet d'eau, on met en place et on assujettit une nouvelle plaque, on ouvre le robinet du siphon et on met de nouveau la machine en activité. Tout cela s'exécute presque sans perte de temps et en arrêtant seulement quelques instants les fonctions de la machine.

M. de Maupeou a fait faire en notre présence deux expériences sur une chaudière qu'il a établie. Dans l'une d'elles, on s'est servi d'une plaque de 15 centimètres de diamètre et de 2/10 de millimètre d'épaisseur, et livrant passage à la vapeur à une 1/2 atmosphère au-dessus de la pression ordinaire. Dans l'autre expérience, on s'est servi d'une plaque de même diamètre sur 32/10 de millimètre d'épaisseur, et ne cédant qu'à une pression de 7 atmosphères.

Dans l'une comme dans l'autre, nous avons été frappés de la régularité avec laquelle les plaques crèvent au point précis et indiqué au manomètre pour lequel elles ont été établies, en s'arrondissant en mamelon avant de crever et de livrer passage à la vapeur.

Ces plaques de plomb, quoique la chaudière marche avec une parfaite régularité, ne peuvent pas, comme les rondelles fusibles, être laissées sur les chaudières jusqu'à ce qu'elles remplissent le but auquel on les destine, parce qu'au bout d'un certain temps, elles éprouvent par l'étirage ou plutôt par l'espèce d'emboutissage que leur fait éprouver la tension de la vapeur, un affaiblissement graduel qui est sans danger, puisque la vapeur s'ouvre seulement un passage avant la pression maximum pour laquelle la plaque avait été préparée, mais qui, à la longue, pourrait ouvrir même ce passage avant la pression où la machine doit fonctionner. Il faut donc, suivant l'inventeur, en mettre une nouvelle tous les deux ou trois jours. C'est un inconvénient, mais bien léger, si l'on songe à la rapidité avec laquelle s'opère ce renouvellement et à la faible valeur de la façon de chaque plaque qui est la seule chose qu'on perd.

II. Nous n'avons pas besoin d'exposer ici les conséquences de l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières, et tous ceux qui s'occupent de machines à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur savent très-bien que les efforts des constructeurs se sont appliqués d'un côté à alimenter régulièrement les chaudières de l'eau qui leur est nécessaire, au moyen d'appareils très-variés, ou d'indiquer, par des moyens sûrs et énergiques, aux chauffeurs et aux personnes intéressées, que l'eau est descendue au-dessous de son niveau et qu'il faut faire agir la pompe d'alimentation. C'est un appareil de ce dernier genre que propose M. de Maupeou, et qui est établi sur un principe tout aussi simple et qui fonctionne avec autant d'exactitude que le précédent.

Cet appareil, indicateur de l'abaissement du niveau de l'eau à l'intérieur des chaudières, se compose d'un flotteur en forme de lentille en bois recouverte en cuivre et convenablement équilibré par des moyens particuliers. A ce flotteur est attachée une tige glissant librement dans des guides et terminée à son extrémité par un cône tronqué. Cette extrémité est reçue dans un trou de même forme, percé dans une plaque montée sur une ouverture pratiquée dans la paroi de la chaudière, de manière à former une soupape conique renversée. Au-dessus de cette ouverture, est un sifflet dont on peut à volonté augmenter ou diminuer la lumière.

Tant que l'eau, dans la chaudière, est à son niveau, le flotteur, dont la ligne de flottaison se trouve abaissée à dessein, tend à remonter en soulevant sa tige et en fermant par conséquent, avec force, la soupape conique à l'extrémité. Mais aussitôt que l'eau s'abaisse, le flotteur, en s'abaissant lui-même, fait descendre sa tige qui ouvre la soupape conique, laquelle livre alors passage à la vapeur, qui, en traversant le sifflet, fait entendre un bruit perçant pour avertir le chauffeur qu'il y a pénurie d'eau. Celui-ci diminue alors la lumière du sifflet et injecte de l'eau dans la chaudière, tant qu'il y a encore sifflement; mais aussitôt que l'eau est remontée au niveau voulu, la soupape conique se ferme, le sifflet cesse de se faire entendre, et la machine peut fonctionner sans qu'il y ait rien à craindre.

Ce mécanisme ne contient pas de pièces compliquées; il n'exige que peu d'attention et est toujours prêt à fonctionner; seulement il faut avoir soin que la tige du flotteur glisse avec une extrême facilité dans ses guides, et même l'examiner toutes les fois qu'on vide et ouvre la chaudière, parce qu'il pourrait arriver, par suite des tumultes ou bouillonnements qui surviennent parfois dans les chaudières, que cette tige et ses guides, en se recouvrant de quelques incrustations, n'eussent pas alors un jeu aussi libre que l'exige l'appareil pour remplir complétement ses fonctions.

M. de Maupeou nous a rendu témoins à plusieurs reprises de la précision de cet appareil, et chaque fois qu'on a fait écouler une partie de l'eau de la chaudière et qu'on l'a fait descendre au-dessous de son niveau, ainsi que nous pouvions le constater par l'inspection de la jauge qui était sous nos yeux, nous avons entendu aussitôt le sifflet indiquer avec force cet abaissement, et continuer ce bruit jusqu'à ce qu'on eût rétabli ce niveau.

Les appareils préservateurs et indicateurs de M. de Maupeou, ont déjà été appliqués sur un bon nombre de machines à vapeur en activité dans des manufactures, des usines et des ateliers, et partout on en a été très-satisfait. Au moment où le gouvernement s'occupe avec sollicitude de préparer un règlement pour les machines à vapeur et où il a chargé l'Académie des sciences d'établir les bases scientifiques, et de recueillir les indications de la pratique sur cette importante matière, nous croyons que ce serait un devoir impérieux des commissaires de faire une série d'expériences avec ces appareils, de les soumettre à toutes les épreuves propres à établir leur mérite; et si, comme nous le supposons, ces épreuves en démontrent les avantages, de les recommander vivement à l'attention de l'autorité et de toutes les industries où l'on fait usage aujourd'hui de la puissance motrice de la vapeur. De même, les grandes lignes de communications que le gouvernement établit dans ce moment pour lier la France aux divers pays du globe, par le moyen des bateaux à vapeur; l'extension que cette navigation prend chaque jour, soit aux frais de l'état, soit à ceux des particuliers, doivent faire comprendre au ministre de la marine et aux savants ingénieurs chargés du service des constructions, combien des appareils aussi simples auraient d'intérêt pour les bâtiments à vapeur, et combien il importe d'en faire des essais décisifs et d'un puissant intérêt pour tout le monde.

(*Note communiquée par M. Ad. D'Avion, ingénieur civil.*)

Description des appareils de sûreté contre les explosions des machines à vapeur.

Par M. Chaussenot aîné.

Dans notre numéro de février, p. 227, nous avons reproduit l'excellent rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

port de M. Odolant Denos sur les appareils de sûreté contre les explosions des machines à vapeur, dont M. Chaussenot aîné est l'inventeur. Nous allons donner maintenant les figures nécessaires pour faciliter l'intelligence des formes et du mécanisme de ces appareils, sans toutefois entrer dans des explications détaillées que la lecture du rapport cité rend, à ce que nous pensons, inutiles.

La fig. 27, pl. XII, représente une chaudière à laquelle sont adaptés ces appareils préservateurs contre la haute tension de la vapeur et l'abaissement du niveau.

A, appareil, dit boîte de sûreté dans laquelle est renfermée la soupape perfectionnée. Au dehors de cette boîte sont deux soupapes semblables, mais d'une plus petite dimension et à la dispostiion du chauffeur.

B, appareil, dit flotteur-indicateur, montrant l'état du niveau d'eau sur un tableau portant des divisions, et dont l'indicateur reçoit le mouvement d'un fil métallique attaché au flotteur.

C, appareil, dit flotteur de sûreté, auquel est fixé un levier fonctionnant sur des pointes, et qui, lorsque le niveau d'eau s'abaisse au-dessous de la ligne YY, ouvre une soupape hémisphérique d'où la vapeur est lancée, soit devant la porte du foyer, soit à l'entrée du foyer, soit dans les carneaux en sens inverse (flèches au pointillé) du courant d'air (flèches au trait), après avoir averti préalablement par un sifflet que le niveau d'eau a dépassé les limites voulues.

Fig. 28, coupe sur la ligne DD de la chaudière, montrant l'indicateur, vue de face.

Fig. 29, vue en plan des trois appareils placés sur la chaudière et coupe du fourneau, montrant la direction dans les carneaux (flèches au pointillé) de la vapeur qui s'échappe de la soupape du flotteur de sûreté : cette coupe est prise suivant la ligne YY de la fig. 28.

Fig. 30, coupe verticale de la soupape perfectionnée, renfermée dans la boîte de sûreté, montrant la réduction à moins d'un millimètre du point de contact des deux parties de la soupape, ainsi que la ligne horizontale à laquelle correspondent les points d'appui et de rotation du levier, et le contact de la soupape avec sa tubulure, moyens auxquels sont dus, sans l'emploi de conducteurs et sans frottement, la possibilité de cette réduction, ainsi que l'extrême mobilité de cette soupape.

Fig. 31, coupe suivant la ligne BB (fig. 30) de la boîte de sûreté, montrant le système d'ajustement sur pointes du levier de la soupape, et celui en *d* des deux petites soupapes latérales *a*, construites sur le même principe.

Fig. 32, coupe verticale de la soupape du flotteur de sûreté, montrant la tubulure d'écoulement de la vapeur dans les carneaux et le sifflet qui la surmonte.

Fig. 33, chappe de suspension du flotteur de sûreté.

Fig. 34, chappe de suspension du flotteur-indicateur, vue de côté *a* et de face *b*.

Fig. 35, mode de construction de l'indicateur du niveau d'eau, appliqué aux chaudières servant à la navigation, vue de profil *a*, en coupe *b*, et de face *c*.

Dans ces dessins, les fig. 27, 28, 29, 35, représentent les objets à échelle d'un 60e, et les fig. 30, 31, 32, 33 et 34 au 18e, de leur grandeur naturelle.

Appareil nouveau pour les chemins de fer.

Par M. W.-J. Curtis.

On vient d'inventer en Angleterre un mécanisme propre à prendre et déposer en route des voyageurs sur les chemins de fer lorsque les convois marchent avec toute leur vitesse. Dans ce cas, on sait combien il serait dangereux de se hasarder à monter dans un wagon ou d'en descendre, et par conséquent c'était à diminuer momentanément la vitesse, non pas du convoi entier, mais d'un ou de plusieurs des wagons qui le composent, et qu'on destine à recevoir les nouveaux voyageurs ou à les déposer en route, que l'on a dû principalement s'appliquer. Ce mécanisme, patenté au nom de M. W.-J. Curtis, étant assez simple, nous espérons qu'on en comprendra aisément le jeu sans le secours d'une figure.

Sur l'essieu de devant d'un wagon est enfilé une grande poulie à gorge hélicoïde, sur laquelle s'enroule une corde de 100 mètres environ de longueur. Cette poulie tourne librement sur cet essieu ; mais on peut l'y rendre fixe ou folle à volonté, au moyen d'un embrayage manœuvré par un levier. Un des bouts de la corde est fixé sur cette poulie ; l'autre bout porte une amarre en fer qu'on jette sur un crochet fixé à l'arrière du wagon précédent : ce wagon emporte donc cette corde dans sa marche en traînant en même temps après lui le wagon en charge. Mais ce dernier, par le déroulement de la corde sur la poulie, qui est alors libre, se meut avec une vitesse différente de celui qui le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remorque, et d'autant moindre, qu'il se déroule moins de corde à chaque révolution.

Par exemple, si dans un temps donné le convoi s'est avancé de 15 mètres, et que dans le même temps la poulie ait déroulé 12 mètres de corde, il est évident que le wagon en charge n'aura marché qu'avec une vitesse de 3 mètres pendant ce même temps, ou que sa vitesse ne sera plus que le cinquième de celle du convoi : c'est dans cet instant que ce wagon prend les voyageurs ou des marchandises, et qu'on peut les déposer ou les décharger sans danger.

Lorsque toute la corde est déroulée, le wagon reprend la vitesse du convoi ; mais en manœuvrant le levier d'embrayage, et en rendant la poulie fixe sur l'essieu, la corde, par le mouvement de rotation de celui-ci, et par conséquent de la poulie, s'enroule sur la gorge de celle-ci. Le wagon se meut alors avec une vitesse supérieure à celle du train, et parcourt, dans un temps donné, un espace qui est la somme de celle que franchit le train et de la longueur de la corde enroulée. Bientôt il rattrape le train, et au moment où il vient à toucher le dernier wagon, une disposition très-simple désembraye le levier de la poulie et accroche à celui qui le précède le wagon en charge, qui marche alors avec la même vitesse que le train.

Ce mécanisme, dans l'exemple que nous venons de citer, a été appliqué à un wagon ; mais il pourrait de même l'être à la machine, au fourgon d'approvisionnement ; et, dans ce cas, la meilleure place qu'on pourrait lui donner, serait de le fixer sur l'extrémité prolongée des essieux et en dehors des roues. Dans ce cas, il pourrait servir à prendre en route et sans s'arrêter un convoi qui se trouverait placé sur des aiguilles le long du chemin de fer, et sans lui faire éprouver une secousse violente, ainsi que cela aurait lieu sans cette précaution.

On conçoit qu'on pourrait ainsi multiplier les stations sur les chemins de fer sans augmenter le temps du parcours entre les deux points extrêmes ; seulement il faudrait avoir soin d'établir dans le dernier wagon tous les voyageurs qui désirent descendre en route, et de tenir embarqués et tout prêts ceux qui doivent voyager dans le wagon qui va être enlevé par le convoi dans sa marche rapide.

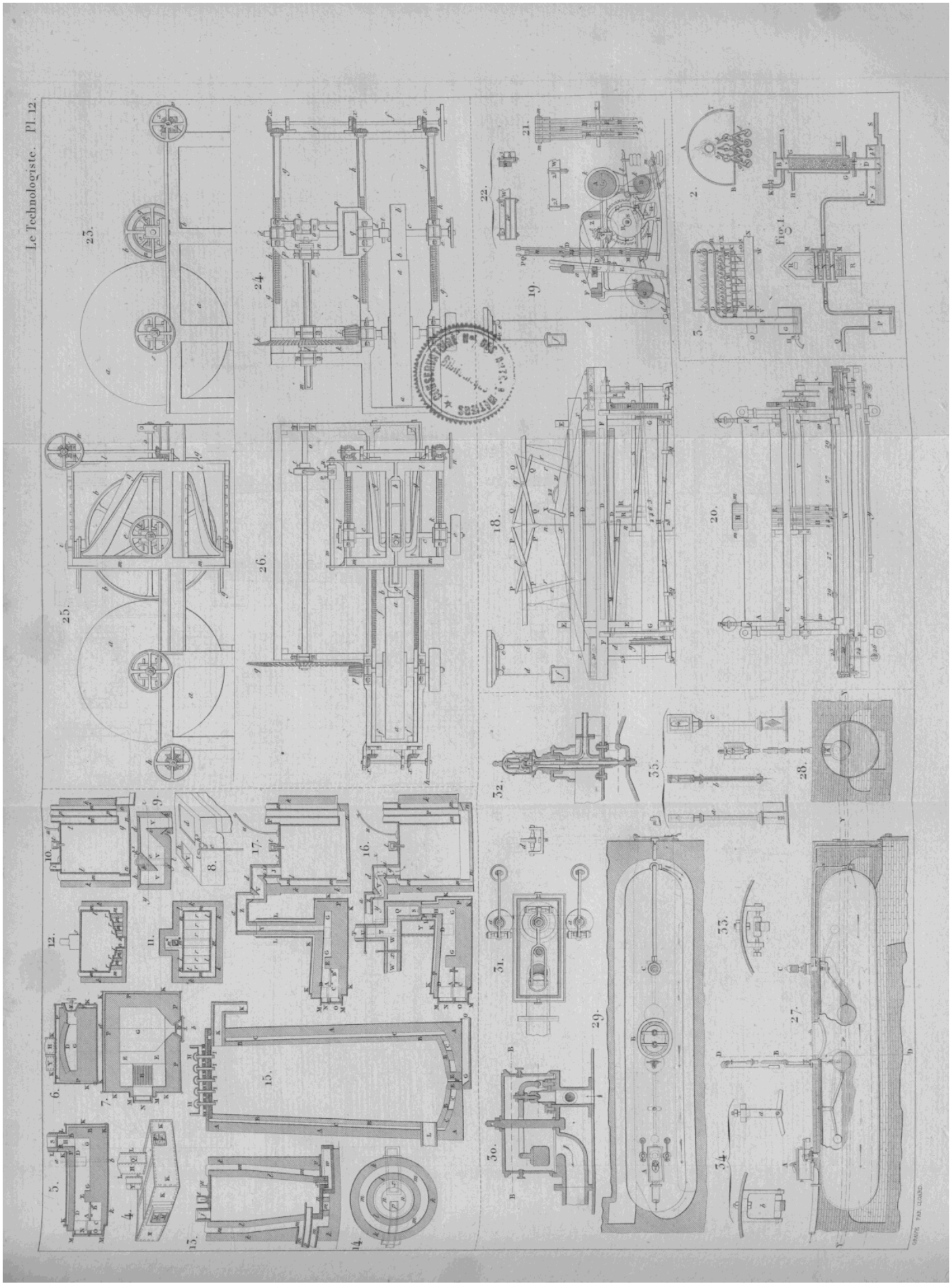
BIBLIOGRAPHIE.

Trois cents animalcules infusoires dessinés à l'aide du microscope.

Par M. Pritchard, de Londres, six planches gravées sur acier, accompagnées d'un texte extrait de l'ouvrage du même auteur, et publié par Charles Chevalier. Paris, 1859, in-8°. Prix, 3 fr., chez l'auteur, Palais-Royal, n° 163.

Nous avons eu occasion, dans notre numéro 6 (mars, p. 385), de présenter une analyse succincte du manuel complet du micrographe de M. Charles Chevalier, et de donner à cet excellent ouvrage les éloges qu'il mérite. En même temps nous avons insisté avec l'auteur sur la nécessité où l'on est de s'exercer à observer avec le microscope avant d'entreprendre, à l'aide de cet instrument, un travail de quelque importance. La brochure que publie M. Ch. Chevalier est principalement destinée à ces sortes d'exercices ; elle donne la figure très-grossie et l'aspect général des animaux les plus petits de la création, de ceux qui habitent par myriades dans une goutte d'eau, et reproduit avec fidélité un grand nombre de détails de leur organisation. Les planches, dessinées avec le plus grand soin par M. Pritchard de Londres, et coloriées, sont accompagnées d'un texte qui fait connaître le nom de ces animalcules, le rang que leur assignent les naturalistes dans les classifications, et en donne une description succincte. Cet ouvrage est le complément nécessaire du manuel du micrographe, et lorsqu'on aura observé avec soin les êtres infiniment petits qu'il représente, avec les principaux détails de leur organisation, on sera alors en état de faire par soi-même des observations nouvelles sur d'autres branches de la science ou dans les arts industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ANALYTIQUE

PAR ORDRE DE MATIÈRES.

I. ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

1. *Extraction, traitement, alliage, conservation des métaux.*

Pages.

Galvanisation du fer. 5
Gaz qui se dégagent des hauts fourneaux. *De Bunzen.* 8
Arsenic dans la fonte. *Wœhler.* . . . 49
Cémentation du fer par l'ammoniaque. 108
Perfectionnement dans la fabrication du fer. *W. Gossage.* 401
Notice sur la fonte alliée de cuivre. *Krilowski.* 513
Méthodes proposées récemment pour fabriquer le fer. *Mushet, Heath, Schæfhault, Clay, Crane, Beaudelot,* etc. . . . . 193 et 242
Fabrication de l'acier fondu à l'usine royale d'Uslar. *Werlisch.* 100
Acier de martelage. 146
Fabrication de l'acier fondu. *W. Wickers.* 402
Méthode très-simple de coupellation. *W. Mather.* 145
Nouveau traitement des minerais de plomb et d'antimoine. *Pattinson* et *Losh.* 146
Alliages de cuivre et de zinc. *Karsten.* 1
Purification du cuivre. *Thompson.* 2
Nouvelles combinaisons de l'étain. *Lampadius.* 5
Nouveaux alliages de zinc. 3
Nouveau mode de traitement du minerai et de l'oxide de zinc. *R. G. Dyar.* 247
Sur l'amalgamation américaine. *J. Prideaux.* 289
Procédé pour essayer l'or. *L. Thompson* 338
Procédé pour préserver de l'oxidation et colorer les métaux. 4
Méthode pour préserver les métaux de l'oxidation. *T. Dowling.* 49
Manuel complet des alliages métalliques. *A. Hervé.* 141
Cémentation et alliage des métaux pour les préserver de l'oxidation . . 147
Analyse d'un alliage. *D'Arcet.* . . . 337
Procédé électro-magnétique pour dorer l'argent et le laiton. *A. De la Rive.* 416
Sur la précipitation de l'or. *A. Morin.* 418

2. *Fourneaux, appareils, combustible, etc.*

Pages.

Combustible artificiel. *S. Geary.* . . . 71
Fourneaux et foyers marchant à l'anthracite. *J. Player.* 97
Appareil pour économiser le combustible dans l'évaporation des liquides et la génération de la vapeur. *J. Neville.* 99
Poêles calorifères portatifs. *V. Chevalier.* 214
De l'emploi de l'anthracite dans les foyers ordinaires des machines à vapeur et dans la navigation à la vapeur 248
Considérations sur l'emploi de la houille. *Landrin.* 252
Expériences sur l'anthracite employé comme combustible dans les foyers des machines à vapeur. *J. Parkes* et *C. Manby.* 403

3. *Porcelaine, faïence, verrerie, flint-glass.*

Nouveau procédé d'encastase de la porcelaine de M. J.-F. Regnier. *Al. Brongniart.* 58
Procédé de décoration de la porcelaine de D. Viscry. *Gaultier de Claubry.* 62
Faïences fines fabriquées avec des arkoses. 411
Procédés divers pour la préparation du verre blanc peu fusible, des verres colorés et des couleurs pour la gobeleterie. *Fontenay.* 9
Compositions pour la fabrication du flint-glass. *Clay* et *Smith.* 10
Disque très-grand de flint-glass. *Noms.* 139
Mémoire sur la fabrication du flint-glass. *Bontemps.* 256
Influence du charbon sur la coloration du verre. *Daguet.* 338
Pouvoir oxidant du verre sur les métaux et sur le défaut de transparence des anciens verres. *C. J. Knox.* . 339

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Expériences sur l'art de l'émailleur sur métaux. *Jordan*. 391-340-405

4. *Matières tinctoriales, blanchiment, teinture.*

Recherches physico-chimiques sur la teinture. *Chevreul* 254
Sur la composition immédiate de la laine et sur la théorie du désuintage. *Chevreul*. 412
Extraction des matières colorantes par pression et ascension. 13
Préparation artificielle du cachou brun. *H. Reinsch*. 14
Bois de teinture préparés par une machine. *Wallery*. 122
Acide polychromatique ou aloétique ; son emploi en teinture. *Boutin*. 216-349
Préparation de la dissolution d'étain. *Th. Leykauf*. 301
Examen d'une poudre tinctoriale animale, nommée *syria*. *Virey*. . . . 348
Sur quelques astringents employés dans la teinture. *Ed. Schwartz*. . . . 350
Matières colorantes nouvelles. *E. Solly*. 416
Travaux récents sur le polygonum tinctorium. *O. Hervy, J. Girardin* et *Preisser*. 467
Méthodes pour blanchir les fils de lin à toutes les époques de l'année. *W. H. de Kurrer*. 56
Appareils pour le blanchiment et le rinçage des fils ou des tissus de lin, chanvre et coton. *L. W. Wright*. 12-209
Teinture des étoffes de laine dites mérinos, et des laines filées. 108
Perfectionnement dans l'art de teindre et d'imprimer avec la garance. *Th. Leykauf*. 148
Procédé pour teindre en bleu clair avec le cyano-ferrure de potassium. *A. Stephan*. 353
Procédé de réserve dans la teinture des châles. *Klein* 520
Sur le vaporisage des étoffes. *Ed. Schwartz*. 351
Séchage à chaud des étoffes de coton. *A. Penot*. 352
Préparation du tournesol avec les lichens indigènes. *Cantu* 117
Préparation des drapeaux de tournesol. *N. Joly*. 353

5. *Acides, alcalis, sels, produits chimiques divers, savons, poudre, sucres.*

Nouveau composé d'acide sulfurique et d'oxide d'azote. *H. Rose*. 23
Acide sulfurique avec pyrites. *Neumann*. 72
Fabrication de la soude du commerce. *Gossage, Dyar, Heard, E. Samuel, Wilson, O. W. Barratt, Balard*. . . . . 514—561
Procédés pour utiliser les produits ou résidus des fabriques de soude par le sel marin. *W. Gossage*. 465
Perfectionnement dans la fabrication du bleu de Prusse. *Thompson*. . . 12
Fabrication du chlorate de potasse. *Pelouze*. 347
Mémoire sur les couperoses du commerce. *F. Preisser*. 198
Nouveau moyen chlorométrique. *Duflos*. 11
Essai du chlorure de chaux. *Fuchs*. . 347
Fabrication des chlorures de chaux ou de soude, et de l'acide sulfurique. *W. Maugham*. 566
Préparation de la dextrine à l'usage des manufactures. *Ed. Heuzé*. . . . 70
Essai des savons d'huile de coco. *Runge* 23
Examen analytique et comparatif des huiles fixes du commerce pour les arts et l'économie domestique. *Fauré*. 205
Sur l'huile de lin et le vernis à l'huile de lin. *J. Liebig*. 420
De l'huile de foie de morue. *L. Gmelin*. 423
Savon de ménage fabriqué sans feu. . 168
Savon hydrofuge. *Menotti*. 358
Procédé pour décolorer l'huile de palme et désinfecter les huiles de poisson. *Davidson*. 521
Propriété décapante d'un chlorure double de zinc et d'ammoniaque. *Golfier Besseyre*. 347
Du chlorure de zinc employé contre la pourriture. 355
Falsification de l'amidon. 72
Appareil à saccharifier la fécule. *Siemens*. 22
Mélange s'enflammant spontanément. 24
Moyen pour prévenir les explosions de la poudre. *Piobert*. 352
Recherches sur la richesse saccharine de diverses substances, et en particulier des betteraves. *Zenneck*. . . , 63
Description des moyens employés pour extraire le sucre brut de la betterave et le convertir en sucre raffiné sans le sortir de la forme. *Boucher*. . . . 474
Note sur les appareils à cuire les sirops dans le vide. *Cody*. 571

6. *Peaux et cuirs.*

Nouvelle méthode pour le débourrage des peaux destinées à la préparation des cuirs. *Bœtger*. 18
Inventions récentes pour le tannage des peaux. *W. H. Cox, M. Poole, Herepath, Vauquelin, Pelouze*. 200

7. *Typographie, lithographie, galvanoplastique.*

Alliage nouveau pour les caractères d'imprimerie. *Colson*. 117
Métallographie, ou notice sur la manière de tracer, de transporter, de graver et d'imprimer sur métal. *E. Knecht*. 356

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Pages.
Sur les pierres factices et les planches de zinc enduites d'une couche pierreuse. *Knecht*.	524
Perrotine lithographique. *Girardin*, *Perrot*.	525
Galvanoplastique, ou reproduction des planches gravées de cuivre par l'action voltaïque. *Jacobi* et *Th. Spencer*.	112
Procédé galvanoplastique. *Jacobi*.	302
Perfectionnement dans la galvanoplastique. *Th. Spencer*.	568
Nouvelle application de la galvanoplastique. *Kobbel*.	569
Carton photogénique. *A. Petzhold*.	112
Dessins sur papier photogénique. *Bayard*.	159
Nouveau procédé photogénique. *Schœffhault*.	159
Nouveau moyen pour obtenir des images photographiques. *C. Enzmann*.	213
Procédés photogéniques divers. *Bayard* et *Verignon*.	357
Note sur un papier impressionnable à la lumière, destiné à reproduire les dessins et les gravures. *Ed. Becquerel*.	422
Procédé pour déterminer à l'avance la durée de l'exposition des épreuves daguerriennes. *Soleil*.	423
Images photographiques sur papier argenté. *A. Raifé*.	423
Transport sur zinc et sur pierre des gravures sur cuivre. *Redman*.	523
Transport des images daguerriennes en planches gravées. *Donné*.	527
Manière de fixer les images daguerriennes. *Prechtl*, *Choiselat*.	528

8. *Arts agricoles et économiques.*

Mémoire sur la conservation des bois. *Bouchérie*.	475
Purification des résines extraites des arbres verts. *De Lambel*.	51
Expériences sur la fermentation alcoolique des grains. *A. Ure*.	153
Progrès de l'industrie vinicole dans le Wurtemberg.	24
Essai chimique des houblons suspects. *Kastner*.	68
Appareil pour la fermentation des bières. *P. Walker*.	307
Tabac de feuilles de betteraves.	24
Du mucilage des fucus et de l'emploi qu'on pourrait en faire. *S. Brown*.	118
Nouveau procédé de préparation du pain. *James*.	72
Pétrisseur mécanique. *Fontaine*.	311
Nouveau procédé pour fabriquer un pain économique. *Bourdon d'Aiguisy*.	359
Encre faite avec du pain. *Géné*.	120
Décoloration de l'encre. *Lavini*.	120
Encre de champignon. *Coxe*.	164
Fluides propres à remplacer l'encre. *H. Stephens*.	166
Manière d'enlever les taches de rouille sur le linge. *Runge*.	167
Appareil pour déboucher les bouteilles. *Th. Lund*.	164
Conservation de la glace. *Tudor*.	216
Emploi de la vapeur dans les incendies. *Picard*, *Colladon*, *Duchesne*.	316

9. *Éclairage.*

Perfectionnement apporté dans la fabrication du gaz d'éclairage. *J. Dickson* et *J. Ikin*.	15
Epurateurs à chaux sèche pour le gaz. *Hutchison*.	17
Contre-poids hydraulique pour les gazomètres. *Macrea*.	17
Revivification du charbon animal.	21
Distillation des schistes bitumineux. *A. Rivière*.	51
Gaz de marc de raisin. *Berhardt*.	96
Gaz de matières animales pour l'éclairage. *J. Seguin*.	155
Recherches expérimentales sur le prix de la lumière fournie par différentes lampes ou chandelles. *A. Ure*.	158
Sur le blanchiment de la bougie stéarique. *Tresca* et *Eboli*.	256
Eclairage oxioléique. *Gurney*.	305
Moyen d'obtenir un grand accroissement dans la quantité de lumière d'une lampe ordinaire d'Argand. *J. Herschel*.	358
Préparation et emploi du gaz électrolytique. *Hess* et *Jacobi*.	424
Eclairage à l'huile de schiste. *Selligue*.	520
Éclairage de Londres.	424

10. *Objets divers.*

Collage des feuilles de papier.	24
Ivoire artificiel. *Boaden*.	120
Sur la viscosité des liquides. *A. Ure*.	155
Peinture en miniature sur marbre.	161

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Pages.

1. *Mesure des forces motrices et organes moteurs.*

Force mécanique de l'homme. *Smeaton* et *J. Farrey*. 96
Expériences sur les roues à aubes courbes, dites à la Poncelet. *A. Morin*. 273
Expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical. *G. Piobert*, *A.-L. Tardy*. 273
Dispositions pour régulariser le mouvement des machines. *Combes*. . . . 313
Sur la dynamométrie. *A. Morin*. . . 313

2. *Chauffage.*

Emplois de l'anthracite. *J. Player*. . 79
Fourneau s'alimentant lui-même et à grille oscillante. *J. Oldham*. 135

3. *Machines à vapeur fixes, locomotives, électro-magnétiques, navigation à la vapeur, chemins de fer.*

Économie des machines à vapeur marchant par expansion. *J. Watt*. . . . 40
Comparaison entre les anciennes et les nouvelles machines à vapeur. . . . 42
Foyer fumivore pour les machines à vapeur. *Chanter*. 86
Jauge aréométrique, ou appareil d'évacuation pour prévenir les incrustations dans les chaudières à vapeur. *S. Seaward*. . . . . 43—90
Bâtiment à vapeur à vis d'Archimède. *Smith*. 43
Machine à vapeur concentrique. *Bunnet* et *Corpe*. 83
Soupape à vapeur belge. 89
Appareil de sûreté contre les explosions des machines à vapeur. *C. Evans*. 136
Pompe alimentaire pour les chaudières à vapeur. *J. Zambeau*. 136
Application du galvanoscope pour indiquer l'abaissement de niveau de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur. *C.-G. Page*. 189
Appareil de sûreté contre les explosions des chaudières à vapeur. *H.-B. Chaussenot*. . . . . 227—586
Nouveaux moyens préservateurs contre les explosions des machines à vapeur. *De Meaupeou*. . . . . 564.
Nouveau mode de construction des machines marchant avec détente de vapeur. *G. Dickenson*. 267
Diamètre et distance des tubes des chaudières dans les locomotives. *E. Buck* 43

Pages.

Locomotives ; essai sur un point de départ à adopter dans les perfectionnements dont elles sont susceptibles. *C.-E. Jullien*. . . 316-363-425-481-580
Sur les pertes d'eau liquide qui se font dans les machines à vapeur. *De Pambour*. 329
Expériences sur la vaporisation comparative du foyer et des tubes dans les chaudières des locomotives. *De Pambour*. 331
Sur les effets de la tuyère dans la production de vapeur des locomotives. *De Pambour*. 362
Machine électro-magnétique. *W. H. Taylor*. 575
—— *Id. Patterson*. 578
Rapport économique entre la force et le tonnage des navires à vapeur. *J.-S. Russel*. 89
Expériences faites sur le tremble qui a lieu dans les machines à basse pression des bâtiments à vapeur. *Barbotin*. 231
Expériences comparatives sur différentes espèces d'organes moteurs pour les bateaux à vapeur. *G. Rennie*. . 274
Roues à aubes amovibles pour les bâtiments à vapeur. *Aubert* 277
Emploi de l'argile dans les chaudières des bâtiments à vapeur. *Delassaux*. 279
Frégate à vapeur. 281
Bateau de sauvetage dans les bâtiments à vapeur. *Smith*. 335
Vitesses sur les chemins de fer. *G. De Pambour*. 45
Distribution des pentes sur les chemins de fer. *Séguin*. 45
Union des chemins de fer et des canaux. *J. Macneil*. 93
Résistance sur les chemins de fer. *Lardner*. 138
Sur les pentes adoptées sur les chemins de fer. *De Pambour*. 231
Largeur de la voie sur les chemins de fer. *De Pambour*. 232
Scie à couper les rails des chemins de fer. *J. Glyn*. 239
Appareil nouveau pour les chemins de fer. *N. Curtis*. 587
État de la vapeur aux États-Unis en 1838. 46

4. *Machines-outils, outils, petits mécanismes.*

Machine à tailler les pans des écrous et des têtes de boulons. *Haley*. . . . 25
Machines à fabriquer les vis à bois. *T.-M. Woodyat* et *S. Harrisson*. 27
Étau sans vis. *K. Karsmarsch* . . . 30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Polissoirs en gomme laque des Indiens. 39
Peson à mercure. . *J. Ericsson.* . . . 78
Poulie extensible. *Chapelle.* 124
Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique. *J. H. Ibettson.* 125-179-224 271-325-396.
Disque à coulisse spirale pour le tour et autres objets mécaniques. *J. White.* 185
Machine à mortaiser, rainer et planer les métaux. *J. Nasmith.* 220
Machine à tailler les vis. *J. Withworth.* 222
Sur la déformation des meules. *Mohr* et *Wagner.* 460
Machine à faire les assemblages à queue d'aronde. *Davis.* 463
Machines pour dresser à la meule les poulies, les roues, les cylindres, les tambours, etc. 508

5. *Métiers, machines et mécanismes pour les tissus, matières textiles diverses, papiers de tenture.*

Perfectionnement dans les métiers à tisser les rubans et autres tissus étroits. *P. Fairbain.* 31
Prix des machines anglaises à filer le lin. 36
Machine à préparer et nettoyer la laine. *J.-G. Worth.* 73
Machine à fabriquer les draps sans feutrage. 173
Modification apportée au métier à la Jacquart. *W. Webbe.* 74
Perfectionnements apportés dans les machines à étirer, boudiner, réunir et filer le coton. *J. Howarth.* . . . 121
Manuel complet de la soierie. *Al. Devilliers.* 140
Traité élémentaire de la filature du coton. *Oger.* 142
Perfectionnements apportés dans la construction des métiers mécaniques à tisser les étoffes de laine. *C. Fletcher.* 169
Métier à une seule marche pour les soieries. *J. Farley.* 172
Métier pour les tissus cotelés, cannelés et baracanés. *F. Jones* et *Th. Mellodew.* 217
Dispositions nouvelles dans les moulins à doubler et à retordre les soies. *W. Needham.* 219
Métier mécanique à la *Jacquart, Gilroy, W. Poole.* 261
Métier à fabriquer les étoffes de laine avec poil. *J. C. Daniell.* 573
Mécanisme pour perfectionner le tirage des soies. *T. Keller.* 361
Nouveau métier à tisser les rubans. *C. De Gannahl.* 481
Machine propre à l'impression à plusieurs couleurs des étoffes de coton et de laine. *Perrot.* 173

Pages.

Machine pour étendre, sécher et terminer l'apprêt des étoffes de coton. *T.-R. Bridson* et *W. Lathan* . . 34
Apprêt à chaud de la bonneterie d'estame. *W. Bates.* 38
Étoffe tissée avec l'ortie à feuilles blanches. *St. Jullien.* 463
Du caoutchouc appliqué à la bonneterie. 399
Manuel complet de la broderie. *Celnart.* 464
Machine à imprimer les papiers de tenture. *W. Palmer.* 266
Fabrication et impression accélérée des papiers de tenture. *J. Crams.* . . 335

6. *Horlogerie.*

Pendule à échappement libre, à repos et à force constante. *Vérité.* 37
Machine pour limer, égalir et arrondir les dents des roues. *J. Pfaff, A. Kienzler* 75
Échappement nouveau pour les chronomètres, montres et pendules. *J.-E. Macdowal.* 76
Nouveau mode de construction de la roue d'échappement des horloges. *J.-P. Paine.* 177

7. *Machines agricoles.*

Hache-paille canadien. *Fergusson.* . 41
Araire tourne-oreille. *J. Wilkie* . . 81
Essai sur les araires avec ou sans roues *H. Handley.* 333
Charrue nouvelle. *Reverchon.* 511

8. *Constructions.*

Résistance du fer forgé à la rupture. 42
Nouvel appareil plongeur. *Guillaumet.* 46
Balance arithmétique pour les terrassements. *L. Lalanne.* 47
Terrassier locomoteur. *Gervais.* . . . 48
Nouveau plan de construction des portes d'écluse. *Singels.* 48
Égouts en briques de ciment hydraulique. 95
Conservation du fer dans les constructions souterraines. 139
Nouveau mode de construction des robinets à vanne. *O. Topham.* . . . 187
Des toitures dites à la *Dorn* et sur un nouveau mortier propre à construire des toits plats. *Dorn, Runge.* . . . 234
Sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes. *A. Morin.* 234
Sur un nouveau système de construction en charpente. *Laves.* 281

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Pompe nouvelle. *Withworth*. 284
Pompe turbine. *Treveranus*. 284
Essai sur la résistance à l'arrachement des clous enfoncés dans le bois. *K. Karmarsch*. 334
Manuel de la construction des routes et chemins. *De Gayffier*. 336
Résistance des bois à l'écrasement. *F. Hodgkinson*. 461

9. *Navigation*.

Barque en caoutchouc. 96
Bâtiment imperméable à l'eau. *D. Marchal*. 239
Construction accélérée d'un bâtiment. 239
Navigation par l'électro-magnétisme. *Jacobi*. 280

Pages.

10. *Objets divers*.

Gravure sur bois. 39
Machines pour reproduire les tableaux peints à l'huile. *J. Liepmann*. . . . 40
Industrie du fer en Écosse et dans le pays de Galles. *J. Johnson*. 82
Manuel complet du relieur. *S. Lenormand*. 240
Gravure et impression par le magnétisme. *W. Jones*. 285
Des microscopes et de leur usage. *Ch. Chevalier*. 286
Trois cents animalcules infusoires dessinés au microscope. *Pritchard* et *Ch. Chevalier*. 588

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

A

Pages.

Acide polychromatique ou aloétique, employé en teinture. . . . . 216—349
—— sulfurique, nouvelle combinaison avec l'oxide d'azote. 22
—— préparé avec pyrites martiales. . . 72
Acide sulfurique; fabrication. 566
Acier de martelage. 146
—— fondu, fabrication à Uslar. 100
—— fondu, fabrication. 402
Alliages pour caractères d'imprimerie. . 117
—— analyse. 257
—— de cuivre et de zinc. . . . . 1—3
—— d'étain, de packfong et de mercure. 5
—— manuel complet 141
—— des métaux pour les préserver de l'oxidation. 147
Amalgamation américaine. 289
Amidon, falsification. 72
Ammoniaque pour la cémentation du fer. 108
Anthracite, emploi. 79
—— servant à alimenter les fourneaux. 97
—— emploi dans les foyers des machines à vapeur. 248
—— expériences sur son emploi. 403
Antimoine, traitement de ses minerais. . 146
Appareil pour le blanchiment des toiles. 12
—— indiquant la saturation de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur. 43
—— nouveau pour plonger. 46
—— pour économiser le combustible dans l'évaporation des liquides. 99
—— de sûreté pour les machines à vapeur. . . . . 136—227—584—586
—— pour déboucher les bouteilles. . . 164
—— de sûreté pour les machines à vapeur. 227
—— pour le blanchiment des tissus et des fils. 299
—— pour la fermentation des bières. . 307
—— à cuire les sirops dans le vide. . . 571
—— pour les chemins de fer. 587
Aqueduc de Croton en Amérique. 462
Araire tourne-oreille. 81
Araires avec ou sans roues. 333
Argent doré par l'électro-magnétisme. . 416
Argile; rapport sur son emploi dans les chaudières des machines à vapeur. . . 279
Arkoses pour fabriquer des faïences fines. 411
Arsenic dans la fonte. 49
Assemblages à queue d'aronde; machine propre à les faire. 463
Astringents employés en teinture. 350
Aubert, roues à aubes amovibles pour bâtiment à vapeur. 277

B

Balance arithmétique pour les terrassements. 47
Balard, fabrication de la soude. 566
Barbotin, expériences sur le tremble. . . 231
Barque en caoutchouc. 96
Barratt (O. V.), préservation et coloration des métaux. 4
—— fabrication de la soude. 565
Bateau de sauvetage sur les bâtiments à vapeur. 335
Bates (W.), apprêt de la bonneterie d'estame. 38
Bâtiment imperméable à l'eau; construction accélérée. 239
—— à vapeur mû par une vis d'Archimède. 43
—— en fer. 46
Bâtiments à vapeur; expériences sur divers organes moteurs. 274
—— avec roues à aubes amovibles. . . . 277
—— avec bateau de sauvetage. 335
Bayard, dessin sur papier photogénique. 159
—— procédé photographique. 357
Becquerel (C.), papier impressionnable nouveau. 422
Berhardt, gaz de marc de raisin. 96
Betteraves, feuilles employées à faire du tabac. 24
—— recherches sur leur richesse saccharine. 63
—— sucre raffiné sans sortir de la forme. 474
Bières, appareil pour leur fermentation. 307
Blanchiment des toiles et fils, appareil et procédé nouveau. . . . . 12—299
—— de la bougie stéarique. 256
Bleu de Prusse; perfectionnement dans sa fabrication. 120
Boaden, ivoire artificiel. 120
Boetger, débourrage accéléré des peaux. 18
Bois, résistance des clous. 334
—— résistance à l'écrasement. 461
—— leur conservation. 475
Bois de teinture; machine à les triturer. . 122
Bonneterie d'estame; apprêt à chaud. . . 38
Bonneterie avec caoutchouc. 399
Bontemps, mémoire sur la fabrication du flint-glass. 256
Boucher, sucre de betterave raffiné sans sortir de la forme. 474
Bouchérie, mémoire sur la conservation des bois. 475
Bougie stéarique; sur son blanchiment. . 256
Boulons, machine à tailler les têtes. . . 25
Bourdon-d'Aiguisy, pain économique. . 359
Bouteilles, appareil pour les déboucher. 164
Boutin, emploi de l'acide polychromatique ou aloétique en teinture. . . 216—349
Broderie, manuel complet. 464

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Bridson (T.-R.), machine à apprêter les tissus de coton. 34
Brongniart (Al.), encastage par un nouveau procédé. 58
Brown (S.), emploi du mucilage des fucus. 118
Buck, distance des tubes dans les chaudières des locomotives. 43
Bunnett, machine à vapeur concentrique. 86
Bunzen (de), gaz qui se dégagent des hauts-fourneaux. 8
Burnouf (E.), cahiers de chimie. 191
Bussy, sur les bois de teinture. 122

C

Cachou brun, préparation artificielle. . . 14
Cahiers de chimie. 191
Canaux; leur union aux chemins de fer. . 93
Cantu, préparation du tournesol avec lichens indigènes. 117
Caoutchouc employé dans la bonneterie. 399
Caractères d'imprimerie; alliage nouveau. 117
Carton photogénique. 112
Celnart (Mad.), manuel de la broderie. . 464
Cémentation des métaux pour les garantir de l'oxidation. 147
Châles, procédé de réserve dans leur teinture. 520
Champignons propres à faire de l'encre. . 164
Chanter, foyer fumivore pour machines à vapeur. 83
Chapelle, poulie extensible. 124
Charbon, son influence sur la coloration du verre. 338
Charbon animal; révivification. 21
Charrue Reverchon. 511
Chaudières à vapeur; appareil indicateur de la saturation de l'eau. 43
—— jauge aréométrique. 90
—— pompe alimentaire. 136
—— emploi du galvanoscope pour indiquer leur niveau d'eau. 189
—— rapport sur l'emploi de l'argile. . . 279
—— des locomotives; vaporisation dans la chaudière et les tubes. 331
—— nouveaux moyens préservateurs contre leurs explosions. . . . . 584—586
Chaussenot (H. B.), appareil de sûreté pour les machines à vapeur. . . . 227—586
Chemins de fer; vitesse et distribution des pentes. 45
—— leur union aux canaux. 93
—— résistance. 131
—— sur les pentes adoptées. 238
—— largeur de la voie. 232
—— scies à couper les rails. 239
—— appareil nouveau. 587
Chevalier (C.), des microscopes et de leur usage. . . . . 286—588
Chevalier (V.), poêles caloriféres portatifs. 214
Chevreul, recherches physico-chimiques sur la teinture. 254
—— composition immédiate de la laine. 412
Chlorate de potasse; fabrication. 347
Chlorométrie; nouveau moyen. 11
Chlorure de chaux; essai. 347
—— de zinc et d'ammoniaque pour décaper le fer et le cuivre. 347
—— de zinc employé contre la pourriture. 355
—— de chaux et de soude; fabrication. 566
Choiselat, manière de fixer les images photogéniques. 528
Chronomètres; comparaison de leurs divers modes de construction. 143
Clay, composition pour la fabrication du flint-glass. 10
—— nouveau mode de traitement des minerais de fer. 243
Clous, résistance à l'arrachement dans le bois. 334
Cody, note sur les appareils à cuire les sirops dans le vide. 571
Colladon, emploi de la vapeur d'eau dans les incendies. 163
Collage du papier. 24
Colson, alliage nouveau pour caractères d'imprimerie. 117
Combes, disposition pour régler le mouvement des machines. 313
Combustible artificiel. 71
—— économie pour évaporer les liquides et produire la vapeur. 99
Construction en charpente; nouveau système. 281
Contre-poids hydrauliques pour les gazomètres. 17
Corpe, machine à vapeur concentrique. 86
Coton, machine pour l'étirer et le filer. . 121
—— traité élémentaire de sa filature. . 142
—— teinture en bleu clair par le cyanoferrure de potassium. 473
Coupellation; méthode simple. 145
Couperoses du commerce; leurs différentes qualités. 198
Cox (W. H.), nouveau mode de tannage. 201
Coxe (J. R.), encre de champignons. . . 164
Crane, traitement du fer à l'air chaud et à l'anthracite. 243
Cuivre, ses alliages avec le zinc, et purification. . . . . 1—3—2
—— allié à la fonte. 513
Curtis (W. J.), appareils nouveaux pour les chemins de fer. 587
Cyano-ferrure de potassium; teinture sur coton en bleu clair. 473

D

Daguet, influence du charbon sur la coloration du verre. 338
Daniell (J. C.), métier à fabriquer des etoffes de laine à poil. 573
D'Arcet, analyse d'un alliage. 257
Davidson (W.), décoloration de l'huile de palme, et désinfection des huiles de poisson. 521
Davis, machine à faire les assemblages à queue d'aronde. 463
Débourrage accéléré des peaux. 18
De la Rive (A.), procédé électro-chimique pour dorer l'argent et le laiton. 416
Delassaux, rapport sur l'emploi de l'argile dans les chaudières des machines à vapeur. 279
Dents de roues; machine à les limer et les égalir. 75
Dessins sur papier photogénique. 159
—— reproduits par la galvanoplastique. 569
Désuintage de la laine; théorie de cette opération. 412
Devilliers (Al.), manuel complet de la soierie. 140
Dextrine; sa préparation à l'usage des manufactures. 70
Dickenson (G.), nouveau mode de construction des machines à vapeur à détente. 267
Dickson (J.), perfectionnement dans la fabrication du gaz d'éclairage. 15
Discry (V.), procédé de décoration de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

porcelaine. 62
Disque à coulisse spirale pour le tour. . . 185
Dissolution d'étain ; préparation. 301
Donné (Al.), transport des images daguerriennes en planches de cuivre. 527
Dorn, nouvelles toitures. 234
Dowling (T.), méthode pour préserver les métaux de l'oxidation. 49
Draps, fabrication par le feutrage. 73

Pages.

Duchesne, emploi de la vapeur d'eau dans les incendies. 163
Duflos, nouveau moyen chlorométrique. 11
Dyar (H. G.), nouveau mode de traitement des minerais de zinc. 247
—— nouveau procédé de fabrication de la soude. 519
Dynamomètres nouveaux. 313

E

Eau, son écoulement dans les coursiers. 273
Eboli, blanchiment de la bougie stéarique. 256
Echappement pour les montres et chronomètres. 76
—— nouveau mode de construction. . . 177
Eclairage par le gaz de matières animales. 155
—— oxi-oléique. 305
—— de Londres. 424
—— à l'huile de schiste. 520
Ecluses, nouveau plan de la construction de leurs portes. 48
Ecrasement, résistance des bois. 461
Ecrous, machine à tailler les pans. . . . 25
Egouts en briques de ciment hydraulique. 95
Electricité voltaïque ; emploi pour reproduire les planches gravées de cuivre. . 112
Electro-magnétisme appliqué à la navigation. 280
—— employé à la gravure et à l'impression. 284
—— au dorage des métaux. 416
Elkington, préservation et coloration des métaux. 4
Emailleur sur métaux ; expériences sur cet art. . . . . 291—340—405
Encastage des porcelaines par un nouveau procédé. 58
Encre ; décoloration. 120
—— faite avec du pain. 120
—— de champignons. 164
—— fluide propre à les remplacer. . . . 166
Enzmann (C.), nouveau moyen pour obtenir des images photographiques. . . . 213
Epurateurs pour le gaz d'éclairage. . . . 16
Ericsson (J.), peson à mercure. 78
Etain, alliages avec le packfong et le mercure. 5
Etamage, au moyen du chlorure de zinc et d'ammoniaque. 347
Etats-Unis, état de l'emploi de la vapeur. 46
Etau sans vis. 30
Etoffes, sur leur vaporisage. 351
—— séchage à chaud. 352
—— de laine, métier mécanique pour les tisser. 169
—— de laine à poil ; métier à les fabriquer. 573
Etoffe tissée avec l'ortie à feuilles blanches. 463
Evans (C.), appareil de sûreté pour machines à vapeur. 136
Evans (J.), fabrication accélérée des papiers de tenture. 335
Evaporation des liquides ; économie de combustible. 99
Explosion des machines à vapeur ; appareil de sûreté. . . . . 136—227—584—586

F

Faïences fines fabriquées avec des arkoses. 411
Fairbain (P.), métier à tisser les rubans. 31
Farley (J.), métier à une seule marche pour la soie. 172
Farrey (J.), force mécanique de l'homme. 96
Fauré, examen des huiles fixes du commerce. 205
Fécule, appareil à la saccharifier. 22
Fer, galvanisation. 5
—— forgé ; résistance à la rupture. . . . 42
—— son travail en Ecosse. 82
—— cémentation par l'ammoniaque. . . 108
—— conservation dans les constructions souterraines. 139
—— méthodes nouvelles pour sa fabrication. . . . . 173—241
—— perfectionnement dans sa fabrication. 401
Fergusson, hache-paille canadien. 41
Fermentation alcoolique des grains ; expériences. 153
Filature du lin ; prix des machines. . . . 36
Fils, appareils de blanchiment. 299
—— de lin, méthode pour les blanchir. 56
Fletcher (C.), métier à tisser les étoffes de laine. 169
Flint-glass, composition pour sa fabrication. 10
—— disque très-grand. 139
—— mémoire sur sa fabrication. 256
Fluides pour remplacer les encres. 166
Fontaine, pétrisseur mécanique. 311
Fonte contenant de l'arsenic. 49
—— alliée de cuivre. 513
Fontenay, préparation du verre blanc peu fusible et des verres colorés. . . . 8
Force mécanique de l'homme. 96
Fourneaux et foyers marchant à l'anthracite. 97
Fourneau s'alimentant lui-même. 135
Foyer fumivore pour machine à vapeur. . 83
Foyers marchant à l'anthracite. 97
Frégate à vapeur. 281
Fuchs, essai du chlorure de chaux. . . . 347
Fucus, emploi de leur mucilage. 118

G

Galvanisation du fer. 5
Galvanoplastique. . . . . 112—302—568—569
Galvanoscope, indiquant le niveau de l'eau dans les chaudières à vapeur. . . 189
Gannath (Ch.), métier nouveau à tisser les rubans. 481
Garance, perfectionnement pour teindre et imprimer avec cette substance. . . 148
Gaultier de Claubry, procédé de décoration de la porcelaine. 62
Gayffier (de), manuel des ponts et chaussées. 356
Gaz d'éclairage, perfectionnement dans sa fabrication. 15
—— épurateurs. 16
—— de marc de raisin. 96
—— de matières animales. 155
Gaz électrolytique. 424
Gaz qui se dégagent des hauts-fourneaux. 8
Gazomètres, contre-poids hydrauliques. 17

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Geary (Step.), combustible artificiel. . . 71
Géné, encre faite avec du pain. 120
Gervais, terrassier locomoteur. 48
Gilroy, métier mécanique à la Jacquart. 261
Girardin (J.), travail sur le polygonum tinctorium. 467
—— perrotine lithographique. 525
Glace, conservation. 216
Glynn (J.), scie à couper les rails. 239
Gmelin (L.), huile de foie de morue. . . 423
Golfier Besseyre, propriété décapante du chlorure de zinc et d'ammoniaque. . . 347
Gossage (W.), perfectionnement dans la fabrication du fer. 401
—— procédés pour utiliser les produits et résidus des fabriques de soude. . . . 465
—— nouveau procédé de fabrication de la soude. 514
Grains, expériences sur leur fermentation alcoolique. 153
Gravure sur bois. 38
—— et impression par l'électro-magnétisme. 284
—— au lavis par la galvanoplastique. . 569
Gravures sur cuivre; transport sur zinc et sur pierre. 523
Guillaumet, appareil nouveau pour plonger. 46
Gurney, éclairage oxi-oléique. 305

H

Hache-paille canadien. 41
Haley, machine à tailler les pans des écrous et les têtes de boulons. 25
Handley (H.), des araires avec ou sans roues. 333
Harrison (S.), machine à fabriquer les vis à bois. 27
Hauts-fourneaux, gaz qui s'en dégagent. 8
Heard, fabrication de la soude. 561
Heath, nouveau mode de fabrication du fer. 195
Herepath, nouveau mode de tannage. . . 203
Herschel (J.), moyen d'obtenir un accroissement de lumière des lampes. 158
Hervé (A.), manuel complet des alliages. 141
Hervy (O.), travail sur le polygonum tinctorium. 467
Hess, gaz électrolytique. 424
Heuzé (Ed.), préparation de la dextrine à l'usage des manufactures. 70
Hodgkinson (E.), résistance des bois à l'écrasement. 461
Houblons, essai de ceux suspects. 68
Houille, considérations sur son emploi. . 252
Howarth (J.), machine à étirer et filer le coton. 121
Huile de coco; essai de ses savons. . . . 23
—— de lin; propriétés. 420
—— de foie de morue 423
—— de palme; procédé de décoloration. 521
—— de poisson; procédé de désinfection. *ib.*
—— de schiste servant à l'éclairage. . . 520
Huiles fines du commerce; leur examen comparatif. 205
Hutchison, épurateurs à gaz. 16
Huot (J. J N.), manuel complet de géologie, de géographie physique. . . 144—190

I

Ibbetson (J. H.), modèles exécutés à l'aide du tour excentrique. 125-179-224-271-325-396
Ikin (J.), perfectionnement dans la fabrication du gaz d'éclairage. 15
Images daguerriennes; durée de l'exposition des épreuves. 423
—— transport en planches de cuivre. . 527
—— manière de les fixer. 528
Impression avec la garance; perfectionnement. 148
—— sur étoffe à plusieurs couleurs par machine. 173
—— par l'électro-magnétisme. 284
Incendies, emploi de la vapeur d'eau contre elles. 163
Industrie vinicole, progrès dans le Wurtemberg. 24
Ivoire artificiel. 120

J

Jacobi, reproduction de planches de cuivre gravées par l'action voltaïque. . . 112
—— navigation par l'électro-magnétisme. 280
—— procédé galvanoplastique 302
—— gaz électrolytique. 424
Jauge aréométrique pour les chaudières à vapeur. 90
James, procédé nouveau de préparation du pain. 72
Johnson (J.), industrie du fer en Écosse. 82
Joly (N.), préparation des drapeaux de tournesol. 353
Jones (F.), métier pour les tissus côtelés et cannelés. 217
Jones (W.), gravure et impression par l'électro-magnétisme. 284
Jordan, expériences sur l'art de l'émailleur sur métaux. . . . . 291—340—405
Jullien (C. E.), essai sur un point de départ à adopter dans le perfectionnement des locomotives. . 316—363—425—481 529—580.
Jullien (S.), étoffe tissée avec l'ortie à feuilles blanches. 463

K

Karmarsch (K.), étau sans vis. 30
—— résistance des clous dans le bois. . 334
Karsten, alliages du cuivre et du zinc. . 1
Kastner, essai des houblons suspects. . . 68
Keller (A.), mécanisme pour perfectionner le tirage des soies. 361
Kienzler (Aug.), machine à limer et égalir les dents de roues. 75
Klein, procédé de réserve dans la teinture de châles. 520
Knecht (Ed.), sur la manière de tracer, transporter, graver et imprimer sur métal. 356
—— pierres factices et planches en zinc enduites d'une couche pierreuse. 524

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Knox (G. J.), pouvoir oxidant du verre sur les métaux. 339
Kobell, nouvelle application de la galvanoplastique. 569
Krilowski, fonte alliée de cuivre. 513
Kurrer (H. de), méthode pour blanchir les fils de lin. 56

L

Laines filées, teinture. 108
Laine, machine à la préparer et la nettoyer. 73
—— sa composition immédiate. 412
Laiton doré par l'électro-magnétisme. . . 416
Lalanne (L.), balance arithmétique pour les terrassements. 47
Lambel (de), purification des résines. . . 51
Lampadius, alliage d'étain. 5
Lampe, en obtenir un accroissement de lumière. 358
Landrin, sur l'emploi de la houille. . . 252
Lardner, résistance sur les chemins de fer. 138
Lathan (W.), machine à apprêter les tissus de coton. 34
Laves, nouveau système de construction en charpente 281
Lavini, décoloration de l'encre. 120
Lenormand (S.), manuel du relieur. . . . 240
Leykauf (Th.), teinture et impression en garance. 148
—— préparation de la dissolution d'étain. 301
Lichens indigènes pour la préparation du tournesol. 117
Liebig (J.), sur l'huile de lin et le vernis. 420
Liepmann (J.), machine pour reproduire les tableaux à l'huile. 40
Linge, y enlever les taches de rouille. . 167
Liquides, sur leur viscosité. 155
Lithographie, perrotine appliquée à l'impression. 525
Locomotives, distance des tubes dans leurs chaudières. 43
—— expériences sur la vaporisation dans le foyer et dans les tubes. 331
—— effet de la tuyère. 362
—— à huit roues. 362
—— essai d'un point de départ à adopter dans leur perfectionnement. 316-363-425-481 529—580.
Lombard, manuel-tarif métrique pour les bois. 285
Losh, traitement des minerais de plomb et d'antimoine. 146
Lumière, recherches sur son prix. 158
Lund (Th.), appareil à déboucher les bouteilles. 164

M

Macdowal (J. E.), échappement pour les montres et chronomètres. 76
Machine à tailler les pans des écrous et des têtes des boulons. 25
—— à fabriquer les vis à bois. 27
—— à apprêter les tissus de coton. . . . 34
—— pour reproduire les tableaux à l'huile. 40
—— à fabriquer les draps par feutrage. 73
—— à préparer et nettoyer la laine. . . 73
—— pour limer, égalir et arrondir les dents de roue. 75
—— à tirer, boudiner, réunir et filer le coton. 121
—— à triturer les bois de teinture. . . . 122
—— propre à l'impression sur étoffes à plusieurs couleurs. 173
—— à mortaiser, rainer ou planer les métaux. 220
—— à tailler les vis. 222
—— à imprimer les papiers de tenture. 266
—— à faire les assemblages à queue d'aronde. 463
—— à dresser les meules, les roues, les cylindres et tambours. 508
—— électro-magnétique. . . . . 575—578
Machines anglaises à filer le lin ; prix. . . 36
—— disposition pour régler leur mouvement. 313
Machines à vapeur; économie quand elles marchent par expansion. 40
—— comparaison entre les anciennes et les nouvelles 42
—— leur nombre aux États-Unis. 46
—— à foyer fumivore. 83
—— concentriques. 86
—— pompe alimentaire. 136
—— appareil de sûreté 227
—— sur le tremble. 231
—— emploi de l'anthracite dans leurs foyers. 248
—— nouveau mode de construction de celles à détente. 267
—— rapport sur l'emploi de l'argile dans leurs chaudières. 279
—— perte d'eau liquide qu'elles font. . 329
—— expériences sur l'emploi de l'anthracite. 403
—— nouveaux moyens préservateurs contre leurs explosions. . . 227—584—586
Macneil (J.), union des canaux et chemins de fer. 93
Macrea, contre-poids hydrauliques pour gazomètres. 17
Manby (E. O.), gaz d'éclairage avec l'anthracite. 250
Manby (C.), expériences sur l'emploi de l'anthracite dans les machines à vapeur. 403
Manuel complet de la soierie. 140
—— des alliages. 141
—— des poids et mesures. 141
—— de géologie. 144
—— de géographie physique. 190
—— des comptes faits. 191
—— métrique du marchand de bois. . . 192
—— du relieur. 240
—— tarif métrique pour les bois. . . . 285
—— des ponts et chaussées. 356
—— complet de la broderie. 464
Marbre, peinture en miniature sur cette substance. 161
Marc de raisin employé à produire du gaz. 96
Marchal (D.), bâtiment imperméable à l'eau. 239
Mather (W.), méthode simple de coupellation. 145
Matières animales pour fabriquer le gaz d'éclairage. 155
—— colorantes; extraction. 13
—— nouvelles. 416
Maugham (W.), fabrication des chlorures de chaux et de soude, et de l'acide sulfurique. 566
Maupeou (de), moyens préservateurs contre les explosions des machines à vapeur. 584
Mécanisme pour perfectionner le tirage des soies. 361
Mélange s'enflammant spontanément. . . 24
Mellodew (Th.), métier pour les tissus côtelés et cannelés. 217

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Meñotti, savon hydrofuge. 358
Mérinos, teinture. 108
Métallographie, ou Art de tracer et transporter, graver et imprimer sur métal. . 356
Métaux, procédé pour les préserver de l'oxidation et les colorer. 4
—— les préserver de l'oxidation. 49
—— les préserver de l'oxidation. 147
—— machines à les mortaiser, rainer ou planer. 220
—— oxidés par le verre. 339
Métier à tisser les rubans. 31
—— à la Jacquart; modification. 74
—— mécanique à tisser les étoffes de laine. 169
—— à une seule marche pour les soieries. 172
—— pour les tissus côtelés, cannelés et baracanés. 217
—— mécanique à la Jacquart. 261
—— nouveau à tisser les rubans. 481
—— à fabriquer des étoffes de laine avec poil. 573
Meules, sur leur déformation. 460
—— machines à les dresser. 508
Microscopes; leur usage. 286
Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique. . . . . 125—179—224—271—325—396
Mohr, sur la déformation des meules. . . 460
Morin (A.), expériences sur les roues à aubes courbes. 273
—— effet du tirage sur les routes. 234
—— sur la dynamométrie. 313
—— sur la précipitation de l'or. 418
Mortier pour la construction des toits plats. 234
Moulins à retordre la soie; disposition nouvelle. 219
Mucilage des fucus; emploi. 118
Mushet, nouveau mode de puddlage. . . 194

N

Nasmyth (J.), machine à mortaiser, planer ou rainer les métaux. 220
Navigation par l'électro-magnétisme. . . 280
Navires à vapeur; rapport entre leur force et leur tonnage. 89
Needham (W.), dispositions nouvelles du moulin à retordre la soie. 219
Neumann, acide sulfurique préparé avec pyrites. 72
Neville (J.), appareil pour économiser le combustible. 99
Noms, disque très-grand de flint-glass. . 139
Nouhen (A.), manuel des comptes-faits. 191

O

Odolant-Desnos, appareil de sûreté pour les machines à vapeur. 227
Oger, traité élémentaire de la filature du coton. 142
Oldham (J.), fourneau s'alimentant lui-même. 135
Or, procédé pour l'essayer. 338
—— sur sa précipitation après sa mise en couleur. 418
Organes moteurs divers des bateaux à vapeur; expériences. 274
Ortie à feuilles blanches employée à tisser des étoffes. 463
Oxide d'azote; nouvelle combinaison avec l'acide sulfurique. 22

P

Page (C. G.), emploi du galvanoscope pour indiquer le niveau d'eau dans les chaudières. 189
Pain, procédé nouveau de préparation. . 72
—— économique. 359
Paine (J. P.), nouvel échappement. . . . 177
Palmer (W.), machine à imprimer les papiers de tenture. 266
Pambour (de), vitesse sur les chemins de fer; distribution des pentes. 45
—— sur les pentes adoptées sur les chemins de fer. 231
—— de la largeur de la voie sur *idem*. 232
—— perte d'eau liquide dans les machines à vapeur. 329
—— expériences sur la vaporisation dans le foyer et les tubes des locomotives. . 331
—— effet de la tuyère dans les locomotives. 362
Papier, collage. 24
—— photogénique. 159
—— impressionnable nouveau. 422
Papiers de tenture; machine à les imprimer. 266
—— fabrication accélérée. 335
Parker (J.), expériences sur l'emploi de l'anthracite dans les machines à vapeur. 403
Patterson, machine électro-magnétique. 578
Pattinson, traitement des minerais de plomb et d'antimoine. 146
Peaux, débourrage accéléré. 18
—— perfectionnements récents dans leur tannage. 200
Peinture en miniature sur marbre. 161
Peintures reproduites par la galvanoplastique. 569
Pelouze, fabrication du chlorate de potasse. 347
Pendule à échappement libre, à repos et force constante. 37
Penot (A.), séchage à chaud des étoffes de coton. 352
Pentes adoptées sur les chemins de fer. . 231
Perrot, machine pour l'impression sur étoffes à plusieurs couleurs. 173
—— machine nouvelle pour la lithographie. 525
Peson à mercure 78
Pétrisseur mécanique de Fontaine. . . . 311
Petzholdt (A.), carton photogénique. . . 112
Pfaff (J.), machine à limer et égalir les dents de roues. 75
Photogénie, nouveaux procédés. 159
Photographie, nouveau moyen pour obtenir des images. 213
—— procédés divers. 357
—— durée de l'exposition des épreuves. 423
—— images sur papier argenté. . . . . *id.*
Picard, emploi de la vapeur d'eau dans les incendies. 163
Pierre, transport des gravures sur cuivre. 523
Pierres factices pour la lithographie. . . . 524
Piobert (G.), expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical. 273
Planches gravées de cuivre; reproduction par l'action voltaïque. 112

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Player (J.), emploi de l'anthracite. . . . 79
—— fourneaux et foyers marchant à l'anthracite. 97
Plomb, traitement de ses minerais. . . . 146
Plongeur, appareil nouveau. 46
Poêles, calorifères portatifs. 214
Poids et mesures, manuel complet. . . . 141
Polissoirs en gomme laque. 39
Polygonum tinctorium, travaux récents sur cette plante. 467
Pompe alimentaire pour chaudières à vapeur. 136
—— de Withworth. 284
—— turbine. . . . . *ib.*
Poole (M.), nouveau mode de tannage. . 202
—— métier mécanique à la Jacquart. . 261
Poppe, machine à limer et égalir les dents de roues. 75
Porcelaines, encastage par un nouveau procédé. 58
—— procédé de décoration. 62
Poulie extensible. 124
Pourriture, le chlorure de zinc employé pour la prévenir. 355
Prechtl (J. J.), manière de fixer les images photogéniques. 528
Preisser (F.), mémoires sur les couperoses du commerce. 198
—— travail sur le polygonum tinctorium. 467
Prideaux (J.), sur l'amalgamation américaine. 289
Procédé électro-chimique pour dorer l'argent et le laiton. 416

R

Raifé (A.), images photographiques sur papier argenté. 423
Rails, scie à les couper. 239
Raoul-Rochette, dessins sur papier photogénique. 159
Redman (R.), transport sur zinc et sur pierre des gravures sur cuivre. . . . 523
Régnier (J. M. F.), encastage par un nouveau procédé. 58
Reinsch (H.), préparation artificielle du cachou brun. 14
Relieur, manuel de cet art. 240
Rennie (G.), expériences sur l'emploi de l'anthracite. 250
—— expériences sur divers organes moteurs des bateaux à vapeur. 274
Réserve, procédé sur la teinture des châles. 520
Résines, purification. 51
Reverchon (P.), charrue nouvelle. . . . 511
Richesse saccharine de diverses substances. 63
Rivière (A.), distillation des schistes bitumineux. 51
Robert (H.), comparaison des chronomètres. 143
Robinets à vanne, nouveau mode de construction. 187
Rose (H.), nouvelle combinaison de l'acide sulfurique avec l'oxide d'azote. . . 22
Roue d'échappement, nouvelle construction. 177
Roues hydrauliques à aubes courbes à la Poncelet, expériences; à axe vertical, expériences. 273
—— à aubes amovibles pour bâtiment à vapeur. 277
Routes, effet du tirage des voitures sur elles. 234
Rubans, métier nouveau à les tisser. 31—481
Runge, essai des savons d'huile de coco. 23
—— moyen pour enlever les taches de rouille sur le linge. 167
—— mortier pour les toits plats. 237
Russell (J. S.), rapport entre la force et le tonnage des navires à vapeur. 89

S

Samuel (E.), fabrication de la soude. . . 562
Savon d'huile de coco, essai. 23
—— fabriqué sans feu. 168
—— hydrofuge. 358
Schaffhault, nouveau procédé photogénique. 159
—— nouveau mode de puddlage. 197
—— sur la composition des fontes et fers. 244
Schistes bitumineux; distillation. 51
Schwartz (C.), des astringents employés en teinture. 350
—— vaporisation des étoffes. 351
Scies à couper les rails. 239
Seaward (S.), appareil indicateur de la saturation de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur. 43
—— jauge aréométrique pour chaudières à vapeur. 90
Séchage à chaud des étoffes de coton. . . 352
Seguin (J.), gaz de matières animales pour éclairage. 155
Selligue, éclairage à l'huile de schiste. . 520
Siemens, appareil à saccharifier la fécule. 22
Singels, nouveau plan de portes d'écluses. 48
Sirops, note sur les appareils à les cuire dans le vide. 571
Smeaton, force mécanique de l'homme. 96
Smith, composition pour la fabrication du flint-glass. 10
—— bâtiment à vapeur mû par une vis d'Archimède. 43
—— bateau de sauvetage pour bâtiment à vapeur. 335
Soieries, métier à une seule marche pour les fabriquer. 172
—— manuel complet. 140
Soies, disposition nouvelle des machines à retordre. 219
—— mécanisme pour en perfectionner le tirage. 361
Soleil, de la durée de l'exposition des images daguerriennes. 423
Soliy (E.), matières colorantes nouvelles. 416
Soudes, procédés pour utiliser les résidus de leur fabrication. 465
—— nouveaux procédés de fabrication. 514
Soupape à vapeur belge. . . . . 89—561
Spencer (Th.), reproduction des planches gravées de cuivre par l'action voltaïque. . . . . 112—568
Stephan (A.), teinture en bleu clair sur coton par le cyano-ferrure de potassium. 473
Stephens (H.), fluides pour remplacer les encres. 166
Sucre de betteraves raffiné sans sortir de la forme. 474
Syria, examen de cette poudre tinctoriale. 348

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T

Pages.

Tabac de feuilles de betteraves. 24
Taches de rouille, les enlever sur le linge. 167
Tannage, perfectionnements récents. . . 200
Tarbé, manuel complet des poids et mesures. 141
Tardy (A. L.), expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical. 273
Taylor (W. H.), machine électro-magnétique. 575
Teinture des mérinos et laines filées. . . 108
—— avec la garance, perfectionnements. 148
—— recherches physico-chimiques. . . . 254
—— emploi de l'acide polychromatique ou aloétique. 349
—— des astringents qu'on y emploie. . 350
—— en bleu-clair par le cyano-ferrure de potassium. 473
Terrassements, balance arithmétique pour les faire. 47
Terrassier locomoteur. 48
Thompson (L.), purification du cuivre. . 2
—— perfectionnement dans la fabrication du bleu de Prusse. 12
—— procédé pour essayer l'or. 338
—— côtelés, cannelés, baracanés; métier. 217

Pages.

Tissus, machine à les apprêter. 34
—— appareil de blanchiment. 299
Toiles, appareil et procédés nouveaux pour leur blanchiment. 12
Toitures à la Dorn, construction. 234
Topham (O.), nouveau mode de robinets à vanne. 187
Tour excentrique d'Ibbetson. . 125—179—224 —271—325—396.
Tour, disque à coulisse spirale. 185
Tournesol, préparation avec les lichens indigènes. 117
—— préparation des drapeaux. 353
Traité élémentaire de la filature de coton. 142
Transport sur zinc et sur pierre des gravures sur cuivre. 532
—— des images daguerriennes en planches de cuivre. 527
Tremblay (D. J.), manuel métrique du marchand de bois. 192
Tremble, expériences sur ce phénomène dans les machines à vapeur. 231
Tresca, blanchiment de la bougie stéarique. 256
Treveranus, pompe turbine. 284
Tudor (F.), conservation de la glace. . . 216

U

Ure (A.), expériences sur la fermentation alcoolique des grains. 153
—— sur la viscosité des liquides. . . . 156
—— recherches sur le prix de la lumière. 158

V

Vallery, machine à triturer le bois de teinture. 122
Vapeur, économie dans sa génération. . 99
Vapeur d'eau employée à éteindre les incendies. 163
Vaporisage des étoffes. 351
Vauquelin, nouveau mode de tannage. . 204
Vernis à l'huile de lin, préparation. . . . 420
Verre blanc peu fusible, et verres colorés, fabrication. 8
—— coloré par le charbon. 338
—— son pouvoir oxidant sur les métaux. 339
Verignon, procédé photographique. . . . 358
Vérité, pendule à échappement libre, à repos et force constante. 37
Virey, examen de la syria. 348
Vis à bois, machine à les fabriquer. . . . 27
—— machine à les tailler. 222
—— d'Archimède pour mouvoir les bâtiments. 43
Viscosité des liquides. 155
Voitures, sur leur tirage. 234

W

Wagner, sur la déformation des meules. 460
Walker (P.), appareil pour la fermentation des bières. 307
Watt (J.), économie des machines à vapeur marchant par expansion. 40
Webb (W.), modification du métier à la Jacquart. 7
Werlish, fabrication de l'acier fondu à Uslar. 100
White (J.), disque à coulisse spirale pour le tour. 185
Wikers (W.), fabrication de l'acier fondu. 402
Wilkie (J.), araire tourne-oreille. 81
Wilson, fabrication de la soude. 563
Withworth (J.), machine à tailler les vis. 222
Withworth, pompe. 284
Wohler, arsenic dans la fonte. 49
Woodbury (L.), état de l'emploi de la vapeur aux États-Unis. 46
Woodyatt (T. U.), machine à fabriquer les vis à bois. 27
Worth (J. G.), machine à préparer et à nettoyer la laine. 73
Wright (L. W.), appareil et procédé pour le blanchiment des toiles. . . . . 12—299
Wurtemberg, progrès de l'industrie vinicole. 24

Z

Zambeau (J.), pompe alimentaire pour chaudières à vapeur. 136
Zenneck, recherches sur la richesse saccharine de diverses substances. 63
Zinc, ses alliages avec le cuivre. 1
—— nouveaux alliages. 3
—— nouveau mode de traitement de ses minerais. 247
—— art de graver et d'imprimer sur ce métal. 356
—— transport des gravures sur cuivre. 523
—— planches enduites d'une couche pierreuse pour la lithographie. . . . 524

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES FIGURES.

			Pages.
Pl. I^re.	fig.	1— 7 Machine à tailler les pans des écrous et des têtes de boulons. *Haley*.	25
		8—18 Machine à fabriquer les vis à bois. *T. M. Woodyatt* et *S. Harrison*.	27
		19—30 Etau sans vis. *K. Karmarsch*.	30
		31—33 Perfectionnements dans les métiers à tisser les rubans. *P. Fairbain*.	31
		34—36 Machine pour étendre, sécher les tissus et en terminer l'apprêt. *T. R. Bridson* et *W. Lathan*.	34
		37—38 Pendule à échappement libre, à repos et à force constante. *Vérité*.	37
Pl. II.	fig.	1—13 Distillation des schistes bitumineux. *A. Rivière*.	51
		14—20 Nouveau procédé d'encastage de la porcelaine. *J.-M.-F. Regnier*.	58
		21—22 Modification apportée au métier à la Jacquart. *W. Webb*.	74
		23—24 Machine pour limer, égalir et arrondir les dents des roues. *J. Pfaff* et *A. Kienzler*.	75
		25—33 Echappement nouveau pour les chronomètres, montres et pendules. *J.-E. Macdowal*.	76
		34 Peson à mercure. *J. Ericsson*.	78
		35 Foyer fumivore pour les machines à vapeur. *Chanter*.	83
		36—38 Machine à vapeur concentrique. *Bunnett* et *Corpe*.	86
		39—40 Soupape à vapeur belge.	89
		41—43 Jauge aréométrique pour prévenir les incrustations dans les chaudières à vapeur. *Seaward*.	90
Pl. III.	fig.	1—14 Fourneaux et foyers marchant à l'anthracite. *J. Player*.	97
		15—18 Perfectionnements apportés aux machines à étirer, boudiner, réunir et filer les cotons. *J. Howarth*.	121
		19—31 Machine à triturer les bois de teinture. *Vallery*.	122
		32—34 Poulie extensible. *Chapelle*.	124
		35—36 Fourneau s'alimentant lui-même et à grille oscillante. *J. Oldham*.	135
		37—39 Pompe alimentaire pour les chaudières à vapeur. *J. Zambeau*.	136
		40—41 Appareil de sûreté contre les explosions des machines à vapeur à bord des bâtiments. *C. Evans*.	136
Pl. IV.	fig.	1— 4 Perfectionnements apportés dans la construction des métiers mécaniques à tisser les étoffes de laine. *C. Fletcher*.	169
		5— 7 Métier à une seule marche pour les soieries. *J. Farley*.	172
		8—14 Machine propre à l'impression à plusieurs couleurs des étoffes de coton et de laine. *Perrot*.	173
		15—19 Nouveau mode de construction de la roue d'échappement des horloges. *T.-P. Paine*.	177
		20—27 Nouveau mode de construction des robinets à vanne. *O. Topham*.	187
		28 Application du galvanoscope pour indiquer l'abaissement du niveau de l'eau dans les chaudières à vapeur. *C.-G. Page*.	189
Pl. V.	fig.	1— 8 Nouveau mode de tannage. *M. Poole*, *Herepath*.	200
		9—15 Poêle calorifère portatif. *V. Chevalier*.	214
		16—22 Métier pour tisser les étoffes, côtelées, cannelées et baracannées. *F. Jones* et *T. Mellodew*.	217
		23—27 Dispositions nouvelles pour les moulins à doubler et retordre les soies. *W. Needham*.	219
		28—33 Machine pour mortaiser, rainer et planer les métaux. *J. Nasmyth*.	220
Pl. VI.	fig.	1 Nouveau mode de traitement du minerai et de l'oxide de zinc. *H. G. Dyar*.	247
		2—10 Métier mécanique à la Jacquart. *Gilroy*, *M. Poole*.	261
		11—14 Machine à imprimer les papiers de tenture. *W. Palmer*.	266
		15—24 Nouveau mode de construction des machines marchant avec détente de vapeur. *G. Dickenson*.	267
		25—39 Nouveau système de construction en charpente. *Laves*.	281

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

			Pages.
Pl. VII.	fig.	1 — 4	Appareil pour le blanchiment et le rinçage des tissus ou des fils. *L. W. Wright.*	299
		5 — 14	Appareil pour la fermentation des bières. *P. Walker.*	307
		15 — 21	Pétrisseur mécanique. *Fontaine.*	311
Pl. VIII.			Locomotive à détente variable à la main et à chaque instant, et chauffage à la vapeur sur la caisse du foyer. *C. E. Jullien.*	316—363—425—481
Pl. IX.	fig.	1 — 6	Jeu des tiroirs dans les locomotives. *C.-E. Jullien.*	371
		7 — 23	Pièces les plus usitées dans les locomotives. *C.-E. Jullien.*	484
Pl. X et XI.			Formes et construction des pièces les plus usitées dans les locomotives. *C. E. Jullien.*	527 et suiv.
Pl. XII.	fig.	1 — 3	Fabrication des chlorures de chaux ou de soude et de l'acide sulfurique. *Maugham.*	566
		4 — 17	Fabrication de la soude du commerce. *Gossage.*	514
		18 — 22	Métier à fabriquer les étoffes de laine à poil. *Daniell.*	573
		23 — 26	Machine à dresser à la meule les poulies, les roues, les cylindres, les tambours, etc.	508
		27 — 35	Appareils de sûreté pour les chaudières à vapeur. *Chaussenot.*	586
Pl. T. n° I.		fig. 1 — 12	Supports à coulisse et chariot excentrique de *M. J.-H. Ibbetson.*	125
Pl. T. n° II.		fig. 1 — 6	Modèles du tour excentrique de *M. J.-H. Ibbetson.*	179—224—271—325
		7 — 16	Disque à coulisse spirale pour le tour et autres objets mécaniques. *J. White.*	185
		17 — 35	Machine à tailler les vis. *J. Withworth.*	222
T. nos III, IV, V, VI.		fig. 1 — 143	Modèles exécutés à l'aide du tour excentrique. *M. J.-H. Ibbetson.*	179—224—271—325—390

VIGNETTES EN BOIS.

Hache-paille canadien. *Fergusson.*	41
Araire tourne-oreille. *J. Wilkie.*	81
Appareil galvanoplastique. *Spencer.*	116
Appareil pour déboucher les bouteilles. *Lund.*	164
Pompe nouvelle. *Withworth.*	284
Appareil galvanoplastique. *Jacobi.*	304
Calcul de la pression de la vapeur dans les machines à détente. *C.-E. Jullien.*	364
Plan d'une usine pour la construction des locomotives. *C.-E. Jullien.*	503
Charrue nouvelle. *Reverchon.*	413
Machine électro-magnétique. *W. H. Taylor.*	576

FIN DE LA TABLE DES FIGURES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

COMPAGNIE PARISIENNE
BIBLIOTHÈQUE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires