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

Auteur(s)	**Exposition universelle. 1862. Londres**
Auteur(s) secondaire(s)	**Alcan, Michel (1811-1877)**
Titre	**Études sur l'exposition universelle de 1862 : renseignements techniques sur les procédés nouveaux manifestés par cette exposition par MM. Alcan, Becquerel, Boquillon, [et al.]**
Adresse	**Paris : Librairie scientifique, industrielle et agricole Eugène Lacroix, 1863**
Collation	**1 vol. ([4]-908 p.-[3] pl. dépl.) ; 22 cm**
Nombre de vues	**915**
Cote	**CNAM-BIB 8 Xae 119**
Sujet(s)	**Exposition internationale (1862 ; Londres)**
Thématique(s)	**Expositions universelles**
Typologie	**Ouvrage**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**11/12/2008**
Date de génération du PDF	**17/01/2024**
Permalien	**https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE119**

ÉTUDES

SUR

L'EXPOSITION UNIVERSELLE

DE

LONDRES EN 1862

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris. — Imprimerie P.-A. Bourdier et Cie, rue Mazarine, 30.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Xae 119

ÉTUDES

SUR

L'EXPOSITION

UNIVERSELLE

DE LONDRES EN 1862

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

SUR LES PROCÉDÉS NOUVEAUX MANIFESTÉS PAR CETTE EXPOSITION

PAR MM.

ALCAN, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers;
BECQUEREL, id. — **BOQUILLON**, bibliothécaire du Conservatoire;
CHAMBRELENT, ingénieur des ponts et chaussées;
DEHÉRAIN, professeur au Collége Chaptal; — **EUG. FLACHAT**, ingénieur;
CH. LABOULAYE, directeur des *Annales du Conservatoire;*
Général **MORIN** (de l'Institut), directeur du Conservatoire;
Contre-amiral **PARIS**; — **PAYEN** (de l'Institut), professeur au Conservatoire
SAINT-EDME, préparateur du cours de physique;
SALVETAT, chimiste à la manufacture de Sèvres;
H. TRESCA, professeur et sous-directeur du Conservatoire.

Ouvrage illustré

d'un grand nombre de gravures sur bois et de planches

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

EUGÈNE LACROIX, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

15, QUAI MALAQUAIS, 15

1863

Reproduction interdite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INTRODUCTION

Ce serait se placer à un point de vue trop étroit que de se borner, lors des grandes solennités qui viennent successivement exciter l'admiration universelle, à contempler seulement en lui-même le spectacle curieux qu'offre la réunion des divers travaux des ateliers. Il importe d'y savoir trouver l'indication distincte des progrès sur lesquels repose la civilisation matérielle des nations modernes, qui se développe si rapidement, et dont le caractère de perfectibilité est de jour en jour plus frappant.

Les Expositions universelles de 1851 et de 1855 ont exercé une influence considérable sur les relations toujours plus actives du commerce et sur les progrès de toutes les industries. Celle qui se prépare ne sera pas moins féconde en bons résultats*.

Au point de vue de l'industrie, l'Exposition de 1851 laissa, sans conteste, à l'Angleterre le sceptre de la grande production ; le Palais de Cristal, admirable construction en fer, les nombreuses machines, les élaborations multiples des métaux et des matières textiles, représentées par de nombreux spécimens, semblèrent consacrer pour les industries les plus anciennes de l'Angleterre une avance notable sur des concurrents qui eussent difficilement apporté des assortiments d'une importance comparable aux leurs.

Au point de vue du goût, l'industrie française parut avec un grand éclat, et vint, dans les produits que l'art contribue surtout à embellir et à créer, montrer une véritable supériorité. Dans les produits mêmes de ce genre où l'Angleterre avait conquis une ancienne réputation, elle fut éclipsée; enseignement dont elle eut le bon esprit de tirer parti, en organisant, aussitôt après l'Exposition, et en partie même avec les bénéfices que celle-ci avait procurés, l'éducation artistique de la jeunesse sur une

(*) Ces pages sont extraites d'un article publié par M. Tresca, dans le n° 8 (avril 1862) des *Annales du Conservatoire*, dans lequel il indiquait les divers progrès que l'Exposition de Londres devait manifester.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande échelle. L'Exposition de 1855 prouva qu'elle avait déjà fait d'importants progrès dans cette voie.

Il nous semble impossible de ne pas reconnaître aujourd'hui que, grâce aux progrès et à la vulgarisation de la science industrielle, les principaux États chez lesquels l'industrie est arrivée à un puissant développement, l'Angleterre, la France, l'Allemagne, les États-Unis, etc., possèdent au même degré les connaissances les plus indispensables ; que dès lors la supériorité d'un établissement, d'une nature de produits, résulte immédiatement de la supériorité personnelle du producteur; il dispose assez aisément de toutes les ressources accumulées dans les divers pays, avant lui, pour que son génie, n'ayant plus à s'efforcer de combler une lacune considérable qui le séparait de ses rivaux, puisse se manifester aussitôt par un progrès tout personnel. Le caractère propre aux Expositions universelles n'est donc plus autant aujourd'hui d'indiquer des supériorités par nations, que de donner la mesure des aptitudes scientifiques et du goût de chaque producteur.

Nous le répétons, puisque la vie industrielle se développe simultanément dans toute l'Europe, on doit conclure que, sûrement dans l'avenir et déjà dans l'Exposition actuelle, les enseignements que l'on pourra recueillir ne seront plus guère impersonnels en quelque sorte et devant être regardés comme essentiellement propres à la nation à laquelle appartient le producteur. Il suit de là que, pour tirer utilement parti de ces réunions de produits faisant connaître les œuvres de premier ordre, créées simultanément par les producteurs rivaux du monde entier, il ne conviendra plus de photographier de grands ensembles, mais de constater avec précision les progrès, pour ainsi dire individuels, des diverses fabriques.

L'étude des Expositions universelles nous paraît, d'après cela, devoir sortir du vague dans lequel on est en général resté jusqu'ici; en dehors des rapports d'ensemble et au point de vue spécial auquel nous devons nous placer, il y a à faire un travail complémentaire des rapports officiels, d'une extrême utilité.

Nous voulons parler de l'étude détaillée, avec descriptions et dessins à l'appui, des machines d'invention récente, des nouveaux procédés de fabrication, des chefs-d'œuvre d'art industriel; étude qui, bien que nécessairement un peu sommaire, vu la multi-

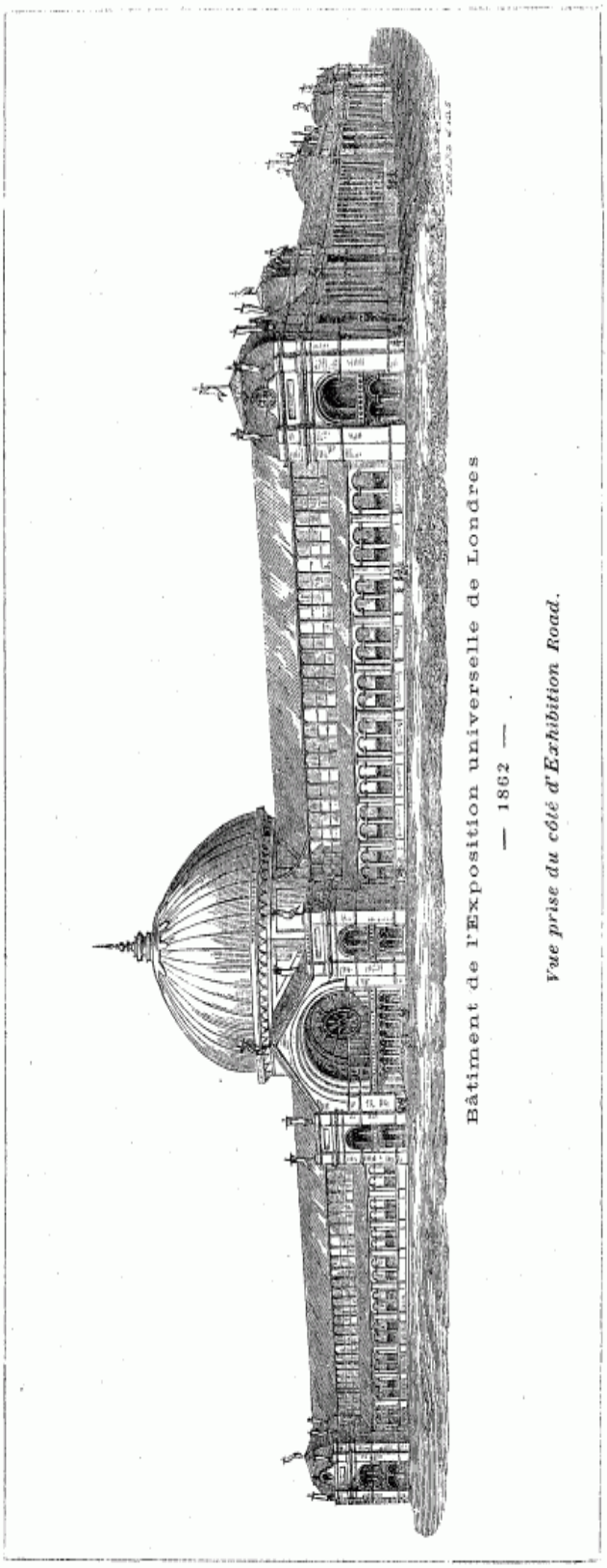
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plicité des objets qui fixent l'attention, fournit les moyens d'activer singulièrement le progrès industriel ; surtout il importe de ne pas la noyer dans l'énumération des produits ordinaires, que tout le monde en quelque sorte connaît, et que chacun fabrique bien aujourd'hui, quand il dépense le capital suffisant pour établir une usine convenablement organisée. L'importance de la fabrication de semblables produits est une question d'économie politique, d'administration ; mais elle n'est que d'intérêt secondaire au point de vue de la technologie. La description des procédés déjà anciens de l'industrie est un objet d'étude intéressant sans doute, mais il n'y a pas à la comprendre dans la revue des derniers progrès accomplis, qu'il importe surtout de mettre à la disposition des ingénieurs, des fabricants, des commerçants expérimentés.

C'est cette conviction qui nous a fait penser que les professeurs du Conservatoire, que nombre d'ingénieurs, de savants et d'artistes, qui, par devoir comme par plaisir, étudieront avec un vif intérêt les œuvres remarquables de la grande Exposition de 1862, se réuniraient volontiers pour enrichir ces *Annales* d'une série de travaux ayant pour objet de signaler les progrès accomplis, les œuvres remarquables dans chaque direction. C'est en quelque sorte la constatation du niveau le plus élevé de la science et de l'art industriel dans le monde entier, qu'il devient possible de déduire de l'intéressant spectacle auquel nous allons assister bientôt, et nous manquerions à notre mission si nous ne nous efforcions d'y parvenir par des études consciencieuses.

Notre travail se distinguera donc des comptes rendus qui ont été publiés jusqu'ici par un cachet particulier, et surtout, nous l'espérons, par un plus haut degré d'utilité. Les études économiques sur les diverses branches de l'industrie chez des peuples rivaux, l'histoire de la naissance des fabrications diverses, etc., que l'on répète à satiété lors de chaque Exposition, y tiendront peu de place ; tandis que tous nos efforts seront consacrés à l'étude des procédés nouveaux, à la description et à la reproduction par le dessin des œuvres les plus remarquables, en nous préoccupant seulement de leur mérite, et sans attacher grande importance à leur nationalité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Bâtiment de l'Exposition universelle de Londres
— 1862 —
Vue prise du côté d'Exhibition Road.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APERÇU GÉNÉRAL

SUR

L'EXPOSITION DE 1862

Les Expositions universelles de 1851, à Londres, et de 1855, à Paris, ont exercé sur l'industrie des différents peuples une influence considérable : elles ont montré aux uns leur faiblesse et ont appris aux autres qu'il serait dangereux de compter trop sur leurs forces; et l'on devait s'attendre à ce que, dans l'Exposition nouvelle, les différences seraient moins tranchées, que le niveau se serait élevé dans chaque pays, surtout pour les industries les moins avancées, et qu'ainsi l'on aurait quelque peine à établir, entre les diverses industries similaires, des distinctions de nationalité.

L'expérience n'a pas justifié ces appréciations : sans doute tous les peuples sont en voie de progrès, mais chacun aussi a conservé son caractère propre, et rien n'indique que ces différences soient moindres aujourd'hui qu'il y a dix ans.

C'est sans doute pour cette raison que l'Exposition de 1862 n'a pas satisfait, autant qu'on aurait dû le croire, l'opinion publique, qui n'y a vu qu'une reproduction moins brillante de ce qui avait été fait déjà, à deux époques encore rapprochées de nous. De là l'espèce de froideur avec laquelle la nouvelle Exposition a été accueillie, de là ces appréciations injustes, dont la presse s'est trop facilement fait l'écho, de là enfin ce manque d'intérêt qui, en France surtout, semble avoir plané sur tout ce qui se rapporte à ce grand concours industriel.

Sans attacher à ce discrédit plus d'importance qu'il n'en mérite, nous nous proposons de présenter dans les *Annales du Conservatoire* une série de mémoires et de notices sur les objets exposés, en nous attachant, autant que possible, à faire ressortir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les faits saillants, et particulièrement ceux qui peuvent intéresser notre industrie, par leur nouveauté ou par leur importance technique.

L'étude que nous avons précédemment faite, dans les fonctions que nous avons eu à remplir dans les deux premières expositions, nous a engagé à nous charger personnellement de présenter, sur celle de 1862, quelques considérations générales et quelques vues d'ensemble.

Bâtiment. Le palais de verre de 1851, le palais de pierre de 1855, avaient l'un et l'autre un caractère bien déterminé : celui-ci réunissait pour la première fois les produits industriels de toutes les nations, dans une vaste serre, aussi neuve dans ses dispositions que l'Exposition même; celui-là, construit à grands frais, dans ces Champs-Élysées qui sont connus du monde entier, avait un caractère vraiment monumental, égayé d'ailleurs par la variété des constructions annexes, qui occupaient les emplacements de l'ancien diorama et le Cours-la-Reine. Ils ont été acclamés à cause de la nouveauté, et il était bien difficile, soit comme aspect au dehors, soit comme perspective intérieure, d'arriver à de meilleurs résultats.

Si le palais de Kensington ne répond ni à l'une ni à l'autre de ces exigences, il ne faut pas cependant en accuser, d'une manière exclusive, les auteurs du projet. D'une part, le public s'empresse de juger d'une œuvre qui n'est pas encore achevée, d'autre part, les conditions de budget ne laissent pas que d'exercer une influence prépondérante sur des opérations de cette nature.

La construction actuelle n'est pour ainsi dire que la charpente de la construction future. Peu habitués aux formes roides et quelque peu militaires des constructions en briques, nos compatriotes ne sont que trop disposés à voir une forteresse, là où la décoration ultérieure pourra cependant donner un aspect différent à la grande façade, lorsqu'elle sera terminée.

Que dirait-on de ces portiques si communs en Angleterre, qui forment l'entrée des maisons un peu élégantes, et qui donnent à certaines rues un aspect même un peu trop monumental, si l'on voulait juger de leur effet, lorsque les colonnes sont encore carrées, à briques apparentes, avec leurs rudiments de bases et de chapiteaux, et avant l'application des enduits, qui doivent en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

changer toutes les formes? On pourrait plus sûrement juger de l'élégance de la façade d'une des maisons de nos nouveaux boulevards, au moment où les pierres, à peine dégrossies, sont en place, et avant tout travail de taille sur place.

La commission anglaise s'est exposée à la critique, en affectant à une grande solennité un bâtiment non encore achevé; le mur de 350 mètres sur Cromwell-road, avec ses immenses baies, murées en briques, est d'une monotonie que tous les visiteurs remarquent; mais voici déjà que deux de ces baies ont donné place à des projets de grandes mosaïques murales, représentant des sujets industriels, et ces premiers spécimens font espérer que ce genre de décoration modifiera l'impression actuelle de la manière la plus favorable. La pêche aux filets et la tonte des moutons sont les deux scènes qui ont été choisies par les artistes, chargés de commencer cette série, dont la réalisation complète constituerait une galerie fort intéressante et d'un bel effet artistique. Ce parti était peut-être le seul qui fût de nature à tempérer la froideur de ce grand bâtiment, dépourvu de toute ouverture, par suite de sa destination même. C'est dans toute la longueur de la galerie de ce bâtiment qu'on a fait l'exposition des tableaux des différentes écoles. L'expérience déjà acquise dans quelques musées de l'Angleterre, avait engagé la commission à adopter exclusivement l'éclairage par la toiture, et sous ce rapport elle a parfaitement réussi : nous ne connaissons pas de galerie de tableaux qui soit mieux éclairée que celle du palais de Kensington.

A l'intérieur, le bâtiment principal est assez bien disposé; une grande nef qui en occupe toute la longueur, est recoupée à ses extrémités par deux nefs transversales de même largeur. Les deux dômes, que rien ne motive, sont placés aux points d'entrecroisement; le niveau général du plancher est surélevé sous ces dômes de 2 mètres, et le public est en général peu satisfait d'avoir à monter et à descendre les marches qui aboutissent à ces plates-formes, lorsqu'il veut passer de la nef principale dans une des nefs secondaires. L'existence de ces deux dernières nefs entre certainement pour beaucoup dans l'incertitude que les nouveaux visiteurs conservent pendant plusieurs jours, avant de pouvoir s'orienter dans les diverses parties du rez-de-chaussée, dont l'excès de largeur contribue encore à dérouter le promeneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La constatation de ces défauts, rachetés d'ailleurs par des détails de construction bien combinés, doit porter à croire que dans les expositions de l'avenir il conviendra de s'en tenir à une galerie principale, donnant dans toute sa longueur accès à des espaces assez étroits pour qu'on puisse voir de la nef elle-même les objets principaux ou tout au moins la nature des objets exposés de chaque côté. Sous ce rapport le Palais de Cristal de 1851 était mieux entendu; sa largeur totale ne dépassait pas 124 mètres, au lieu de 170 mètres, inégalement répartis, de la largeur actuelle.

Les annexes sont placées aux extrémités des nefs transversales: construites avec la plus grande simplicité, elles ont cela de remarquable que la dépense en matériaux a été réduite au minimum. Aussi ces constructions sont-elles l'objet de soins continuels, et la nécessité s'est-elle fait sentir, particulièrement du côté des machines, de consolider un grand nombre de points.

L'annexe de l'est, spécialement consacrée aux machines agricoles et aux produits chimiques de l'Angleterre, est divisée en deux travées, auxquelles on aboutit par un passage presque souterrain, menagé au-dessous de l'entrée principale de la Société d'horticulture. Ce passage est peu engageant, et beaucoup de visiteurs sont revenus de Londres sans avoir même connu l'existence de cette partie importante et certainement fort curieuse de l'Exposition.

Plusieurs dispositions remarquables sont cependant à signaler : l'exposition des beaux-arts est tout à fait indépendante de l'exposition de l'industrie; les machines en mouvement ont un vaste local parfaitement approprié; on a donné à tous les services accessoires un large développement. Des stations télégraphiques, un bureau de poste, un bureau de correspondance, sont à la disposition du public, en divers points du bâtiment. Les lieux d'aisances sont nombreux et parfaitement disposés : ils constatent même l'existence, en Angleterre, d'ingénieurs spéciaux, qui sous le nom *sanitary engineers* se chargent de l'installation de tous les appareils relatifs à l'hygiène des habitations. Les buffets surtout ont une importance tout à fait inusitée, et, à certaines heures cependant, il est encore difficile d'y trouver place. Ils occupent, dans toute la longueur du bâtiment, deux étages complets, sans compter les buffets spéciaux de deuxième classe qui desservent les annexes. Celui du nord, situé tout à fait à l'ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trémité de celle des machines agricoles, ne gêne en rien l'ordonnance générale de l'Exposition : il n'en est pas de même des buffets de l'ouest, qui rétrécissent, à son entrée, la salle des machines d'une manière fâcheuse.

Il est également regrettable que ces annexes soient sans communication entre elles; la circulation aurait été plus facile, tous les produits auraient été visités d'une manière plus uniforme, si l'on avait pu faire le tour complet des bâtiments, sans être arrêté à l'extrémité de chacune des annexes. La galerie des produits chimiques était surtout déshéritée, mais la commission royale a remédié dernièrement, autant qu'il était en elle, à ce défaut, en ouvrant, à l'extrémité de cette galerie, une entrée nouvelle, qui fait affluer de ce côté tous les visiteurs venant de *Hyde-Park*.

C'est seulement dans le bâtiment principal que l'on a conservé des galeries supérieures ; elles règnent sur la presque totalité du pourtour, et sur toute la longueur des trois nefs. Leur largeur de 14 mètres ôte déjà trop de jour aux produits qui sont placés au-dessous : nous préférons les galeries plus étroites de 1851, dont la largeur était limitée à 7 mètres et demi.

Ces galeries longitudinales sont d'ailleurs recoupées par deux galeries transversales qui divisent le bâtiment principal en six rectangles pouvant former autant de cours distinctes, et elles sont desservies par un nombre suffisant d'escaliers : quatre d'entre eux font partie de la construction en maçonnerie de l'extrémité de la nef principale; les autres, au nombre de huit, sont distribués dans toute la longueur de cette nef, et en ses points d'intersection avec les nefs transversales. Bien que, par ces dispositions, l'accès des galeries soit rendu des plus faciles, elles sont peu visitées, et nous pensons que, dans les expositions futures, il vaudra mieux les supprimer complétement, ou tout au moins les réduire autant que possible, en les consacrant à certains produits exceptionnels, assez recherchés du public pour ne pouvoir être oubliés ou à ceux qu'un public spécial devrait seul visiter. Les plus beaux produits de l'Inde, si élégants à la fois et si curieux, n'ont pu cette fois échapper à l'abandon dans lequel les galeries supérieures sont restées, depuis l'ouverture de l'Exposition, malgré la vue vraiment féerique dont on jouit à chacune de leurs extrémités, particulièrement dans l'axe de la grande nef.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lumière est convenablement distribuée dans toutes les parties de l'édifice, et sous ce rapport l'éclairage par la toiture est certainement le meilleur : il a cependant l'inconvénient de permettre à la pluie de se faire jour par les moindres fissures du vitrage. A cet égard, le bâtiment actuel a réalisé cependant quelques progrès sur les précédents; les dégâts produits par les rayons solaires y sont aussi moins à craindre.

On voit, en résumé, que, malgré des défauts très-graves, ce bâtiment se recommande cependant par certaines particularités importantes, et satisfait d'une manière générale à sa destination. La construction des parties principales est bien entendue, et fait le plus grand honneur au capitaine Fowke, sous la direction duquel tous les détails ont été étudiés. Le palais de Kensington, considéré dans son ensemble, porte avec lui le cachet de cette ampleur que l'on s'étonne à chaque pas de rencontrer dans la plupart des entreprises industrielles de l'Angleterre.

Répartition des espaces. Il résulte des documents publiés par les soins de la Commission royale, que la superficie totale de l'Exposition de 1862 est moindre que celle de l'Exposition de 1855 : 11 439 mètres carrés, au lieu de 13 950; mais nous avions en France une plus grande partie de cette surface représentée par les objets placés dans les jardins des Champs-Élysées, et sous le rapport des surfaces couvertes seulement, l'Exposition de Londres occupe 91 884 mètres carrés, c'est-à-dire plus de 9 hectares, tandis que l'Exposition française ne dépassait pas 7 hectares et demi (73 377 mètres carrés).

Le bâtiment principal avait été calculé pour 800 000 pieds carrés, soit 74 400 mètres carrés; c'était l'équivalent de la surface couverte dans le Palais de l'industrie et ses annexes. La moitié de cette superficie devait être absorbée par les passages, et le surplus partagé, par parties égales, entre l'Angleterre et les pays étrangers.

Par suite de la création des annexes, et en tenant compte des augmentations provenant des galeries supérieures, la surface disponible totale s'est élevée à 114 500 mètres carrés, dont moitié seulement pour l'installation des produits.

L'Angleterre, en abandonnant à ses colonies, dans le bâtiment principal, plus de 1 100 mètres carrés, à l'Inde 900 mètres, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à quelques Etats secondaires de l'Asie et de l'Afrique 700 mètres environ, sur la moitié qu'elle s'était réservée dans le bâtiment principal, a trouvé une large compensation dans les annexes; et si l'on déduit l'espace total occupé par les pays étrangers (463 086 pieds carrés), soit 42 066 mètres carrés, de la surface totale qui vient d'être indiquée, on trouve pour l'Angleterre et ses colonies un reste de 73 216 mètres, c'est-à-dire plus d'une fois et demie autant que l'ensemble de tous les autres pays.

Il est intéressant de voir si cette proportion se rapproche des arrangements pris dans les précédentes expositions.

Voici à cet égard quelques chiffres comparatifs, dont nous puisons les éléments dans notre *Visite à l'Exposition de* 1855.

Désignation des Pays.	Désignation des Expositions.		
	1851.	1855.	1862.
France et ses colonies.....	0,126	0,435	0,193
Angleterre et ses colonies.....	0,573	0,188	0,630
Pays étrangers à la France et à l'Angleterre.	0,301	0,377	0,177
	1,000	1,000	1,000

Il résulte de ces chiffres que, si l'espace que s'est réservé l'Angleterre dans la nouvelle Exposition est plus considérable proportionnellement qu'en 1851, les exposants français n'ont pas, pour cela, raison de se plaindre, puisque leur part a été augmentée dans une proportion beaucoup plus grande. On peut même dire que le chiffre proportionnel de l'Angleterre n'a pas reçu toute l'augmentation nécessaire pour répondre à l'importance considérable que l'exposition des colonies a prise depuis 1851.

En 1862, comme en 1855, les nations chez lesquelles on réunissait les produits de toutes les nations ont accordé à la nation la plus favorisée le cinquième environ de la surface totale : en 1855, l'Angleterre avait reçu de nous 0,188 de cette surface, en 1862, elle nous a donné 0,193.

Mais ce qui ressort le plus de cette comparaison, c'est la part si réduite qui a été faite aux autres pays étrangers : portée en 1855 de 0,301 à 0,377, cette part est réduite aujourd'hui à moins de 1/5, à une surface totale moindre que celle occupée par la France.

Le tableau suivant fait connaître d'une manière plus précise la surface utilisée par chacun des pays qui ont pris part à l'Exposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Espaces occupés par les divers pays à l'Exposition de Londres en 1862.

	Pieds carrés.		Mètres carrés.
Angleterre et Colonies	775899	—	72155
France et Colonies	147519	—	13719
Zollverein	83312	—	7748
Autriche	52408	—	4874
Belgique	48947	—	4552
Italie	17781	—	1654
Suisse	15836	—	1473
Russie	14050	—	1307
Villes hanséatiques et Mecklembourg	9625	—	895
Suède et Norwége	9850	—	916
Hollande	7200	—	670
Espagne	5875	—	546
Portugal et Colonies	4781	—	445
Danemark	6050	—	563
Turquie, Égypte et Tunis	14300	—	1330
Rome	3469	—	323
Grèce	2050	—	191
États-Unis	5250	—	488
Chine et Japon	1350	—	126
Brésil	1250	—	116
Équateur	1000	—	93
Costa-Rica	600	—	56
Venezuela	300	—	28
Uruguay	224	—	121
Pérou	200	—	19
Guatemala	124	—	12
Divers	1750	—	163
Total	1231000	—	114483

Dans ce nombre, le Zollverein, ou association allemande, est représenté par le duché de Anhalt-Bernbourg, le duché de Anhalt-Dessau et Coëthen, le duché de Bade, la Bavière, Brunswick, Francfort-sur-le-Mein, le Hanovre, Hesse-Cassel, le grand-duché de Hesse, la principauté de Lippe, le grand-duché de Luxembourg, Nassau, la Prusse, le royaume de Saxe et la principauté de Reuss, le grand-duché de Saxe, le duché de Saxe-Meiningen, la principauté de Schwartzbourg-Rudolstadt, la principauté de Schwartzbourg-Sondershausen, le royaume de Wurtemberg et par le Mecklembourg-Schwerein.

Quant aux pays divers qui ont été indiqués collectivement à la fin du tableau, ce sont la république de Libéria, les contrées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du centre et de l'ouest de l'Afrique, les îles Ioniennes, Madagascar, Haïti et Siam.

Les États-Unis ne figurent dans ce tableau que pour un chiffre tout à fait insignifiant, et qu'explique seule la terrible lutte dans laquelle ils sont si vivement engagés. Pendant que leurs armées s'entre-détruisent les unes les autres dans une guerre fatale, toutes les préoccupations industrielles sommeillent, et l'industrie de l'Europe est doublement solidaire de la crise, parce qu'elle est à la fois privée des matières premières qui lui sont indispensables, et des débouchés successivement ouverts à ses produits manufacturés.

Si l'on compare les espaces occupés par les différents peuples aux trois grandes expositions universelles, on voit d'ailleurs que ces grands concours prennent chaque fois plus d'importance, surtout pour les nations les plus avancées dans la pratique des procédés industriels : le groupement qui sert de base au tableau suivant, tout arbitraire qu'il puisse paraître, réunit assez bien les diverses nationalités suivant l'état d'avancement de leur industrie manufacturière.

Pays qui ont pris part à l'Exposition.	Surfaces occupées en 1851.	1855.	1862.
Angleterre et Colonies	50500	17380	72155
France et Colonies	11200	55668	13719
Zollverein, Autriche et villes Anséatiques	11917	14652	13517
Belgique et Suisse	4598	6519	6025
Italie et Rome	1123	1506	1977
Espagne et Portugal	695	1122	991
Danemark, Suède et Norwége	267	1441	1479
Russie	1174	»	1307
Grèce, Turquie et Égypte	1337	1168	1521
États-Unis	4120	970	488
Autres pays	800	286	634
Hollande	428	1038	670
	88056	101750	114483

Installation des produits. Les diverses collections de produits bruts sont toujours d'une installation facile, lorsqu'elles se composent de nombreux échantillons de grandes dimensions : c'est ce qui arrive particulièrement pour tous les envois des colonies anglaises, qui n'avaient jamais paru en si grande abondance. Les grandes machines se placent facilement les unes à côté des autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans aucune autre dépense que celle de leurs fondations; les instruments plus petits et les produits manufacturés demandent au contraire à être bien disposés, dans des vitrines spéciales, si l'on veut donner à leur agglomération un aspect agréable. En 1851, les vitrines de toutes dimensions manquaient absolument d'uniformité, et nous avons inauguré en 1855 le système général des vitrines collectives qui ont donné, particulièrement pour nos articles de bijouterie, nos articles de Paris et les tissus exposés au premier étage, un si bon résultat. Ce système a été généralement suivi en Angleterre cette année, et contribue d'une manière remarquable à la décoration de toutes les cours du principal bâtiment. Les exposants anglais en ont tiré un parti excellent pour leurs porcelaines, leurs orfévrerie et leur tissus. Nous désignons plus particulièrement par cours, suivant l'expression anglaise, chacun des espaces du rez-de-chaussée compris et comme encadrés entre les diverses galeries transversales. Il y a ainsi six cours distinctes, trois au nord, qui sont les plus importantes, et trois au sud, beaucoup moins profondes.

Au sud, la cour de l'est est occupée par le génie civil, l'architecture navale, l'art militaire, l'acier, la quincaillerie, la verrerie, et une partie de la céramique anglaise. Celle du milieu qui est partagée par une grande allée transversale, dans l'axe du bâtiment, est occupée par la joaillerie et la bijouterie anglaises d'un côté, de l'autre par l'Italie, l'Espagne et le Portugal. La troisième est celle que l'on désigne sous le nom de la cour française, parce qu'isolée de toutes les autres, par des cloisons qui montent jusqu'aux galeries, elle forme pour ainsi dire une exposition à part, dans laquelle on entre par un petit nombre d'issues, et qui par suite de l'adoption d'un plan bizarre, ressemble un peu à un labyrinthe, que l'on parcourt difficilement dans ses différentes parties. Les passages sont trop étroits, la plupart n'aboutissent à aucune sortie, et il a fallu que l'emplacement fût bien insuffisant, eu égard au nombre des produits exposés, pour qu'on en soit arrivé à cet entassement, qui chasse plutôt qu'il n'attire le public. Heureusement la réputation de nos produits a triomphé de cet obstacle, et la cour française renferme toujours autant de visiteurs qu'elle en peut contenir.

Elle est entourée, sous les galeries, par une suite de petites salles bien disposées, dans lesquelles on a parfaitement organisé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exposition de nos produits chimiques et métallurgiques, de nos produits agricoles : l'exposition spéciale de l'Algérie et celle des colonies françaises forme avec ces derniers un ensemble d'une installation tout à fait remarquable. Jamais l'agriculture française n'avait été, ni aussi bien, ni aussi amplement représentée.

Tandis que dans les autres parties de la nef, l'accès est ménagé presque à chacune des travées, on n'y a conservé que deux entrées à la cour française. La nécessité d'obtenir de grandes surfaces verticales a été pour beaucoup dans ce résultat, suivant nous fâcheux; et dans les petites salles ainsi isolées, qui bordent la nef, se trouvent une partie de nos meubles, et cette magnifique collection des travaux publics, qui doit être à tous titres considérée comme une des plus belles choses de l'Exposition.

Les galeries du sud sont allouées, comme dans les expositions précédentes, aux mêmes pays qui occupent le rez-de-chaussée. L'Angleterre y a placé ses tissus de toutes sortes, qui constituent un immense ensemble, dans lequel tous les genres forment autant de groupes bien séparés; l'Italie, l'Espagne et le Portugal y ont exilé leurs produits naturels; la France ses photographies, ses tissus (ceux de Lyon sont dans la cour principale), ses impressions et ses instruments de physique. Quant aux trois cours du nord, elles sont occupées l'une par les meubles et les instruments de musique de l'Angleterre : celle du milieu par le Japon, la Chine, les îles Ioniennes, Guatemala, la république Argentine, Costa-Rica, Venezuela, l'Uruguay, le Pérou, la Grèce, le Brésil et la Turquie. Enfin dans celle qui correspond à la cour française, se trouvent les produits principaux de la Russie, de la Suède et du Danemark, de la Suisse, de la Hollande et de la Belgique. Dans les galeries qui entourent la cour de l'ébénisterie, l'Angleterre a placé son imprimerie et sa reliure, ses instruments de précision, son horlogerie et ses articles de voyage.

Nous avons encore à indiquer la destination des deux nefs transversales : celle de l'est est employée au sud par la fonderie d'ornements, la grande fabrication des aciers et des cloches; au nord par toutes les colonies anglaises, si bien représentées, que nous aurons à revenir en détail sur cette exposition remarquable : celle de l'ouest, y compris le grand dôme, avait été offerte à la France, mais elle est aujourd'hui occupée tout entière par l'Allemagne : les différents États du Zollverein au sud; de l'autre côté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Autriche seule, qui a su en tirer un excellent parti; comme installation, l'exposition autrichienne est certainement la mieux réussie.

La nef principale a été réservée aux objets de grandes dimensions : peut-être le choix n'en a-t-il pas été fait d'une manière aussi heureuse que dans les expositions précédentes; cette nef s'est cependant beaucoup améliorée depuis l'ouverture, et nous ne lui ferons plus qu'un reproche sérieux, c'est cette multitude de canons et d'engins de guerre, qui, tout admirables qu'ils puissent être, seraient bien mieux placés, selon nous, dans les arsenaux que dans les expositions industrielles. On encombre ainsi les expositions de produits dont l'industrie n'a que faire et qui usurpent une place dont elle saurait tirer un parti plus utile. L'entrée de la France est défendue par un cavalier armé de toutes pièces, et une sorte de rempart, très-bien décoré sans doute, mais qui rend encore l'accès de nos galeries plus difficile.

Quant aux annexes, nous avons suffisamment indiqué leur destination; celle de l'agriculture et des produits chimiques est tout anglaise; dans celle des machines, les produits étrangers occupent presque la moitié de la superficie totale. Ces produits sont les seuls qui soient séparés des autres, et sous ce rapport, l'Exposition de 1862 n'a pas exigé ce fractionnement en plusieurs groupes, si gênant en 1855. Par les soins apportés à la répartition des espaces elle a même, dans une certaine mesure, rapproché, plus qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, les produits naturels de contrées très-différentes, particulièrement pour toutes les colonies anglaises, dont l'exposition peut être étudiée sur place d'une manière comparative et très-fructueuse : nous essayerons d'étendre cette comparaison à la généralité des produits exposés.

Examen comparatif de l'exposition des divers pays. Il suffit de jeter les yeux sur notre tableau de la répartition des espaces pour apprécier à première vue le rôle industriel des divers peuples.

L'Angleterre et la France marchent, comme en toutes choses, à la tête du mouvement industriel. L'Angleterre associe à sa puissance les riches colonies qui la nourrissent, et qui enrichissent ses manufactures. La France entraîne peu à peu dans son mouvement la Belgique, la Suisse, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, tous les pays qui l'entourent et qui s'efforcent de suivre son exem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ple : à l'exception de la Suisse et de la Belgique, qui sont déjà en première ligne pour quelques industries, les autres progressent peu à peu dans la direction des idées françaises.

L'Allemagne a une existence industrielle qui lui est propre : riche de produits naturels, sa patiente population fait des progrès lents et sûrs, et arrivera bientôt à compter, pour une grande part, dans la fabrication d'un grand nombre de produits d'utilité générale.

La Russie, la Suède et la Norwége et le Danemark se font plutôt remarquer par leurs matières brutes, bien que dans certains produits russes on puisse reconnaître un haut degré de civilisation et même un caractère artistique très-formé, et que la Suède se fasse surtout remarquer par un certain nombre d'applications fort intéressantes dans toutes les industries qui dérivent de ses ressources métallurgiques.

La Hollande, comme l'Angleterre, mais tout en se tenant à une distance considérable, participe à la fois de l'industrie européenne et de la richesse de ses importantes colonies.

La Turquie et tous les autres pays de l'Orient restent comme les représentants d'une civilisation particulière, qui se reflète sur les produits mêmes de leurs différentes industries. L'art et les jouissances pour quelques-uns, la misère pour presque tous, voilà le résultat de ces milliers d'existences vouées à la confection manuelle de ces brillantes productions orientales, si attrayantes et si recherchées par nos artistes.

Viennent enfin les différentes contrées de l'Amérique qui ne s'occupent absolument que du côté purement matériel des choses et qui laissent entièrement de côté les questions d'art et de forme, toutes les fois qu'elles ne se rattachent pas intimement aux moyens de produire plus ou à meilleur marché.

Nous signalerons d'une manière rapide les points les plus saillants et le caractère de chacune de ces expositions.

On s'est étonné beaucoup de ne pas trouver au palais de Kensington un progrès plus marqué dans toutes les branches d'industrie : peut-être ne s'est-on pas assez persuadé qu'il faut chercher davantage les progrès réels dans les détails, à mesure que les fabrications se perfectionnent, et n'est-ce pas déjà un grand résultat que cette généralisation des mêmes procédés; que cette égalité dans la nature des produits, qui forme peut-être le carac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tère le plus saillant de l'Exposition de 1862 ? les soieries et les bronzes de la Russie soutenant la concurrence des soieries et des bronzes de la France ; la métallurgie de l'Allemagne luttant avec celle de l'Angleterre et de la Suède; les combustibles minéraux de la Westphalie menaçant ceux de la Belgique; les machines de l'Amérique soutenant parfaitement la comparaison avec celles de l'ancien monde, auquel elle a déjà fourni les moissonneuses et les machines à coudre : tous ces faits ne sont-ils pas les signes les plus désirables d'un progrès général, d'autant plus important qu'ils apparaissent au moment où les barrières fiscales s'ouvrent de tous côtés, et où par conséquent les produits industriels et commerciaux de tous les peuples vont avoir à se mesurer sur des marchés qui leur étaient jusqu'alors fermés ou seulement entr'ouverts? Jamais les progrès, au contraire, n'ont été si rapides et si étonnants : nous en trouverons la preuve à chaque pas dans les quelques lignes qu'il nous est permis de consacrer à chacun des pays qui prennent part en ce moment à cette troisième exposition universelle.

Angleterre. Représentée par plus de 5,000 exposants, dans les trente-six divisions de la classification officielle, l'Angleterre a une exposition complète dans toutes les industries : on avait pu regretter en 1851 la présence de certaines inventions hasardées, qui déparaient, sur quelques points, le choix généralement judicieux des objets admis au Palais de cristal; il n'en est pas ainsi cette fois, et d'après ce qu'il nous a été donné de voir dans les usines, l'exposition est sérieusement faite, sans tours de force, et donne vraiment une idée réelle de ce qui se passe dans les ateliers; la métallurgie, les machines, les produits céramiques et les tissus présentent le plus bel ensemble qu'il soit possible de réunir : c'est qu'en effet ces quatre industries sont celles qui dénotent le mieux la puissance d'une nation.

Bien que les poteries anglaises aient toujours ce caractère artistique qui leur a été imprimé par quelques fabricants d'élite, tels que Minton, il ne nous a pas paru que les progrès dans les industries de luxe fussent aussi grands qu'on nous l'avait dit : s'il y a quelques beaux meubles, on peut être sûr qu'ils ne sont pas exclusivement anglais, et parmi ces produits de joaillerie et de bijouterie, qui représentent des valeurs si considérables, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus beaux ont encore, de part ou d'autre, un peu d'origine continentale.

Sans doute, les efforts faits depuis dix ans pour l'enseignement du dessin préparent les jeunes générations à apporter dans le travail manuel un peu plus de sentiment artistique; mais c'est là un faible palliatif à l'absence de toute critique de la part de la nation qui accepte pour beau tout ce qui est cher, et qui a cependant le désir d'orner ses demeures avec des objets de toutes sortes. On retrouve encore dans l'orfévrerie anglaise, quoique d'une façon moins exclusive, ces palmiers et ces chameaux qui faisaient en 1851 tous les frais de l'art industriel en Angleterre.

Si nous avons, sous ce rapport, conservé notre supériorité, combien nous sommes cependant restés inférieurs dans les industries vitales, non pas sans doute au point de vue de la qualité de ces produits, nous produisons aussi bien dans tous les genres, mais au point de vue de la quantité! Les usines anglaises, plus vastes que les nôtres, possèdent toutes des capitaux suffisants, ce qui est chez nous une exception bien rare : la fabrication est aussi plus régulière, par suite d'une grande organisation, et d'un choix plus raisonné de la qualité de la matière première. Les relations entre l'usine qui produit et l'usine qui consomme, pour arriver à un état de production plus élevé, sont bien autrement assises que chez nous : tel mécanicien achète depuis cinquante ans son fer dans le même établissement, qui a intérêt à le bien servir, qui le fait profiter de toutes les améliorations, et qui se procure ainsi des débouchés certains. Cette solidarité entre les différents producteurs qui concourent successivement à la fabrication des divers articles de consommation, nous paraît être l'une des forces et l'un des caractères les plus saillants de l'industrie anglaise. Quand nous aurons remplacé nos établissements actuels par des usines plus considérables, et c'est là la première condition de la libre concurrence, quand nous aurons trouvé les moyens de leur assurer des capitaux suffisants, quand enfin nous aurons, de notre mieux, imité la constitution industrielle de l'Angleterre, nous aurons encore à rechercher comment nous pourrons obtenir cette solidarité si nécessaire entre les divers fabricants qui concourent à la création d'un même produit.

Cette modification si radicale de l'industrie, vers laquelle tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les efforts doivent tendre aujourd'hui, nous promet sans doute des succès importants dans les articles de grande production : mais prenons garde surtout, alors que nous produirons, alors que chaque usine produira davantage pour la grande consommation, prenons garde de perdre notre caractère de distinction et de goût, dont le développement est dû, pour une grande part, à ce que, pour une production donnée, nous avons aujourd'hui un plus grand nombre de fabricants, et à ce que la critique des acheteurs arrive facilement jusqu'à eux. Il en est tout autrement en Angleterre; le fabricant vend ce qu'il lui plaît de produire, sans autrement se préoccuper du goût public, qui accepte avec indifférence ce qu'il n'est pas appelé à discuter. Ménageons avec le plus grand soin cette différence : elle entre pour beaucoup dans la seule supériorité que nous possédions.

Celle de l'industrie anglaise repose surtout sur l'ampleur de ses moyens d'action et sur la reproduction, à un nombre indéfini d'exemplaires du même objet : elle est en cela parfaitement servie par le caractère même de l'ouvrier : consciencieux, docile et surtout exact, son principal mérite est de faire correctement, mais sa pensée ne va pas au delà de son modèle; il n'a pas l'entrain, il n'a pas l'esprit d'invention du nôtre : il est donc bien mieux disposé à être l'instrument passif que demande la grande production.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article de nous occuper en détail des produits les plus remarquables de l'exposition anglaise : leur examen sera fait avec plus de notoriété par ceux de nos collègues, qui ont bien voulu se charger des différentes classes. Nous nous bornerons donc à citer seulement les faits nouveaux, qui démontrent dans leur ensemble les progrès les plus récents de l'industrie anglaise. La fabrication des aciers Bessemer a déjà livré à l'industrie des chemins de fer un énorme tonnage; la production des couleurs d'aniline, dont nous pouvons revendiquer l'invention, est en Angleterre à l'état de grande application; on y consomme aussi plus d'aluminium que chez nous.

Les machines de bateaux de Penn, les outils de Whitworth et de Shank, les métiers à filer de Platt, sont tout autant de chefs-d'œuvre. Le labourage à la vapeur, entre les mains habiles de M. Fowler, prend une grande extension dans ce pays des grands domaines et des grandes fortunes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les canons Armstrong et Whitworth, les vaisseaux blindés de toutes sortes, parmi lesquels un modèle du *Warrior*, le modèle du *graving-dock* de M. Clarke, celui du chemin de fer de Bilbao, par M. Vignoles, sont les faits les plus considérables des classes 10 à 15.

Dans les arts de précision, les photographies astronomiques de M. Warren Delarue, exécutées dans son propre observatoire avec une perfection inimitable, la collection des télégraphes de M. Wheastone, nous dirons même les nouveaux fours à gaz de M. Siemens, sont d'un immense intérêt.

Nous avons déjà présenté nos observations sur les produits manufacturés : fabriqués en grandes masses, par des procédés autant que possible mécaniques, avec du combustible à bon marché et des capitaux suffisants, ils ont encore cela de particulier que, par suite même de la constitution physique de l'Angleterre, ils sont facilement conduits à un port toujours voisin pour y être embarqués à peu de frais, et que, de longtemps et par tous moyens, des marchés lointains leur ont été préparés.

Ce qui fait surtout la fortune des produits manufacturés de l'Angleterre, c'est qu'elle les impose, par la force même des choses, à ses colonies, en échange de leurs matières premières, dont une partie lui reste comme bénéfice, pour sa propre consommation et la fortune de ses négociants. On verra bientôt que le commerce extérieur total des colonies anglaises dépasse 4 milliards et demi de francs; le chiffre seul des importations dans ces colonies s'élève à plus de la moitié de cette somme, soit 2 milliards et demi environ; après avoir livré l'excédant de leurs produits naturels, les colonies sont encore obligées de parfaire la différence, qui est annuellement de près d'un demi milliard.

Produire beaucoup et à bon marché, traiter avec les peuples qui cultivent et qui ont besoin de tirer parti de leurs cultures, c'est là tout le secret de cette prodigieuse fortune de l'Angleterre, et le tableau suivant de ses colonies est bien fait pour mettre en lumière cette existence d'intermédiaires habiles qui, ne pouvant vivre par eux-mêmes et pour eux-mêmes, ont réussi à implanter leur drapeau sur des contrées immenses et distribuées sur toute la surface de notre globe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COLONIES ANGLAISES.	POPULATION.	COMMERCE EXTÉRIEUR. Annuel.
Colonies Orientales.		
Inde	185908277	1626049000
Ceylan	2000000	147556000
Maurice et Séchelles	313047	114267000
Gouvernement des Détroits	273774	383864000
Hong-Kong	86941	»
Lubnan	1774	927000
Australiennes.		
Victoria	540222	737268000
Nouvelle Galles du Sud	336572	284128000
Queensland	25000	28370000
Australie du Sud	122735	79084000
Australie de l'Ouest	14837	5459000
Tasmanie	86596	58945000
Nouvelle-Zélande (d'Europe)	71508	52563000
Établissements d'Afrique.		
Sierra-Leone	38318	10425000
Gambie	6939	4663000
Côte-d'Or (de Guinée)	151000	5829000
Sainte-Hélène	5490	3545000
Colonie du Cap	267096	114768000
Cafrerie anglaise	»	»
Natal	160170	7758000
Possessions de la Méditerranée, etc.		
Gibraltar	17750	»
Malte	145802	105118000
Iles Ioniennes	233973	48884000
Aden	»	»
Héligoland	2800	»
Ile Falkland	540	519000
Colonies de l'Amérique du Nord.		
Canada	2501370	291611000
Nouvelle Écosse	277117	74950000
Nouveau Brunswick	193800	62236000
Ile du Prince Édouard	80872	10334000
Terre-Neuve	122638	67010000
Bermudes	10982	5058000
Vancouver	18000	»
Colonie anglaise	6000	8630000
Possessions des Indes occidentales.		
Honduras	29000	11586000
Guyane	127695	60219000
Jamaïque	377433	45350000
Bahamas	27619	8879000
Iles Turques	3300	1904000
Trinité	68600	38888000
Barbades	135939	56870000
Grenade	35517	6899000
Tabago	16363	3389000
Saint-Vincent	30128	7761000
Saint-Lucie	30000	5149000
Antigua	36000	12079000
Montserrat	7053	9116000
Saint-Christophe	20741	6184000
Nevis	9571	2074000
Iles des Vierges	6053	571000
Dominique	25023	4084000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chiffre total du commerce extérieur des colonies anglaises s'élève, d'après ce tableau, à 4 milliards 615,174,000 francs.

N'est-il pas remarquable de comparer cette population de 195 millions d'âmes à celle dont elle est tributaire? le royaume-uni de la Grande-Bretagne, de l'Écosse et de l'Irlande, ne compte pas trente millions d'habitants; ce n'est pas le sixième de la population de ses colonies.

A mesure que l'industrie s'est développée chez nos voisins, les colonies ont été pour le gouvernement l'objet de l'étude la plus attentive : la production des matières premières s'y est développée, pour ainsi dire, suivant leurs ordres et suivant leurs besoins. Si la guerre américaine ne s'était produite que dans quelques années, les cotons de Surate auraient suppléé, pour une large proportion, à ceux dont nous sommes aujourd'hui privés. Plus que les nôtres, les manufactures anglaises souffrent de la stagnation du marché américain, mais la persévérance de ses habitants trouvera dans ces souffrances mêmes une raison de plus pour activer la production indienne.

Moins de 600 mètres avaient suffi en 1851 pour contenir les produits des colonies anglaises, parmi lesquels ceux de l'Australie avaient fait une si grande sensation : aujourd'hui, deux mille mètres carrés ne sont pas assez, et cette progression nous montre bien l'importance toute vitale de ces colonies pour l'Angleterre.

Nous voulions essayer de caractériser les diverses possessions anglaises d'après les produits envoyés par elles à l'Exposition; mais nous avons dû renoncer à cette tâche : tout s'y trouve : mines, denrées alimentaires, graines, épices, drogues, filaments, sucres, huiles et graisses, et cette plénitude même est sans contredit le gage le plus éclatant de la puissance industrielle du pays dont nous nous occupons; la lecture seule des catalogues des colonies est la meilleure étude de géographie industrielle que l'on puisse faire.

Nous remettons au prochain numéro l'examen des expositions des autres nations.

H. T.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 2.

PRODUITS CHIMIQUES.

PAR M. PAYEN.

PARAFFINE ET HYDROCARBURES LIQUIDES.

EXTRACTION, RAFFINAGE, APPLICATIONS.

Déjà plusieurs comptes rendus de l'Exposition de Londres, ont pu donner une idée générale de cette grande agglomération des produits des diverses industries, artistiques, agricoles et manufacturières des nations.

Cependant le plus grand nombre des produits chimiques qui s'y trouvaient rangés dans les vitrines, ne pouvaient être appréciés à la simple vue, quel que fût l'examen que l'on en eût pu faire dans le palais de Kensington ; la plupart, en effet, préparés à dessein en vue de soutenir la comparaison avec les plus beaux spécimens, avaient été obtenus dans des conditions exceptionnelles, irréalisables en cours d'une fabrication soutenue, on ne sera donc pas étonné qu'à leur égard, la formule sacramentelle imposée par la règle de la commission royale ait pu être très-souvent, trop souvent sans doute, adoptée : on peut ajouter qu'en général ces produits excellents étaient, en réalité, d'une qualité tout à fait exceptionnelle, car on n'aurait pu en rencontrer de semblables dans les magasins du commerce. Pour bien juger, du mérite des exposants, il était donc nécessaire de remonter aux origines des inventions et des principaux perfectionnements ; on devait s'assurer, en outre, de l'état actuel de chacune des industries dans les usines elles-mêmes. C'était là, sans doute, une partie fort délicate de la tâche que se sont imposée plusieurs jurés internationaux. Pour mon compte, je dois déclarer qu'il m'eût été impossible de la remplir, si l'extrême bienveillance des manufacturiers français et anglais, la gracieuse et toute libérale hospitalité britannique n'eussent rendu nos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

examens approfondis et comparatifs très-faciles, intéressants, agréables et fort instructifs.

L'Exposition universelle a donc offert une excellente occasion d'étude à différents points de vue, mais ce fut surtout en dehors de cette exposition elle-même et dans les ateliers de France et d'Angleterre que les principales comparaisons ont pu se réaliser, tout en profitant des renseignements précieux recueillis auprès des manufacturiers et des savants jurés, qui représentaient les nations les plus avancées dans les diverses applications des sciences à l'industrie.

Au nombre des industries chimiques de création récente, qui manifestaient leur existence manufacturière par de très-volumineux et magnifiques spécimens, on remarquait particulièrement, dans le palais de Kensington, les échantillons de paraffine exposés dans les vitrines anglaises, françaises, belges et allemandes; l'attention était particulièrement attirée vers un bloc blanc, demi translucide, d'un demi-mètre cube, exposé par M. Young de Bathgate; ce n'était pas là, évidemment, un échantillon de laboratoire, pas plus que les trois ou quatre blocs présentés par MM. Cogniet et Maréchal, des fondrières près de Nanterre (Seine), ni que plusieurs autres envoyés par les manufacturiers allemands; au surplus, la question importante à résoudre n'était pas dans la possibilité de fabriquer la paraffine en grand, mais bien de savoir quelles étaient les matières premières et les procédés industriels qui pouvaient la fournir avec une économie réelle; sur ces deux points j'ai pu obtenir les renseignements les plus positifs et suivre dans une usine des plus progressives toutes les opérations graduellement perfectionnées qui ont conduit au but atteint depuis peu de temps. Ce sont ces procédés ingénieux et très-efficaces que je me propose surtout de décrire ici; mais d'abord je dois éclaircir un point resté jusqu'ici plus ou moins douteux dans la science et l'industrie, relativement aux matières premières de la paraffine et aux produits différents que l'on en tire. L'examen isolément fait des produits exposés, eût encore été fort insuffisant pour élucider les questions intéressantes à ce double point de vue.

Ainsi, par exemple, on voyait dans l'Exposition la plus largement installée, celle de M. Young, sur le bloc de paraffine, les différents hydrocarbures liquides : légers et lourds, successive-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment obtenus pendant la distillation et les rectifications fractionnées, puis des schistes d'Écosse (bog-head) des lignites, plusieurs variétés du cannel-coal anglais, des houilles de Newcastle, etc., etc. Or quelles étaient parmi ces matières premières les plus économiques? S'y trouvaient-elles toutes, et toutes pouvaient elles être employées manufacturièrement? suivant quels procédés? quels étaient les produits principaux de cette industrie au point de vue de la valeur vénale? était-on même fixé sur les propriétés utiles de la paraffine? cette belle substance était-elle variable dans ses propriétés suivant les matières différentes d'où on l'extrait et les procédés mis en usage pour l'obtenir?

Telles étaient alors les questions ardues qu'un simple examen des objets exposés ne pouvait approfondir ni résoudre; il n'a pas fallu moins, pour y parvenir, que l'étude des opérations manufacturières, complétée par quelques recherches expérimentales dans le laboratoire. Nous rappellerons en quelques mots l'historique, les propriétés et la composition de la paraffine avant d'indiquer les procédés actuels de son extraction et ses applications principales.

La paraffine, découverte, en 1829, par Reichenbach, ainsi que l'eupione, dans les produits goudronneux de la distillation du bois et de diverses autres substances organiques, a été observée par Selligue et par Laurent dans les matières volatiles de la distillation des schistes. Elle a été étudiée par Gay-Lussac, Laurent, Magnus et plusieurs autres chimistes. Selligue, en 1834, avait indiqué les quatre groupes principaux des produits de la distillation des schistes bitumeux, hydrocarbures légers et très-volatils, *huiles* moins légères, *huiles* lourdes et graduellement plus chargées de paraffine; il avait même signalé plusieurs applications spéciales de ces produits, à la dissolution des résines, à la fabrication et à la *carburation* du gaz de l'éclairage, à l'éclairage direct dans des lampes particulières et au graissage des machines. MM. Tribouillet, Hugon, Young, et surtout MM. Cogniet et Maréchal, ont fait connaître des conditions nouvelles et plus favorables de son extraction et de son raffinage en grand.

La propriété caractéristique de cette substance est une résistance remarquable à toute combinaison définie; de là le nom qu'on lui donne (*paraffine*, *parum affinis*), indiquant en elle l'ab-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sence d'affinité; en effet, elle n'éprouve aucune action de la part du chlore, des acides ni des bases alcalines; on a mis à profit cette résistance dans les procédés employés pour sa purification.

A l'état pur, sa composition élémentaire peut être ainsi représentée : C^{48} H^{50}. C'est donc un carbure d'hydrogène ou un hydrocarbure. Elle est blanche, plus ou moins cristalline, demi-transparente, solide à la température ordinaire, fusible à 43 ou 44 degrés, suivant les premiers auteurs qui s'en sont occupés, 34,86 d'après Laurent, ou 65,37, suivant Bolley, ou à des températures intermédiaires (62, Brodie, 52, Esling, 47,8 Larry); Anderson indique 45,5, pour la paraffine cristalline du bog-head, 52 id. pour la paraffine amorphe de la même provenance, 46,7 pour celle de la tourbe, et 61 pour la paraffine tirée du naphte de Rangoon. On a dû supposer que ces degrés de fusion différents indiquaient des états isomériques dépendants des matières premières d'où on l'avait obtenue ou des procédés mis en usage pour l'extraire [1].

Les expériences que j'ai entreprises en vue d'éclaircir les doutes à cet égard, démontrent que les paraffines commerciales offrent des points de fusion variables entre 40 et 59 degrés centésimaux; leur valeur vénale, comprise entre 200 et 300 francs les 100 kilogrammes, est en ce moment d'autant plus élevée que leur température de fusion est elle-même plus haute. J'ai pu constater en outre les deux faits généraux suivants : 1° toutes les paraffines d'origines différentes (extraites dans l'usine de MM. Cogniet et Maréchal) des *huiles lourdes* ou goudrons de *pétroleum* (naphte brut), des goudrons de la tourbe et des schistes (bog-head), soumises à la distillation partielle, donnent un produit plus fusible, exhalant une odeur pyrogénée plus forte et laissent un résidu moins odorant et moins fusible que l'échantillon normal; 2° les paraffines traitées à chaud par les dissolvants (l'éther ou le sulfure de carbone ou un hydrocarbure très-volatil), abandonnent lorsqu'elles cristallisent par le refroidissement une partie moins fusible; la partie qui reste dissoute et que l'on recueille par l'éva-

1. Suivant M. Cogniet, lorsqu'on distille à une très-haute température les matières premières, on obtient une quantité moindre de paraffine, mais celle-ci est douée d'un plus haut degré de fusion, et réciproquement la distillation à température très-modérée donne une plus grande quantité de paraffine, mais celle-ci se fond à une température plus basse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poration du dissolvant est plus fusible que la substance primitive. Sans doute, dans chacune des deux portions séparées ainsi, on retrouverait des paraffines douées de fusibilités différentes. En tout cas, il ne paraît pas douteux que, soit en ménageant la température des distillations, soit en fractionnant les produits, soit en séparant les portions de la paraffine dissoute à chaud par ses divers dissolvants, on ne parvînt à isoler, au moyen de cette sorte de raffinage spécial, des paraffines douées d'une plus grande résistance à la fusion, celles qui sont plus fusibles, et à trouver pour chacune d'elles des applications plus particulièrement avantageuses[1].

Quant à la question fort intéressante relative aux matières premières d'où l'on peut manufacturièrement extraire la paraffine, ce n'était certainement pas au simple aspect des échantillons exposés dans le palais de Kensington qu'on pouvait la résoudre, car on remarquait parmi les échantillons de ces matières, diverses

1. Voici quelques-uns des résultats des expériences que j'ai entreprises à ce sujet, avec le concours habile de M. Billequin :

Paraffine de tourbe fusible à + 49,5 : 100 de sulfure de carbone en ont dissous à chaud 125, à froid 7 4. Les cristaux formés par le refroidissement extraits, pressés et desséchés, n'étaient fusibles qu'à + 50,6, tandis que le point de fusion de la partie dissoute (évaporée et séchée) s'était abaissé à + 46°.

Paraffine extraite du *goudron naturel* de Rangoon, fusible à 51° : après trois cristallisations dans l'éther, le point de fusion s'était élevé à + 52,5 tandis que les solutions réunies, évaporées, donnèrent une paraffine fusible à + 46,5.

Paraffine du *bitume circux de la mer Caspienne* dit *naphtaguil* fusible à + 57° : après trois cristallisations dans l'éther, avait le même point de fusion, quoique la portion dissoute fût devenue fusible à + 49°,5.

Paraffine du schiste d'Autun, fusible à 49° : après cristallisation dans l'hydrocarbure léger, dit *éther* de *pétroleum* (ayant une densité de 640 et commençant à bouillir vers + 34°, mais dont le point d'ébullition s'élève graduellement à 40, 45, 50, 60 et 90), les cristaux pressés et desséchés étaient fusibles à 50°,3, tandis que la portion dissoute obtenue par évaporation avait un point de fusion = 45°. Cet *éther* dissolvait à chaud 162, et à froid seulement 55,4 de paraffine.

Un échantillon de paraffine normale du bog-head d'Écosse, fusible à 42° : après distillation partielle, la moitié passée à la distillation était fusible à 39°, tandis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

houilles et même de celle des mines de Newcastle; or les renseignements obtenus en dehors de l'Exhibition, et surtout dans les usines, nous ont appris qu'aucune des houilles proprement dites n'a pu produire jusqu'ici économiquement de la paraffine, car elles en fournissent bien peu, si tant est qu'elles en fournissent toujours, les traitât-on dans les conditions les plus favorables à observer pour elles, comme dans le traitement des schistes bitumineux et des lignites, c'est-à-dire par une distillation à une température constante de 335 degrés au moins, degré de fusion du plomb, et au plus de 500 degrés correspondante à celle de la fusion du zinc.

En réalité, les véritables houilles n'ont pu servir à cette industrie spéciale. A cette conclusion deux objections sérieuses se sont produites: et d'abord on ne pouvait révoquer en doute le fait de l'extraction de la paraffine du *cannel-coal*, puisque ce produit en belles masses, blanches, cristallines, et même sous la forme de bougies de luxe, était présenté dans la vitrine de

que la température de fusion de la partie restée dans la cornue s'était élevée à + 42,8; ce mélange des deux parties avait un point de fusion de 41,2 ou moindre que celui de la paraffine avant la distillation partielle des gaz pyrogénés, il y avait une perte légère. Soumise aux mêmes épreuves, la paraffine de *pétroleum*, fusible à 48, donna un produit fusible à 43°,8 et un résidu dont le point de fusion était de 49°; le mélange des deux parties n'avait plus qu'un point de fusion de 47,2, c'est-à-dire moindre que le degré primitif; les gaz formés avaient occasionné une légère déperdition. La paraffine de *naphtagail* fusible à + 57°. distillée jusqu'à moitié de son volume, donna un produit dont le degré de fusion était abaissé à + 51, tandis que le point de fusion du résidu s'était élevé à + 58,8; les deux parties de nouveau réunies dans les rapports de leur poids offraient un point de fusion de + 55,7; ce terme, comparativement avec celui de la paraffine normale, présentait donc un abaissement du point de fusion comme les précédents; il y avait eu également production de gaz pyrogénés, la perte était de 1,33 p. 1000 sur le poids primitif.

La distillation intégrale de la paraffine du schiste d'Autun donna un produit dont le point de fusion se trouvait abaissé de 49° qu'il était pour la matière employée à 47,8; différence = 1°,2; la production des gaz pyrogénés et d'une trace de matière charbonneuse avait occasionné une perte de 3,33 p. 1000.

Entre les points de fusion des différentes paraffines et leur densité, il ne paraît pas qu'il y ait de relation appréciable, du moins nous avons observé pour la paraffine du schiste d'Autun, fusible à 49° une densité de 902, celle de la tourbe pesant 880,2 avait un point de fusion = 49°,5, la paraffine de pétroleum pesant 885 était fusible à 48°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Young, sous les indications de paraffine des diverses variétés de cannel-coal du Vigan, de Wemyss, etc. Mais à cette première objection la réponse est facile, car le cannel-coal doit être classé parmi les lignites et non avec les houilles : telle était l'opinion d'Alexandre Brongniart, tel est encore l'avis des géologues modernes.

Mais, disait-on encore, un charbon de terre du Chili peut donner de la paraffine en assez fortes proportions : l'assertion était exacte, car M. Cogniet l'a vérifiée ; seulement il faut reconnaître, d'après mes expériences sur un échantillon envoyé au conservatoire par cet habile manufacturier, que le charbon venu du Chili présente plusieurs caractères des lignites, notamment la propriété de donner à la calcination, en vase clos, des vapeurs acides.

Quelles sont donc les véritables matières premières susceptibles d'être traitées en vue d'en obtenir de la paraffine, et les autres produits de la distillation aux températures convenables?

En tenant compte des différents hydrocarbures liquides, qui précèdent et accompagnent la distillation de la paraffine, et dont les proportions obtenues sont plus considérables, et par suite la valeur totale beaucoup plus grande que celle de la paraffine, quoique leur prix soit moindre, les matières premières de cette industrie sont les schistes bitumineux de France, d'Autun par exemple[1], exploités d'abord par Selligue, puis par MM. Delisle de Salle et Galland, à Ygornay, Saint-Léger, Surmoulin et Cordesse; le schiste bitumineux d'Écosse qui produit sept à dix fois plus, et dont on obtient facilement par la carbonisation en vases clos, 35 centièmes d'une huile bitumineuse brune.

Le bog-head d'Écosse[2], en effet, ainsi distillé à la température

1. Le schiste de Vouvant, dans la Vendée, qui peut donner 14 centièmes environ d'huile à la distillation, serait probablement plus productif, bien que la paraffine ne forme qu'environ 3 pour 100 du poids des hydrocarbures.

2. La substance bitumineuse s'y trouve évidemment sous un état très-différent de celui des produits que l'on en tire par la distillation, elle diffère même de divers bitumes, car les dissolvants de ceux-ci l'attaquent à peine et en dissolvent fort peu, même à chaud. Ainsi d'après mes expériences sur 100 parties de bog-head pulvérisé, l'essence de térébenthine, chauffée à 150°, en a dissous seulement 6, le sulfure de carbone à + 20°, 2,25, et *la benzine* à la température de 100° n'en a pu dissoudre que 1,80. Cependant les matières bitumineuses y sont en propor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'environ 335 à 400°, constituait dans ces derniers temps la matière première principale de la production économique des divers hydrocarbures liquides, plus ou moins volatils, ou même considérés comme huiles relativement fixes, ainsi que de la paraffine; les hydrocarbures liquides employés notamment pour l'éclairage, soit dans des lampes spéciales à chaque espèce, soit dans différents appareils carburateurs capables d'enrichir le gaz ordinaire de la houille, au point de décupler son pouvoir éclairant, et même à l'aide de cette saturation du courant gazéiforme de communiquer à l'air atmosphérique lui-même un pouvoir à peu près semblable sous des conditions nouvelles qui méritent d'être examinées et que nous ferons ultérieurement connaître.

On en était à craindre de manquer de cette matière première, plus riche comme source des hydrocarbures que les schistes primitivement employés, lorsque récemment a surgi une redoutable concurrence au bog-head. Les huiles de naphte brut, qui s'écoulent spontanément du sol en très-grande abondance dans plusieurs contrées et particulièrement en Pensylvanie et au Canada, constituent cette matière première que l'on expédie maintenant d'Amérique en barils exactement joints et solidement cerclés; une seule de ces sources de *pétroleum* surgissant du sol laisse écouler 7,000 gallons ou 31,804 litres en 24 heures. On peut juger par ce seul fait de l'extrême abondance de l'ensemble de la production des hydrocarbures naturels.

Tous ces liquides huileux, pyrogénés, en y joignant les goudrons recueillis dans les barillets et les réfrigérants du gaz de bog-head, et même les hydrocarbures très-volatils condensés dans les récipients à gaz portatif où ce gaz est comprimé sous la pression de onze atmosphères, constituent avec les goudrons

tions très-considérables, en effet, j'ai trouvé par l'analyse immédiate dans 100 de bog-head d'Écosse de première qualité :

Matières bitumineuses et traces de subst. azotées.....	77	
Silicate d'alumine.....	20	50
Chaux, magnésie, traces de sulfure de fer.....	1	67
Eau et perte.....	0	83
	100	00

La proportion des huiles que donne ce bog-head varie beaucoup, suivant la température de la distillation : de 335 à 400° on en obtient environ 35, tandis qu'à la température rouge, d'environ 1000°, on en recueille seulement 20 pour 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des tourbes et des lignites, l'ensemble des matières premières d'où l'on extrait la plus grande partie des divers hydrocarbures commerciaux; quant aux goudrons de houille obtenus, soit par la carbonisation dans des fours spéciaux, soit par la distillation dans les cylindres en argile ou en fonte des usines à gaz, ils sont traités en vue d'en obtenir des hydrocarbures plus ou moins volatils, épurés et vendus principalement sous les noms de *benzine* et d'*huiles lourdes*, pour des usages variés que nous ferons ultérieurement connaître. Le résidu plus fixe, formant les 75 centièmes environ du poids de ces goudrons de houille distillés avec ménagement, est livré aux industries qui les emploient sous les dénominations de *brai gras* ou de *brai sec* pour la confection de mastics bitumineux, plus économiques, mais moins tenaces et moins résistants que les mastics fabriqués avec les roches bitumineuses de Seyssel, par exemple. Les brais gras et secs des goudrons de houille servent en outre à préparer certains enduits ou peintures hydrofuges, mais aucun de ces produits de la carbonisation ou de la distillation des véritables houilles n'est utilisé comme matière première de l'extraction de la paraffine; c'est encore une preuve à l'appui de la thèse que nous avons exposée plus haut et soutenue dans nos entretiens avec plusieurs jurés, à l'occasion de l'Exhibition de Londres.

Enfin l'industrie spéciale de la paraffine s'est fort utilement cantonnée en France, pour la plus grande partie du moins, dans une sorte d'usine centrale où, entre des mains fort habiles, sont actuellement traités la plupart des résidus goudronneux dans lesquels se concentrent les hydrocarbures les plus riches en paraffine, par suite des premières épurations et des distillations ménagées, qui ont eu pour but d'extraire des différents schistes bitumineux des lignites et des tourbes, les hydrocarbures liquides. Une telle division du travail peut expliquer la grande amélioration dans les moyens employés et la réduction des prix de revient. Ces avantages tiennent aussi aux quantités considérables traitées, représentant une production journalière de 5 à 600 kil. de paraffine épurée [1]. Le traitement de ces matières premières et

1. Dans un fourneau contenant 6 cornues de fonte, ayant un diamètre interne de 55 centimètres et une longueur de $2^{m},55$, MM. Cogniet et Maréchal distillent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'épuration des produits exigent une quantité de vapeur représentant 10 chevaux de force mécanique (agitateurs, presses, pompes) et 40 chevaux pour le chauffage (rectification des hydrocarbures légers, fonte de la paraffine, etc.).

Ce sont les procédés inventés par le très-habile directeur de cette usine que je me propose de décrire ici.

Au surplus, le traitement des résidus goudronneux dépourvus en grande partie des hydrocarbures les plus volatils, reproduit la série des mêmes hydrocarbures que ceux obtenus déjà à l'aide des moyens d'épuration appliqués aux *huiles* brutes directement obtenues par la distillation des schistes, lignites, tourbes, etc., et qui ont fourni dans plusieurs usines les premiers hydrocarbures liquides. Enfin, par suite des traitements ci-après indiqués des divers résidus goudronneux en question, il se sépare ou s'engendre de nouveau des hydrocarbures liquides, légers et lourds, graduellement plus denses; on doit donc fractionner encore avec un grand soin les produits qui ont des points d'ébullition de plus en plus élevés, et mettre en réserve les derniers dans lesquels s'est concentrée naturellement la paraffine, l'un des produits utilisables, et le moins volatil de tous.

Nous indiquerons successivement ici l'*extraction* des huiles du bog-head et les premières opérations qu'elles subissent dans les usines, puis le traitement des résidus goudronneux réunis dans l'usine centrale, enfin nous décrirons les opérations relatives au *pétroleum*, tel qu'il arrive de Pensylvanie, dans la même usine.

L'un de ces résidus livré en plus grande abondance jusqu'ici provient des premiers traitements que l'on a fait subir aux huiles pyrogénées tirées du bog-head. On prépare les huiles brutes en soumettant le schiste d'Écosse[1] aux opérations successives du

chaque jour 3,000 kilogr. de résidus goudronneux, outre la distillation du *pétroleum* qui s'effectue dans des alambics spéciaux.

1. On a expédié parfois des mines du sud de l'Angleterre un schiste analogue mais plus lourd (*south, bog-head*), contenant une plus forte proportion de sulfure de fer donnant à la distillation des hydrocarbures infects et en quantité trois fois moindres que le schiste d'Écosse.

La consommation annuelle du bog-head en France, soit pour la fabrication du gaz doué d'un pouvoir éclairant quintuple de celui de la houille et destiné à enrichir celui-ci, ou à préparer le gaz comprimé dit portatif, soit pour la pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cassage en plaquettes de 1 à 3 centimètres d'épaisseur, de la distillation durant 12 heures à 500 degrés ou 24 heures à 400 degrés, ou même 100 heures à 335 degrés dans un bain de plomb; cette dernière méthode, employée par M. Darcet, donne en proportions plus fortes, de 20 p. 100 environ, les hydrocarbures les moins colorés; on extrait les gaz à l'aide d'un aspirateur qui les refoule (après leur avoir fait traverser des *huiles lourdes* afin de retenir les hydrocarbures très-volatils) dans un gazomètre pour utiliser ces gaz, à l'éclairage, ou au chauffage des cornues : le complément du combustible nécessaire à la distillation est fourni par le résidu charbonneux, sorte de coke léger [1]; enfin l'argile calcinée qui reste après l'incinération de ce *coke* s'emploie pour confectionner, en y ajoutant 0,2 d'argile plastique de Montereau, des briques légères résistantes au feu et très-convenables pour construire les foyers installés sur les bateaux à vapeur; le coke incinéré complétement contient en moyenne pour 100 parties : silice, 59,25, alumine, 39,98, chaux, magnésie et traces de potasse, 0,21, oxyde de fer, 0,56.

La distillation du bog-head s'effectue dans des cornues en fonte disposées comme celles des usines à gaz, mais chauffées isolément, afin de mieux régler la température; il convient de diriger horizontalement et très-bas le tube de dégagement des vapeurs et gaz afin d'éviter tout retour vers les cornues des *huiles* condensées, qui, éprouvant par là des distillations multiples, laisseraient un plus abondant résidu charbonneux, et produiraient une plus forte proportion des gaz incondensables; ces derniers, en tout cas, doivent trouver une issue facile vers un gazomètre, tandis que les produits condensés s'écoulent directement par un tube commun, suffisamment incliné, vers un récipient en tôle et clos à volonté; le gazomètre, ainsi que le récipient des *huiles*, sont isolés des fours et surtout de leurs foyers par un gros mur de séparation, s'élevant jusqu'au toit. Dans l'usine

duction des hydrocarbures liquides et de la paraffine, est évaluée à 15 000 000 de kilog., représentant, à 8 fr. les 100 kilog., une valeur de 1,200,000 francs.

1. On se sert parfois de ce *charbon* argileux comme désinfectant ou pour le mélanger aux matières fécales dans la préparation des engrais commerciaux, et notamment en vue d'imiter le noir des raffineries, mais dans ce dernier cas, c'est évidemment un abus, car les phosphates manquent alors dans cet engrais factice, et la substance minérale inerte y domine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installée par M. Barry, les cornues ayant 2m,50 de longueur et une ouverture de 58 centimètres de largeur (du fonds plat), sur 30 centim. de hauteur, établies au nombre de 24 dans le massif des fours, reçoivent chacune 100 kilogr. de schiste de 12 en 12 heures, et distillent en somme, pendant 24 heures, 4,800 kilogr. de bog-head, produisant 1,680 d'*huiles* brutes, 240 d'eaux ammoniacales, et laissant un résidu charbonneux qui pèse 1,700 kilogr. environ.

Les huiles pyrogénées brutes, très-fluides[1], ainsi obtenues par la distillation du bog-head, ont une densité de 845 à 860 (l'eau pesant 1,000), leur couleur est légèrement brune-verdâtre, opaline; elles surnagent une eau légèrement ammoniacale formant 12 à 15 pour 100 de leur poids. On décante avec soin la substance huileuse; celle-ci est soumise à la distillation (afin d'éliminer la matière goudronneuse) dans une cucurbite en tôle entièrement enveloppée de maçonnerie; 2,000 kilogrammes du liquide brut donnent environ 1,200 kilog. d'hydrocarbures liquides à la densité de 825, puis 200 à 220 d'hydrocarbures d'une densité égale à 860, destinés à la fabrication de la paraffine; enfin il reste dans la cucurbite 380 à 400 kilogr. de goudron que l'on soutire pendant qu'il est encore chaud et fluide, en ayant soin de prévenir tout accès de sa vapeur vers le foyer : à cet effet, on adapte au robinet un large tube très-incliné qui passe au travers d'un mur et conduit le goudron dans un réservoir spécial en fonte ou en tôle. Ce goudron, qui était naguère mélangé avec de la sciure de bois et employé à la fabrication du gaz de l'éclairage, est maintenant distillé à *sec* pour en extraire de nouveau des hydrocarbures et de la paraffine.

Les 1,200 kilogr. de liquide obtenus dans la première partie de la distillation, à la densité de 825, subissent un traitement par 5 ou 6 centièmes d'acide sulfurique concentré que l'on répartit dans la masse à l'aide d'une agitation mécanique durant 2 heures.

1. Dans ces distillations il importe de prévenir l'accès des gaz incondensables vers les foyers, afin d'éviter des dangers imminents d'incendie. On y parvient en interposant un mur plein entre les appareils distillatoires ou les générateurs, et les réfrigérants où se condensent les hydrocarbures, et d'où l'on dirige, vers des gazomètres aspirateurs ou au-dessus des toits, les gaz et vapeurs non condensées. On pourrait souvent recueillir des hydrocarbures très-volatils en faisant passer ces gaz dans des serpentins refroidis à 0 degré, surtout si l'on se procurait de la glace à bas prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après un repos de 24 heures, on sépare les hydrocarbures liquides du dépôt goudronneux acide qui s'est formé (et que l'un utilise dans la fabrication du *charbon moulé*, dit *de Paris*). Ces liquides sont lavés à trois reprises avec 150 litres d'eau de chaux, puis soumis à une nouvelle distillation fractionnée, afin de recueillir d'abord les produits légers jusqu'à ce que la densité de la masse atteigne 800° à 810° et que l'on destine pour l'éclairage dit minéral; la distillation continue et donne alors les huiles lourdes ayant une densité de 840, et qui ultérieurement soumises à un deuxième traitement par l'acide sulfurique, décantation, lavages à l'eau alcaline de soude caustique, puis redistillées, constituent les hydrocarbures employés depuis quelques années avec économie pour extraire les alcalis végétaux des tourteaux contenant la *quinine* mise à nu par un excès de chaux [1].

Voici les résultats numériques de cette rectification, effectuée dans deux générateurs (servant de cucurbite), ayant 90 centim. de diamètre et 4 mètres de longueur, en opérant sur 1,800 lit. de l'*huile* de la première distillation, à 825 de densité, préalablement traitée par l'acide sulfurique et l'eau de chaux.

Ces 1,800 litres donnent :

1,100	à 1,200	litres huiles	à 800 ou 810, pour lampes;
325	à 300	—	à 840 densité;
233	à 200	—	plus lourdes, paraffinées;
80	à 60	résidu de goudron réservé pour être distillé à *sec*;	
75	à 40	perte.	

D'après les recherches expérimentales dont M. Barry a bien voulu me communiquer les résultats que j'ai vérifiés, si l'on soumet pendant vingt-quatre heures les hydrocarbures rectifiés ayant une densité de 800 à une réaction avec 5 p. 100 d'acide sulfurique monohydraté, 0,5 d'oxychlorure d'antimoine et 0,5 de tartrate neutre de potasse, qu'après cette réaction spéciale on distille par la vapeur, on obtiendra un produit liquide, léger,

1. En agitant ces solutions *huileuses* de quinine avec l'acide sulfurique, on reprend à l'état de sulfates dissous les bases organiques, la matière huileuse surnage et sert à une opération suivante; cette application, bien qu'elle se soit généralisée, serait insuffisante pour utiliser les *huiles lourdes*, mais on emploie facilement celles-ci en les brûlant dans des lampes spéciales, pour l'éclairage des gares, des grands magasins et des ateliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-volatil, exhalant une faible odeur éthérée, susceptible de remplacer avantageusement la benzine dans ses divers usages économiques et industriels. 100 kilogrammes d'hydrocarbure à 800 de densité, donnent par ce moyen 60 kilogrammes du liquide éthéré dont la densité ne dépasse pas 720.

En tout cas, les 200 kilogrammes d'hydrocarbure, ayant une densité de 860 ainsi que les huiles très-lourdes passées à la rectification des 1,200 kilogrammes, après que l'on a séparé les huiles lourdes pesant 840, et jusqu'à distillation complète, ou à *siccité*, ces deux produits les plus lourds constituent deux des résidus dits paraffinés, livrés à l'extraction de la paraffine.

Les hydrocarbures lourds (pesant 900 environ) obtenus à la deuxième rectification des huiles goudronneuses de bog-head dans la fabrication du gaz de l'éclairage (qui, comme nous l'avons dit, produit, à la haute température de cette opération, seulement, 20 de ces huiles brutes pour 100 de schiste), reçoivent la même destination [1].

Ce sont encore des produits lourds paraffinés du même genre ou des huiles goudronneuses non passées à la distillation pendant les rectifications analogues de l'hydrocarbure provenant des divers schistes bitumineux, des tourbes et des lignites qui constituent les matières premières traitées dans l'usine centrale en question, afin d'en extraire la paraffine à l'aide des procédés suivants. Quelques-uns de ces résidus, notamment ceux qui ont été extraits des cucurbites avant la fin de la distillation pour éviter de détériorer les chaudières en élevant trop haut la température, ces résidus goudronneux s'épaississent parfois en hiver au point de ne pouvoir s'écouler que très-difficilement et en masses volumineuses : on les liquéfie en les mettant dans une cuve doublée de plomb, au fond de laquelle un serpentin con-

1. Voici les résultats que j'ai pu constater directement dans la grande usine à gaz portatif, confiée à la direction habile de M. Hugon : 2,900 kilogrammes des huiles goudronneuses brutes de la condensation par les barillet et refrigérant, distillées dans un des deux alambics, ont donné successivement :

Eau	168	
Hydrocarbures légers	480	
Huiles lourdes	883	= 2,900.
Goudron dur (brai gras)	1,195	
Déchet (6 p. 100)	174	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourné en spirale, et à retour d'eau, reçoit à volonté un courant de vapeur qui échauffe et liquéfie bientôt toute la masse.

Les résidus ainsi liquéfiés, ou normalement fluides, sont élevés à la pompe dans un réservoir qui règne au-dessus des chaudières distillatoires ; celles-ci sont en fonte, leur forme est cylindrique ; terminées d'un bout par une calotte sphérique; leur embouchure antérieure est close par un obturateur que maintient une vis de pression ; longues de 2 mètres 60 cent., elles ont 55 cent. de diamètre et sont placées horizontalement comme les générateurs ordinaires, et complétement enveloppées par la maçonnerie ; le foyer se trouve sous la portion antérieure qui termine l'embouchure close ; près de l'autre bout un ajutage à bride reçoit un tube en S, surmonté d'un entonnoir dans lequel s'écoule le résidu liquide goudronneux paraffiné, distribué régulièrement à l'aide de robinets adaptés au tube du réservoir supérieur. Un ajutage plus large, également à brides, reçoit le tube coudé qui se prolonge en traversant un mur et dirige les vapeurs vers un atelier complétement séparé. Le tube de dégagement de chacune des chaudières distillatoires aboutit à un serpentin spécial baigné dans de l'eau qui se renouvelle continuellement. L'extrémité inférieure du tube formant le serpentin se recourbe pour plonger dans une sorte de grande éprouvette à déversement ou trop-plein, par lequel s'écoulent les produits de la distillation ; d'où une pompe les puise pour les élever dans un récipient qui alimente les alambics destinés à distiller ces *huiles* pour en obtenir des produits successivement fractionnés avec soin suivant leur densité. Sur le tube sortant de chacun des serpentins est adapté un autre tube vertical aboutissant à un plus gros tube horizontal commun, qui lui-même se termine en s'adaptant à un serpentin réfrigérant destiné à la condensation ultime de toutes les vapeurs très-légères des hydrocarbures les plus volatils. Ce dernier serpentin commun aboutit par sa partie inférieure à un tube recourbé plongeant dans une éprouvette à déversement ; ce tube porte, à son coude supérieur, un autre tube vertical, qui s'élevant au-dessus des toitures va porter hors des ateliers les gaz et les vapeurs incondensables, afin d'éviter toute chance d'incendie.

Une disposition analogue doit être prise pour tous les appareils distillatoires de ces hydrocarbures ; il convient d'ailleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de condenser le mieux possible les vapeurs les plus légères en y employant dans le dernier serpentin commun l'eau la plus froide, peut-être même y aurait-il lieu d'y ajouter l'effet de la fusion de la glace, lorsque celle-ci sera préparée assez économiquement pour être appliquée aux différentes phases de l'extraction de la paraffine.

Nous avons dit plus haut comment, avec les résidus paraffinés liquides ou fluidifiés par la chaleur, on commençait à alimenter les cylindres distillatoires en fonte, ayant chacun son foyer particulier, ses tubes d'alimentation et de dégagement, et tous compris dans un seul massif de maçonnerie. La distillation continue durant toute une semaine dans ces conditions ; le goudron le plus résistant s'accumule dans les cylindres, et vers la fin, lorsque l'alimentation cesse, il se carbonise en laissant exhaler les dernières parties volatiles et gazeuses que la chaleur peut entraîner. On arrête alors le chauffage, et dès que la masse est suffisamment refroidie, on délute et l'on ouvre l'embouchure des cylindres, on enlève à l'aide de ringards l'espèce de coke très-dur résultant de la carbonisation du goudron et qui s'emploie comme combustible dans les foyers.

Cette distillation a donné des hydrocarbures très-légers recueillis dans le dernier serpentin commun, et un mélange d'hydrocarbures légers et lourds [1] dans chacun des serpentins aboutissant par leur éprouvette à déversement dans une bâche commune qui, elle-même, conduit ce produit commun des condensations partielles vers un récipient unique, d'où une pompe, continuellement en activité, élève ce liquide opalin, légèrement jaune verdâtre, dans un réservoir qui doit alimenter un grand alambic en tôle de la contenance de 3,000 litres, destiné à la rectification de ces hydrocarbures.

Cette rectification doit être faite très-soigneusement, en fractionnant les produits à mesure que leur densité change et s'élève sensiblement : les premiers, étant en effet les plus légers, sont mis à part en vue d'une dernière rectification qui (après un

1. Vers la fin de la distillation il passe une matière résinoïde visqueuse ductile, qui devient cassante par le refroidissement, analogue sans doute à celle que Sellique avait observée dans les derniers produits de la distillation du schiste d'Autun, mais encore peu étudiée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traitement par 6 ou 8 centièmes d'acide sulfurique, décantation, lavage avec une solution de soude caustique), isolant les premières vapeurs à odeur forte, donnera un hydrocarbure propre à l'éclairage dans les lampes dites à *gaz liquide*, ou à la préparation des peintures qui *sèchent* plus vite et deviennent plus complétement inodores que celles à l'essence de térébenthine ; ces hydrocarbures légers s'emploient pour la confection des vernis dans lesquels ils remplacent, soit les essences, soit même parfois l'alcool ou l'*esprit-de-bois ;* les seconds produits du fractionnement sont destinés à l'éclairage dans des lampes spéciales à disque au milieu de la flamme, dites lampes à schiste.

Enfin les derniers produits de cette rectification fractionnée, ayant une densité de 840 à 870 [1], sont mis à part pour être exposés ultérieurement dans de très-larges bassins plats (ayant 4 mèt. de long, 2 mèt. de large et 20 cent. de profondeur) superposés, au nombre de trois ou quatre rangées, et dans lesquels la cristallisation de la paraffine doit s'effectuer facilement en hiver, par une température entre 0° et + 5° (à 2 ou 3° au-dessous de zéro, le liquide se prend en masse qu'on ne peut faire égoutter ni presser). C'est durant cette phase de l'opération que l'emploi, méthodiquement fait, de la glace pourrait rendre l'opération plus productive en déterminant cette cristallisation par un abaissement artificiel de la température durant les journées froides de l'automne, du printemps, ou du moins servir pour abaisser seulement de quelques degrés les températures hivernales parfois insuffisantes.

Dès que l'on a pu obtenir dans les larges bassins plats une abondante cristallisation, on met toute la masse cristalline dans des poches en laine d'où les hydrocarbures liquides s'écoulent, puis la paraffine égouttée est placée dans des sacs et soumise à une pression à froid et graduée, à l'aide de fortes presses hydrauliques verticales.

Les tourteaux de paraffine brute obtenus ainsi sont mis en

1. Cette rectification donne en moyenne :

Essence et huile légère, environ.	20
Huile paraffinée.	60
Résidus à repasser dans les cornues.	20
	100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

magasin pour être soumis à toute époque de l'année au raffinage. Voici comment s'effectue cette dernière partie de l'opération, d'après la méthode perfectionnée due à M. Cogniet.

Les tourteaux sont mis en fusion dans une chaudière a double fond, entre lesquels circule la vapeur d'eau. On obtient ainsi un liquide brun-rougeâtre ayant à peu près la nuance de la bière forte. Ce liquide est soutiré au siphon dans un vase demi-cylindrique chauffé de même par la vapeur, muni d'un couvercle mobile et d'un agitateur mécanique; celui-ci est formé de bras adaptés en hélice perpendiculairement à l'axe. Dans cette sorte de pétrin, on ajoute de l'acide sulfurique concentré, 5 à 6 p. 100 du poids de la matière, puis on met en mouvement l'agitateur pendant deux heures environ; il se dégage des vapeurs d'acide sulfureux dirigées par une cheminée en bois au-dessus de la toiture. On laisse alors reposer et l'on sépare du dépôt goudronneux acide, le liquide clair par décantation. Ce liquide, distribué dans des moules ou cristallisoirs plats, se prend en une masse cristalline, formant des plaques de 2 centimètres d'épaisseur, qui ont la hauteur et la largeur de la bâche d'une presse horizontale, analogue aux presses des fabriques d'acides gras solides.

C'est en effet dans ces presses hydrauliques que l'on soumet les plaques de paraffine, enveloppées d'une forte toile à voiles, à une pression graduellement plus énergique. Afin de rendre cette épuration plus efficace, on fait circuler dans toutes les plaques creuses de la presse un courant d'eau tiède qu'amène à chacune d'elles un tube en caoutchouc en communication par un tube mécanique horizontal avec le réservoir contenant cette eau, graduellement échauffée aux températures de 30, 35, 40 et jusqu'à 45 degrés centésimaux, et s'échappant (après avoir circulé de haut en bas et de bas en haut dans l'intérieur de chaque plaque creuse) par un deuxième tube flexible vers une pompe qui le remonte au réservoir.

1. M. Cogniet employait naguère pour cette refonte le sulfure de carbone qui produisait l'effet voulu, c'est-à-dire l'élimination des hydrocarbures étrangers à la paraffine, et pouvait épurer complétement les cristaux d'une deuxième refonte, mais ayant bien constaté les inconvénients, les dangers même, inhérents à l'emploi de ce liquide délétère qui agit toujours défavorablement sur la santé des hommes, il est parvenu à substituer un agent relativement inoffensif, et qui n'a plus en effet exercé la moindre influence défavorable sur les ouvriers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tourteaux obtenus après cette pression à chaud doivent alors être refondus en y ajoutant 0,2 de leur poids d'hydrocarbure liquide léger et parfaitement rectifié.

Les plaques obtenues par la nouvelle cristallisation de ce mélange sont soumises à la presse, et l'on renouvelle une ou deux fois encore cette épuration par dissolution dans l'hydrocarbure léger, cristallisation et pressage énergique.

Il ne reste plus qu'à débarrasser la paraffine de l'hydrocarbure volatil interposé entre ses cristaux dont il retient une partie en dissolution ; on y parvient sans peine en soumettant cette paraffine à l'action de la vapeur d'eau, que l'on fait passer pendant deux ou trois heures au travers de la matière que la chaleur a liquéfiée, par les trous nombreux d'un tube contourné en spirale au fond de la cuve en bois doublée de plomb. Au bout de ce temps, aucune odeur n'indiquant plus la présence de l'hydrocarbure volatil dans la vapeur d'eau[1], cette épuration est terminée; on laisse déposer, on décante la paraffine surnageante, puis on la dessèche complétement en la chauffant à 140 degrés environ, dans un vase à double fond où la vapeur circule ; il ne reste plus alors qu'à la filtrer sur des cônes en toile garnis de feuilles de papier non collé. La paraffine limpide, versée dans des auges en fer-blanc, se prend en masses cristallines incolores; on l'expédie en cet état. On voit qu'en définitive M. Cogniet, par le traitement au moyen de la *distillation à sec* des résidus goudronneux, a créé une source nouvelle de paraffine dont on comprendra l'importance d'après les résultats pratiques et comparatifs suivants qu'il a obtenus :

100 kilog. d'huiles brutes du bog-head donnent, en moyenne :

Essence et *huile légère*	50	100
Huile paraffinée	20	
Résidus goudronneux restés dans la cucurbite	25	
Perte	5	

Or 100 parties de ces derniers résidus goudronneux donnent :

Essence et *huile légère*	20	100
Huile paraffinée, environ	59	
Coke dur, 15, et gaz, 6	21	

Des deux parts les hydrocarbures légers sont semblables;

1. Quoique le point d'ébullition de la paraffine soit très-élevé (370° environ), cependant la vapeur d'eau en entraîne toujours un peu avec l'hydrocarbure, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais tandis que l'*huile paraffinée* des huiles brutes ne donne que 6 à 7 centièmes de son poids de paraffine fusible à + 38 ou 40°, les huiles paraffinées provenant de la distillation à sec des résidus fournissent 15 à 18 centièmes de leur poids d'une paraffine fusible à 45°; celle-ci est donc plus abondante et de meilleure qualité. Les huiles de *naphte* brutes de couleur brune verdâtre, dites pétroleum de Pensylvanie et du Canada, sur lesquelles M. Warren de la Rue a le premier appelé l'attention des manufacturiers, sont soumises, comme les huiles pyrogénées des bog-head, à des distillations fractionnées en apportant de grands soins à la séparation des premiers produits très-volatils à odeur forte. La paraffine se concentre de même dans les résidus moins volatils, que l'on traite comme nous venons de le dire, pour en extraire la paraffine épurée.

M. Cogniet, dans ses distillations en grand, en a obtenu :

1. Gaz et vapeurs non condensables, à la t. de + 12°	5	100
2. Hydrocarbure éthéré, densité 640 à 700, bouillant à + 40°	10	
3. id. léger id. 700 à 760, id. entre + 45 à 50°.	15	
4. id. plus stable id. 760 à 800	20	
5. Huile paraffinée, densité 800 à 825	30	
6. Résidus laissés dans la cucurbite	20	

La distillation des résidus avec décomposition à sec, dans les cylindres, a donné :

1. Huile d'une densité de 785 à 800	15	100
2. id. id. 800 à 830	17	
3. id. paraffinée	60	
4. Coke et déperdition gazeuse	8	

A la sortie des serpentins, tous ces produits sont plus ou moins infects; ce n'est qu'après les traitements par l'acide sulfurique, la soude caustique, les lavages et la rectification attentivement fractionnée, qu'ils deviennent beaucoup moins odorants; que même les *huiles* lourdes peuvent acquérir une odeur sensiblement balsamique.

Les premiers hydrocarbures éthérés bien rectifiés sont lim-

aperçoit en effet des traces blanchâtres de paraffine sur les murs vers lesquels le courant de vapeur se dirige, mais ce sont des quantités insignifiantes, au point de vue économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pides, incolores, d'une mobilité extrême : lorsqu'on en répand sur le papier, ils s'évaporent aussitôt, ne laissant aucune trace sensible. Leur énergie dissolvante est remarquable; ils pourront sans doute remplacer le sulfure de carbone et l'éther dans plusieurs de leurs applications; leur prix ne dépasse pas le quart de celui de l'éther. Les *huiles* moins légères remplacent les huiles de schiste pour l'éclairage dans les lampes spéciales. Les huiles lourdes dépouillées de paraffine servent au graissage dans les filatures.

La principale application de la paraffine consiste dans la fabrication des *bougies* dites *diaphanes*. On a éprouvé des difficultés assez grandes dans le moulage, ou plutôt pour le démoulage de cette matière, qui prend peu de retrait et dont le point de fusion est moins élevé que celui de l'*acide stéarique*, même commercial. Cette difficulté a été vaincue en chauffant les moules au moment de couler jusqu'à 70 degrés, et la paraffine à la même température, puis soumettant après le coulage les moules à un refroidissement brusque par un courant d'eau froide (à l'aide de dispositions analogues à celles employées par M. Wilson pour les bougies d'acides gras distillés et mixtes, dispositions que nous décrirons plus loin), on comprend sans peine que l'alliage bon conducteur (étain et plomb) permet aux moules de se refroidir vite en se contractant aussitôt, tandis que la paraffine, liquide encore et chaude, remonte en partie dans la masselotte, et sa quantité pondérale se trouvant ainsi diminuée, lorsqu'à son tour elle acquiert en se solidifiant la même température que le moule, son volume se trouve amoindri, et par suite du retrait plus grand qu'elle a éprouvé sous ces conditions, le démoulage devient facile; relativement à quelques variétés de paraffines très-adhésives; lorsque ces précautions sont insuffisantes, on peut vaincre toutes les difficultés en échauffant un instant l'extérieur des moules par une injection de vapeur au moment de démouler.

Nous avons vu que les paraffines les plus fusibles, comme celle qu'on obtient du bog-head *distillé* à une température très-ménagée, avaient une valeur commerciale moindre [1]. C'est qu'effec-

1. Sous ce rapport, on peut classer les paraffines en trois catégories : 1° celle du bog-head distillé avec ménagement de façon à obtenir le maximum de produit en poids, qui ont une valeur commerciale de 200 fr.; 2° les paraffines des goudrons de bog-head distillé à haute température (dans la fabrication du gaz), et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tivement les bougies que l'on confectionne avec ces paraffines sont plus assujetties à *couler*, s'amollir et se courber dans l'atmosphère chaude des salons où se trouvent rassemblées des réunions nombreuses.

Les bougies de paraffine produisent une belle lumière, qui pourrait devenir fuligineuse, si l'on ne réduisait le nombre des fils de la mèche à 55, comme l'a conseillé M. Cogniet, au lieu des 70 fils qui forment la mèche des bougies stéariques; cette réduction amène d'ailleurs une diminution notable dans la consommation de la paraffine, et la lumière obtenue en devient plus économique. Toutefois il arrive encore, surtout dans les mouvements de l'air un peu rapides, que la flamme de ces bougies laisse échapper quelques traces de fumée à la combustion; il y aurait donc un certain intérêt à modérer l'ascension capillaire de la substance liquéfiée. J'ai eu l'occasion d'observer cet effet utile de l'amoindrissement de l'ascension capillaire dans des bougies de paraffine teintes en nuances très-légères; il serait peut-être utile d'essayer d'obtenir des résultats analogues en employant des doses minimes de diverses substances incolores qui pourraient engorger très-légèrement les pores ou interstices des filaments du coton de la mèche.

La paraffine s'emploie avec avantage en vue de donner de la demi-translucidité et un plus beau poli aux bougies stéariques, 10 à 15 centièmes suffisent pour produire ce résultat en même temps que l'intensité lumineuse de la flamme est augmentée sensiblement.

En raison de sa grande fluidité à chaud et de son inflammabilité facile, elle peut être substituée avantageusement à l'acide stéarique pour imprégner le bois de la partie inférieure des allumettes à frottement en bois, sans soufre.

Mélangée avec la cire, elle sert à confectionner les allumettes-bougies à mastic inflammables par frottement, dont on fait un usage habituel dans le midi de la France.

On fait entrer la paraffine dans quelques apprêts des étoffes,

des huiles de naphte bruts (Pétroleum de Pensylvanie et du Canada), qui se vendent 250 fr.; 3° les paraffines des schistes d'Autun, de l'Allier, de l'Ardèche, de la tourbe et des huiles du *naphte* de Rangoon, dont la valeur s'élève à 275 et 300 fr. les 100 kilog.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la préparation de certains papiers photographiques et dans la composition de plusieurs vernis.

Sa résistance aux acides et aux alcalis permettrait sans doute de s'en servir pour luter les bouchons en verre ou en grès (maintenus d'ailleurs par une toile solidement fixée à l'aide d'une ligature), dans les tubulures des bouteilles ou bombonnes contenant certains produits à expédier : notamment de l'acide sulfurique, de la soude en solution concentrée ou même en fragments; on éviterait ainsi l'adhérence trop forte des luts ou mastics résineux difficiles à enlever, et qui exposent à casser le col des flacons lorsqu'on veut les ouvrir.

Nous avons indiqué les principales applications des hydrocarbures liquides et plus ou moins volatils des schistes; les produits analogues des *huiles de naphte brut* ou *pétroleum*, ont de semblables applications plus nombreuses même et plus variées peut-être, parce que convenablement rectifiées, elles ont une odeur moins forte, plutôt balsamique que fétide; qu'en outre, parmi ces produits épurés du *pétroleum*, les hydrocarbures multiples, incolores, très-légers et volatils, dont la densité varie de 640 à 760, et le point d'ébullition de + 40 à 50°, ont un pouvoir dissolvant énergique et une volatilité complète au-dessous de 100° qui pourront sans doute, en beaucoup de circonstances, les faire substituer avec avantage à l'essence de térébenthine (pour les peintures à l'huile), à l'alcool (dans certains vernis), à l'éther, à la benzine, pour dissoudre les matières grasses, gonfler le caoutchouc, et surtout au sulfure de carbone dont ils n'ont pas, à beaucoup près, les propriétés délétères. Nous avons vu que déjà M. Cogniet a réalisé une fort utile substitution de ce genre dans les opérations du raffinage de la paraffine. Par ce qui précède, on a pu voir que l'Exposition universelle a donné l'occasion de reconnaître les immenses progrès acquis et en voie de développement de l'industrie des hydrocarbures liquides et de la paraffine. On a pu constater en même temps la part très-large que nos inventeurs ont prise à la création et aux perfectionnements de cette industrie moderne.

ALCOOL

Obtenu à l'aide des transformations de l'hydrogène bicarboné.

Après avoir parlé des produits utiles que fournissent les schistes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et en particulier le bog-head, une des matières premières les plus productives d'un gaz de l'éclairage des plus riches en hydrogène bicarboné, il ne sera pas inutile d'ajouter un mot sur un produit qui excita une grande attention à l'Exposition de Londres, et qui bientôt après causa une émotion plus grande en France; car ce produit, l'alcool pur, tel qu'il apparaissait dans une des vitrines françaises, semblait devoir être obtenu manufacturièrement sous des conditions exceptionnellement économiques au moyen du gaz de la houille.

Telle était du moins l'annonce du fait inattendu publié en France, deux mois environ après l'ouverture de l'Exposition universelle, qui répandit l'inquiétude parmi tous nos fabricants d'alcool, et jeta dans l'hésitation plusieurs agriculteurs manufacturiers, au moment même où ils se disposaient à installer dans leurs exploitations des distilleries de betteraves, c'est-à-dire une des plus grandes améliorations que l'on ait réalisées dans ces derniers temps en économie rurale manufacturière. Bientôt heureusement la vérité se fit jour, quelques mots suffiront pour la faire connaître.

Et d'abord il sera bon que l'on sache que le litre d'alcool pur exposé, loin de représenter un produit manufacturier ou de fabrication courante, avait été préparé en y employant du gaz hydrogène bicarboné, sensiblement pur, qui lui-même provenait de la décomposition de l'alcool; or, si l'on tient compte de toutes les dispendieuses opérations, de la recomposition de ce litre d'alcool pur, on ne sera pas éloigné de croire qu'il aura coûté près de 1,000 francs. La concurrence d'une pareille fabrication n'était donc pas redoutable, et l'on n'avait évidemment fait autre chose que de répéter un peu plus largement l'une des remarquables synthèses qui, entre les mains extrêmement habiles et heureuses de M. Berthelot, ont fourni de si beaux et nombreux résultats dans une voie peu explorée jusqu'alors et purement scientifique.

Mais bientôt nous est venue d'une de nos villes manufacturières cette annonce d'un procédé tout nouveau, du moins dans ses résultats extraordinaires; car, disait-on, il suffisait d'un appareil combiné dans ce but pour obtenir avec la houille introduite à l'une des extrémités, du gaz d'éclairage directement transformé en alcool s'écoulant pur à l'autre bout de l'appareil. Un tel résultat

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était contraire à ce que la science actuelle pouvait admettre; la consommation seule du combustible et des matières premières, de l'acide sulfurique notamment, dont il aurait fallu employer théoriquement plus de six fois le poids de l'alcool à obtenir, l'extrême difficulté d'éliminer les produits volatils à odeur forte accompagnant les *éléments* de l'alcool, devaient rendre le prix de revient beaucoup plus élevé que celui des distilleries ordinaires. Telle a été la conclusion définitive à laquelle sont arrivées les personnes consciencieuses et compétentes qui ont essayé d'approfondir cette question; elle n'a donc pas d'importance réelle dans l'état actuel de la science et de l'industrie manufacturière.

BLEU DE PRUSSE ET PRUSSIATE DE POTASSE (Cyanoferrure de potassium.)

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE FABRICATION

Dans les résidus ou les produits accessoires de la fabrication du gaz de la houille, deux inventeurs français ont indiqué les sources nouvelles du cyanogène et de ses composés applicables à l'industrie; nous allons décrire la série des opérations à l'aide desquelles on peut parvenir à ces résultats.

Chacun connaît les résidus infects de l'épuration du gaz, au sein desquels se sont accumulées les matières volatiles à odeur forte, la plupart plus ou moins insalubres ou incommodes à des degrés différents. Dans l'intérêt de la salubrité, les règlements administratifs imposent aux compagnies d'éclairage l'obligation d'épurer le gaz en éliminant le sulfhydrate et le carbonate d'ammoniaque, au moins jusqu'à ce que les papiers imprégnés, soit d'acétate de plomb, soit de teinture bleue de tournesol, n'accusent plus la présence de ces sels par une coloration brune pour les premiers, ou rouge quant aux seconds.

L'épuration du gaz de la houille s'effectuait naguère à l'aide de l'hydrate de chaux, qui fixait seulement l'acide sulfhydrique; la réaction était quelquefois précédée de celle du plâtre humide, qui arrêtait principalement le carbonate d'ammoniaque par simple condensation dans la masse poreuse, ou par une double décomposition produisant du carbonate de chaux et du sulfate d'ammo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niaque, fixes l'un et l'autre aux températures atmosphériques ordinaires. Très-généralement aujourd'hui dans les grandes usines, on épure le gaz en le faisant filtrer d'abord au travers de masses de coke continuellement arrosées avec des eaux de condensation et quelquefois ensuite avec de l'eau simple. Cette sorte de lavage arrête la plus grande partie des matières goudronneuses tenues en suspension et qui forment dans le gaz une sorte de brouillard ; elle fixe en outre, en grande partie, les composés ammoniacaux qui se dissolvent et dont on doit ultérieurement extraire l'ammoniaque.

Après cette première épuration, le gaz est dirigé vers d'autres filtres où il traverse méthodiquement à deux reprises, des couches épaisses d'un mètre environ, disposées sur plusieurs claies horizontales, d'un mélange de sesquioxyde de fer hydraté, contenant du sulfate de chaux et allégé par une interposition de sciure de bois. Cette substance épurante que l'on revivifie de temps à autre par une simple exposition à l'air, et l'action oxydante qui reproduit le sesquioxyde, se charge de plus en plus, et contient lorsqu'enfin il faut la renouveler, outre ce qui peut rester de sesquioxyde de fer et de sulfate de chaux, du carbonate de chaux, du sulfate d'ammoniaque, du soufre, du sulfure, du cyanure de fer et du sulfo-cyanure ; enfin divers hydrocarbures, quelques acides et bases organiques, et des composés ammoniacaux.

Ce sont ces résidus à composition si complexe que M. Gautier-Bouchard parvient à utiliser en les traitant de la manière suivante : on les soumet d'abord à des lavages par l'eau froide pour éliminer le sulfo-cyanure, et les autres composés directement solubles. On mélange intimement ensuite la matière lavée, avec de l'hydrate de chaux, environ 30 kilogrammes par mètre cube de résidu, puis elle est soumise à un lessivage méthodique avec de l'eau ordinaire.

Les premières solutions les plus denses sont décomposées par du carbonate de potasse, il se forme un précipité de carbonate de chaux ; le cyanure de potassium reste en dissolution, on l'extrait à l'aide de la concentration du liquide par simple évaporation. Quant aux dernières eaux de lavage, trop faibles pour être économiquement concentrées, on les précipite au moyen du proto-sulfate de fer, puis on avive le précipité par des additions d'hypochlorite de chaux et d'un léger excès d'acide chlorhydrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bleu de Prusse se dépose ; il est facilement recueilli sur des filtres, après que l'on a décanté le liquide clair surnageant. Le bleu obtenu directement ainsi, sous forme pâteuse ou soumis à la dessiccation, se trouve doué d'une remarquable intensité de ton, double à peu près de celle des bleus anglais ordinaires, à quantité égale de substance sèche.

Il est facile de s'en rendre compte : à cet effet on délaye une quantité égale des bleus à comparer, en mélangeant chacun d'eux d'une façon très-intime avec dix fois son poids de belle céruse très-blanche, dite *blanc d'argent*, après cette addition les nuances sont assez affaiblies pour être facilement comparables, et l'on a reconnu que pour arriver à une teinte égale, le bleu de résidu pouvait supporter une quantité de blanc double de celle qui a été mélangée avec le bleu anglais.

A l'aide du traitement ci-dessus indiqué, l'inventeur obtient d'un mètre cube du résidu des usines, 15 kilogammes de bleu de Prusse. Au moment où l'exposition fut ouverte, les 1,500 mètres cubes livrés par la Cie parisienne du gaz avaient produit 22,500 kilogrammes de bleu de Prusse.

PROCÉDÉ NOUVEAU DE FABRICATION DU PRUSSIATE DE POTASSE.

La seconde source nouvelle de la production des cyanures et du bleu de Prusse, sans avoir encore reçu la consécration d'une pratique suffisamment prolongée, permet d'espérer un succès définitif dans les localités surtout où, comme en Angleterre, certains produits accessoires de la fabrication du gaz de la houille dépassent les besoins actuels de la consommation ; de temps à autre ils sont livrés à bas prix, dans des circonstances qui se représentent périodiquement et qu'il est utile de connaître : ce sont surtout les produits ammoniacaux qui se trouvent accumulés dans les magasins. Alors les compagnies ainsi encombrées font vendre ces produits aux enchères ; les acheteurs qui se présentent n'ont pas ordinairement le placement immédiat de ces marchandises, mais ils les achètent souvent à des prix fort inférieurs aux cours habituels, puis attendent une occasion favorable pour les revendre. C'est une spéculation qui permet d'obtenir le sulfate d'ammoniaque à 25 francs les 100 kilogrammes, quelquefois au-dessous. On comprend donc le succès pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bable d'une industrie fondée sur les cours périodiquement favorables des produits ammoniacaux, dont on pourrait sans peine s'assurer un approvisionnement régulier[1]; on profiterait d'ailleurs du prix de revient très-bas de la houille en certaines localités. Cette circonstance se rencontre fréquemment en Angleterre; elle permettra de se procurer à bon marché le sulfure de carbone (acide sulfo-carbonique), autre matière première de la fabrication inventée par M. Gélis. Quant au soufre, l'une des trois substances qui concourent à la production du cyanogène, il se trouve sans cesse régénéré dans les opérations. M. Gélis compare son action au rôle que remplit l'acide azotique dans la production de l'acide sulfurique. De même, en effet, que le bioxyde d'azote est, en définitive, l'intermédiaire qui transporte l'oxygène de l'air sur l'acide sulfureux, de même le soufre est un agent intermédiaire entre le carbone et l'azote, qui, par leur union, doivent former le cyanogène.

Voici en quoi consistent les opérations du nouveau procédé. En mélangeant à froid l'acide sulfo-carbonique et le sulfhydrate d'ammoniaque dans un vase clos muni d'un agitateur, on obtient aisément le composé mixte, sulfo-carbonate de sulfure d'ammonium. Celui-ci, traité par du sulfure de potassium à la température de 100° dans un vase distillatoire (à double fond, où la vapeur d'eau circule et à retour de l'eau condensée), laisse dégager des vapeurs de sulfhydrate de sulfure d'ammonium et d'acide sulfhydrique; ces vapeurs, recueillies par condensation et saturées d'ammoniaque, serviront pour l'opération suivante. Quant au résidu fixe, formé de sulfo-cyanure de potassium, il suffit de le dessécher et de le traiter à la température du rouge sombre, puis de le soumettre à une lixiviation pour en obtenir d'une part du sulfure de fer insoluble et une solution de cyano-ferrure de potassium, qu'une simple concentration amène à l'état convenable, pour donner par refroidissement le *prussiate de potasse* cristallisé, livrable au commerce ou très-facilement transformable en *bleu de Prusse* par les sels de fer et les moyens usuels.

Les ustensiles et appareils à l'aide desquels ce procédé a été exécuté déjà sur plus de 1,000 kilogrammes à la fois se composent:

1° Du mélangeur clos, dans lequel s'opère à froid la combi-

1. A cet égard les conditions diffèrent peu en France par suite de l'accroissement de la production du gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naison du sulfure de carbone avec le sulfhydrate d'ammoniaque, produisant le sulfo-carbonate d'ammoniaque :

$$2\ C\ S^2 + 2\ (S\ H^4\ Az) = C^4\ S^4,\ S^2\ H^8\ Az^2.$$

2° Un alambic pour la décomposition du sulfo-carbonate d'ammoniaque et sa transformation en sulfo-cyanure de potassium ; cet appareil, une chaudière dans laquelle on chauffe à 100° le mélange de deux équivalents de sulfo-carbonate d'ammoniaque avec un équivalent de sulfure de potassium, réaction qui laisse un résidu de sulfo-cyanure de potassium et dégage du sulfhydrate de sulfure d'ammonium et de l'acide sulfhydrique :

$$C^2\ S^4,\ S^2\ H^8\ Az^2 + K\ S = C^2\ Az,\ S^2\ K + S\ H,\ S\ H^4\ Az + 3.(H\ S).$$

L'appareil doit donc comprendre une chaudière close à produire l'ammoniaque gazéiforme, un cylindre en tôle, complétement entouré d'eau, dans lequel se condensent les produits dégagés des deux chaudières, sortes de cucurbites, c'est-à-dire d'une part l'ammoniaque, de l'autre l'acide sulfhydrique et le sulfhydrate de sulfure d'ammonium, reformant par leur réunion du sulfure neutre d'ammonium applicable aux opérations suivantes.

Si nous ne décrivons pas ici ces appareils ni dans leurs détails les condensateurs à réfrigérant d'eau, c'est que la fabrication n'étant pas définitivement installée, ils pourront être modifiés encore, leur construction d'ailleurs n'offre aucune difficulté.

Quant à la bassine en fonte où l'on chauffe le sulfo-cyanure de potassium avec du fer réduit, elle est munie d'un couvercle en tôle qui la clôt hermétiquement; la transformation en prussiate de potasse s'y effectue d'après l'équation suivante :

$$3\ (C^2\ Az,\ S^2\ K) + 6\ Fe = 2\ C^2\ Az\ K,\ C^2\ Az\ Fe + 5\ (S\ Fe) + S\ K.$$

Les principaux avantages de ce procédé consisteraient dans la production économique du prussiate de potasse en quantité égale, sensiblement à celle que la théorie indique, tandis qu'en suivant l'ancienne méthode du traitement des matières animales à demi carbonisées, on emploie en grand excès le carbonate de potasse et l'on ne peut utiliser qu'une partie de l'azote, en occasionnant une déperdition au préjudice de l'agriculture, qui partout manque de substances azotées en doses suffisantes pour produire le maximum de récolte. A ces différents titres, le procédé ingénieux de M. Gélis mérite d'être recommandé à toute l'attention de nos manufacturiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques autres conditions importantes à remplir relativement à la préparation des matières premières et à l'emploi des résidus, en vue du succès économique de l'opération et que M. Gélis a bien voulu m'indiquer.

L'oxyde de fer *réduit* se prépare en employant les *éclats* de fer et de fonte enlevés à la gouge, que l'on trouve exempts d'huile dans les ateliers d'ajustage. Le fer, à cet état est transformé facilement en peroxyde hydraté en l'exposant humide, en couche mince à l'action de l'air. Cet oxyde, séparé des fragments par le tamisage, est ramené à l'état métallique en le chauffant avec 25 centièmes de poussier dans un cylindre en fonte, à fond plat (semblable aux cornues à gaz), chauffé sous une voûte et seulement au rouge sombre; le charbon s'emparant de l'oxygène de l'oxyde forme du gaz oxyde de carbone qui se dégage; l'opération est terminée dès que le dégagement du gaz cesse : le produit obtenu est entièrement privé d'oxygène, il contient un petit excès de charbon qui ne présente aucun inconvénient.

Une autre source de l'oxyde de fer hydraté vient de l'opération elle-même, elle est le résultat de la production du sulfure de fer : en effet, ce sulfure étendu à l'air et arrosé d'eau afin d'oxyder le fer et d'isoler le soufre sans produire de *grillage* ou de combustion, donne cet oxyde hydraté que l'on réduit par le charbon dans les conditions indiquées ci-dessus.

Nous avons vu comment dans le cours des réactions s'engendre le sulfhydrate d'ammoniaque; ce composé se reproduisant sans cesse en quantité surabondante, on en tire facilement parti en le décomposant par le peroxyde de fer hydraté (dont nous venons d'indiquer les deux principales sources). Cet oxyde agit en dégageant sous forme gazeuse l'ammoniaque qui sert directement à la réaction, il laisse du sulfure de fer mélangé de soufre dans la chaudière où sa décomposition s'est faite :

$$3\,(SH\,Az\,H^3) + Fe^2\,O^3 = Az\,H^3 + 2\,(Fe\,S) + S + 3\,HO.$$

Le sulfure de fer obtenu ainsi peut être utilisé de plusieurs manières :

1° En le soumettant au grillage dans un four, on produit de l'acide sulfureux applicable à la préparation des sulfites ou des hyposulfites ou à la fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° En régénérant le soufre par la méthode suivante : ce dépôt de sulfure de fer étendu et entretenu humide sous un hangar, absorbe rapidement l'oxygène de l'air et comme nous l'avons vu déjà se change en sesquioxyde laissant le soufre libre (à peine se produit-il des traces de sulfate de fer) ; la réaction étant ainsi représentée :

$$2\,(Fe\,S) + O^3 = Fe^2\,O^3 + S.$$

Si ce mélange est employé à la décomposition d'une nouvelle quantité de sulfhydrate d'ammoniaque, à chacun des traitements successifs, il se chargera d'une proportion plus forte de soufre. M. Gélis a pu obtenir ainsi des mélanges renfermant 9 parties de soufre pour 1 d'oxyde. Or, il est facile d'extraire économiquement le soufre d'un pareil mélange, en le soumettant à l'action dissolvante du sulfure de carbone dans un appareil semblable à celui de M. Deiss, que nous décrirons prochainement. L'oxyde de fer, débarrassé du soufre, peut servir aux opérations suivantes.

Enfin, deux autres précautions observées récemment par M. Gélis consistent, l'une à enlever complétement le dernier équivalent d'eau qui reste uni au sulfocyanure de potassium, on y parvient en le chauffant à feu nu, dans un vase en fonte, à la température de 140 à 160°, et l'agitant sans cesse pendant trois heures. L'autre précaution a pour but de clore très-hermétiquement la bassine en fonte dans laquelle on chauffe le sulfocyanure de potassium avec le fer réduit. Cette fermeture (devant prévenir tout accès d'air qui détruirait du cyanogène en formant de l'ammoniaque) est produite en ménageant dans le bord de la bassine une rainure demi-cylindrique, et terminant les bords du couvercle par un bourrelet qui s'engage à frottement dans cette rainure et intercepte tout passage d'air à l'aide d'une couche légère de terre argileuse. Enfin, un petit ajutage adapté à la partie supérieure de ce couvercle permet de laisser, au commencement de l'opération, dégager les dernières traces de vapeur d'eau et vers la fin, de s'assurer que la transformation est complète, en prenant une minime quantité du produit au bout d'une baguette de verre et constatant qu'il ne donne plus d'indice de sulfocyanure avec une solution de sel de fer[1].

1. A ces renseignements, que je lui dois, M. Gélis a bien voulu joindre les éléments qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉGRAISSAGE ET DÉGOUDRONNAGE DES LAINES

par le sulfure de carbone.

L'industrie nouvelle que nous allons décrire se fonde sur une application du sulfure de carbone dans des conditions fort remarquables qui ont assuré son succès en grand, à l'aide d'une modification très-légère. Faute de cette innovation cependant, le traitement des laines, en vue d'en extraire les matières grasses par ce dissolvant, déterminait une altération telle de la substance filamenteuse, qu'il avait fallu renoncer à l'emploi de ce moyen.

Ce procédé d'extraction des matières grasses et goudronneuses a été perfectionné et rendu manufacturier par M. Moison, qui a fondé pour son exploitation une très-intéressante usine près de Mouy (Oise). Il repose sur l'action dissolvante et sur la volatilité du sulfure de carbone, et permet de dissoudre ces matières étrangères dont les laines sont imprégnées; de les isoler et de recueillir la plus grande partie du dissolvant par distillation et condensations continues. Cette opération, facile en apparence, présentait dans son application de sérieux obstacles. Les plus grandes difficultés étaient, d'une part, de produire un dégraissage régulier et complet; d'un autre côté, d'expulser, sans détériorer

suivent pour établir un prix de revient approximatif basé sur une fabrication de 30,000 kilogr. de *prussiate de potasse* par son procédé.

Sulfure de carbone brut.	35,000 kilogr.	à	45 fr.	les 100 kilogr.	15,750 fr.
Sulfate de potasse. . . .	36,400	—	40	—	14,560
Sulfate d'ammoniaque. .	25,300	—	35	—	8,875
Fer *réduit*	50,000	—	10	—	5,000
Chaux vive (*grasse*). . .	17,500	—	4	—	700
Frais pour transformer le sulfate de potasse en sulfure de potassium, 3 fr. les 100 kilogr., main-d'œuvre et combustible					1,092
Main-d'œuvre 12 hommes à 3 fr. 50 pendant 30 jours					1,260
Combustible					600
Loyer et frais généraux pour un mois					1,000
Déficit sur matière première et pertes, 15 p. 100 de la dépense .					7,322
Total des frais.					56,139 fr.
A déduire pour la valeur des produits rentrant dans les opérations :					
1/3 de la potasse à l'état de carbonate				5,000	8,250
25,000 kilogr. de soufre à 13 fr..				3,250	
Reste net, pour 30,000 kilogr de prussiate.					47,889 fr.

d'ou l'on tire pour prix coutant de 1 kilogr., 1 fr. 59.

Si dans ces calculs le fer réduit n'est compté qu'à 10 fr., c'est que la matière première est fournie par les résidus : il n'y a donc à faire de dépense que pour la main-d'œuvre et le combustible.

Le soufre recueilli n'est compté qu'à 13 fr. les 100 kilogr. ou moitié de sa valeur réelle, la différence étant attribuée aux frais de revivification.

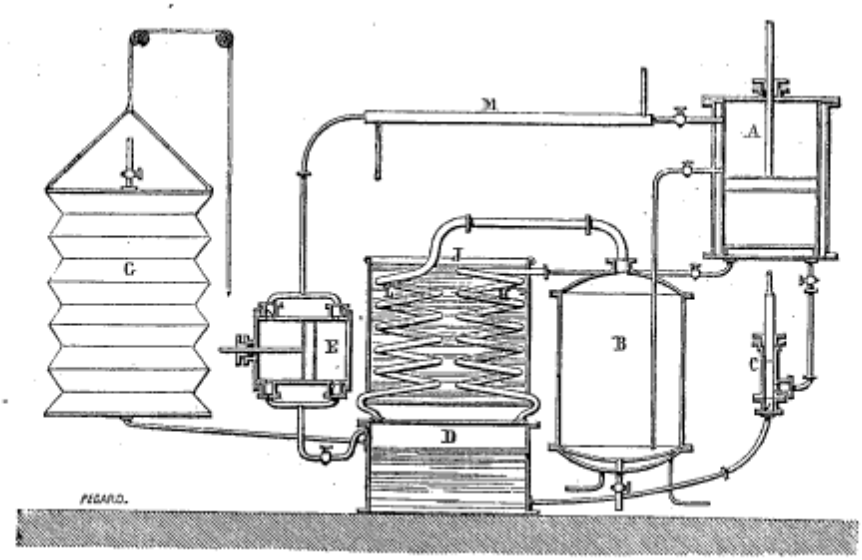
Le sulfure de potassium est obtenu en décomposant le sulfate de potasse par le charbon dans un four à réverbère (*four à soude*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la laine et de recueillir le sulfure de carbone dont la laine reste imbibée après le dégraissage.

L'eau bouillante, et mieux encore la vapeur d'eau injectées au travers de la laine dégraissée volatilisent et chassent parfaitement le liquide sulfuré, mais non sans altérer la substance textile : sous l'influence combinée de l'eau, de la température et de l'acide sulfo-carbonique, elle est durcie, devient adhérente et prend une couleur jaunâtre plus ou moins brune, teintes variables encore suivant que les laines sont demeurées depuis plus ou moins longtemps en contact avee les corps gras.

Ces inconvénients disparaissent si l'on effectue le dégraissage par l'injection du sulfure de carbone dans la laine comprimée en masse (exempte de trop d'humidité), pourvu que l'expulsion de ce liquide très-volatil ait lieu seulement à l'aide d'un courant forcé d'air chaud (à une température de 70 à 80° centésimaux, au plus) au travers de la masse après le dégraissage. Cette opération s'effectue facilement dans un appareil construit par M. Moison et présentant les dispositions qu'indique la figure ci-dessous.



A, cuve en fonte parfaitement close, c'est-à-dire qui se ferme hermétiquement au moyen d'un couvercle également en fonte. Elle est enveloppée d'une chemise de tôle qui laisse tout autour un intervalle vide de quelques centimètres entre elle et la cuve. Un tuyau amène à volonté de la vapeur dans cette double enve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppe, afin d'échauffer la cuve au moment de produire l'insufflation de l'air chaud.

Le couvercle porte près de sa circonférence une rainure circulaire remplie de plomb. La bande de plomb rend le joint hermétique par la pression que l'on exerce à l'aide de boulons articulés sur le bord anguleux de la cuve.

A quelques centimètres du fond de cette cuve se trouve un faux fond solide percé de trous ou un grillage en fonte sur lequel on pose la laine à dégraisser.

Un disque en fonte percé de trous est fixé à trois tiges de fer filetées à leur partie supérieure et lisses dans leur partie inférieure, glissant chacune dans une boîte à étoupe adaptée à l'ajutage, qui fait corps avec le couvercle. Ce disque sert à comprimer la laine par des vis qui terminent les tiges et forment, au moyen de trois écrous correspondants, une véritable presse. La cuve A étant remplie avec 100 kilogrammes de laine, celle-ci se trouve réduite à la moitié de son volume par la pression.

Une pompe aspirante et foulante C en fonte de fer et piston plein prend à volonté le sulfure de carbone dans un récipient en tôle D par son tuyau d'aspiration et le conduit par le tuyau de refoulement sous le faux fond à claire-voie.

Un tuyau G, adapté à la moitié de la hauteur de la cuve, conduit le liquide, chargé, après sa filtration, de corps gras, ou goudronneux, ou résineux, dans un alambic B.

Ce vase distillatoire est chauffé à la vapeur au moyen d'un double fond, ou mieux encore d'un serpentin contourné en spirale, en fer creux, à retour d'eau.

Un robinet est adapté au fond de l'alambic pour retirer les corps gras après la distillation et le barbotage de la vapeur d'eau.

Un deuxième serpentin en fer creux, mais percé de trous et placé entre les spires du premier, est destiné à faire traverser de la vapeur d'eau dans les matières grasses ou résineuses, afin de chasser les dernières traces de sulfure avant de faire écouler ces matières hors de l'alambic par le robinet de fond.

Un serpentin I en hélice, placé dans un vase réfrigérant J, communique avec le chapiteau de l'alambic B et conduit le sulfure condensé dans le récipient D par l'extrémité du tuyau qui sort à la partie inférieure de l'enveloppe du réfrigérant.

Une pompe E aspirante et foulante prend l'air par le tuyau in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

férieur dans le récipient D à sulfure de carbone au-dessus du liquide et le conduit par le tuyau supérieur (portant une double enveloppe M) dans la cuve à *lessiver* A, au-dessus de la laine comprimée dans cette cuve.

Le tuyau à double enveloppe M, concentrique au tuyau à air, enveloppe celui-ci dans une partie de sa longueur; il sert à échauffer l'air avant de le faire entrer dans la cuve A lorsqu'on veut, par cette insufflation d'air chaud, déplacer d'abord, puis vaporiser le sulfure de carbone interposé dans la masse de laine. En effet, le tuyau partant du fond de cette cuve conduit l'air ainsi refoulé dans le récipient (d'où il est parti), après avoir traversé la laine et s'être refroidi dans un second serpentin H en hélice placé dans le même réfrigérant à renouvellement d'eau froide.

Un gazomètre G à soufflet en cuir ou à cloche dans une cuve [1] communique avec tout l'appareil par un tuyau adapté au récipient à sulfure au-dessus du niveau de ce liquide.

Le tuyau entre la cuve A et l'alambic B, ainsi que les bouts de chacun des serpentins qui sortent du réfrigérant et se rendent au récipient D, sont pourvus chacun d'un court manchon en cristal [2], servant de regard pour voir et diriger le fonctionnement de l'appareil. Chacun de ces trois tubes est pourvu d'un petit robinet qui permet de retirer un peu du liquide qui s'écoule pendant l'opération pour l'examiner.

Les robinets, 1° entre la pompe E et le récipient à sulfure, 2° entre la cuve A et le serpentin H, *sont à trois airs,* dits *à trois eaux;* ils sont destinés, le premier à prendre à volonté de l'air à l'extérieur de l'appareil pour chasser l'air chargé de vapeur de sulfure qui remplit la cuve après l'opération, l'autre à conduire cet air vicié par un tuyau spécial au dehors de l'atelier, afin d'éviter d'incommoder les opérateurs. Voici maintenant comment on dirige toute l'opération.

La laine étant mise sèche autant que possible et comprimée dans la cuve A, et celle-ci parfaitement close, on met la pompe C

1. Cette dernière disposition semblable à celle des gazomètres des usines à gaz oblige à la précaution de prévenir la congélation de l'eau en hiver : une faible injection de vapeur y suffit.

2. Ces manchons s'adaptent aisément dans la solution de continuité, de chacun de ces tubes ; on les rend étanches par une ligature imprégnée de vernis alcoolique de gomme laque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en mouvement. Le liquide injecté, en traversant de bas en haut la masse de laine, en effectue graduellement le dégraissage par dissolution et par déplacement. L'injection du liquide est continuée jusqu'à ce que, par le regard en cristal interposé, on juge, à la couleur du liquide passant dans le tube dit *trop-plein*, que le dégraissage est terminé, ou, pour plus de certitude, on continue jusqu'à ce que quelques gouttes de liquide étant recueillies par le très-petit robinet adapté sous le *trop-plein* et évaporées sur une lame de verre, on n'aperçoive plus aucune trace de graisse.

A mesure que le liquide s'écoule à l'aide de ce tuyau *trop-plein* dans l'alambic, il est distillé, et par la condensation de sa vapeur le sulfure de carbone se trouve ramené dans le récipient, d'où il est sans cesse repris et refoulé au travers de la laine.

Lorsque l'opération du dégraissage est terminée, il est de la plus haute importance de retirer et de recueillir le liquide dont la laine reste imprégnée. Il n'est pas moins important de faire cette élimination sans détériorer la substance textile et sans en altérer la nuance (qu'elle soit blanche ou teinte). Cette deuxième partie de l'opération, quoique la plus délicate et la plus chanceuse, s'effectue sans aucune difficulté, à l'aide des précautions suivantes.

La pompe à injecter le liquide dissolvant étant arrêtée et les robinets fermés, on met en jeu la machine soufflante après avoir ouvert les robinets de communication. L'air arrive par le tuyau M[1] dans la cuve au-dessus de la laine et traverse cette substance. Aux premiers coups de piston, la plus grande partie du liquide se trouve déplacée de haut en bas et s'écoule en abondance par le tuyau et le serpentin H, aboutissant au récipient à sulfure. L'insufflation est continuée jusqu'à ce qu'il ne se condense et ne s'écroule plus de liquide dans le serpentin, ce dont on s'assure par le regard en cristal adapté à l'extrémité externe de ce serpentin.

L'air poussé par la machine soufflante s'échauffe dans son parcours *d*, correspondant à la longueur de la double enveloppe M,

1. Entre ce tube à double enveloppe et la pompe, on doit interposer un très-long tube sinueux, refroidi par l'air et condensant la vapeur de sulfure de carbone, il serait préférable encore de faire passer dans un bassin réfrigérant ce long tube, afin de mieux condenser, par un courant d'eau froide, le sulfure de carbone doué d'un assez notable tension aux températures moyennes de l'air atmosphérique, à plus forte raison durant les chaleurs de l'été.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une température qui ne doit pas dépasser 70 à 80°; il volatilise, en pénétrant la substance textile, le sulfure de carbone, dont le point d'ébullition est de 48° et arrive dans le serpentin H mélangé de liquide et mélangé ou saturé de vapeur de sulfure qu'il laisse déposer en se refroidissant. De là il passe dans le récipient, pour être repris de nouveau par la pompe à air. L'insufflation dure environ trois heures. Lorsqu'elle est terminée complétement et n'entraîne plus rien, la laine, dégraissée et débarrassée ainsi du dissolvant, est retirée *sèche* de l'appareil.

Dans cette opération, l'expulsion du sulfure a lieu, comme on le voit, d'abord par un simple déplacement mécanique, puis par une véritable distillation produite au sein de la matière textile à l'aide du courant forcé du même air, successivement réchauffé à son entrée et refroidi par sa circulation avant de revenir. Si l'air était continuellement renouvelé, une perte considérable du liquide volatil aurait lieu; elle serait proportionnelle à la quantité d'air employée à son point de saturation à la température du réfrigérant.

La durée de l'expulsion du sulfure est en rapport avec la quantité contenue dans la laine, la température de l'air introduit, la capacité calorifique de la vapeur de sulfure, la capacité calorifique de l'air et la quantité d'air que peut envoyer la machine soufflante dans un temps donné.

Cette industrie offre les avantages suivants : 1° de nettoyer les laines goudronnées provenant des marques des moutons : ces laines étaient jusqu'alors perdues ou rejetées comme sans valeur; 2° de dégraisser parfaitement et économiquement les *déchets* de débourrage des laines grasses cardées et de recueillir les huiles qu'ils contiennent.

Ces huiles, dont la quantité est en moyenne de 32 centièmes du poids des débourrages bruts, sont employées dans l'industrie à divers usages : fabrication du savon, confection des *dégras*[1], etc.

Un autre avantage non moins intéressant à signaler résulte de l'extraction des débris laineux éliminés de la laine par le battage après que le dégraissage et le séchage sont terminés. Ce produit,

1. Elles proviennent des matières employées au graissage dans le travail primitif, et comprennent les produits de diverses graines oléagineuses : arachide-colza (des huiles de colza dites *désulfurées*, c'est-à-dire chauffées à 250° centésimaux), des huiles d'olive, enfin de l'acide oléique provenant lui-même de la fabrication des acides gras.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perdu avec l'huile dans les procédés de dégraissage très-imparfaits anciennement employés, s'élève environ à 42 p. 100 du poids brut. On l'emploie maintenant comme engrais des terres en culture. Ces sortes de poussières de laine, d'autant plus actives sur la végétation qu'elles sont plus divisées, agissent, dans ce cas, aussi bien que les laines tontisses, faciles comme elles à répandre et à doser, et dont les agriculteurs savent maintenant apprécier les excellents effets [1].

Quant aux laines provenant des portions des toisons tachées par les marques qui servent à faire reconnaître les moutons dans les troupeaux, les unes sont imprégnées de goudron ou de poix brune, d'autres de résines, d'autres enfin d'huiles grasses, siccatives, lithargirées, avec lesquelles on a délayé des *ocres* ou d'autres matières colorées, analogues aux peintures à l'huile siccative. Ces dernières résistent à l'action dissolvante du sulfure de carbone et maintiennent agglomérés les flocons de laine; on est donc obligé de les séparer par un triage à la main, n'en pouvant guère tirer parti qu'en les ajoutant aux engrais.

En tout cas, ces laines des marques sont traitées à part; les produits goudronneux et résineux que l'on en extrait sont mélangés avec du menu coke ou du poussier et servent de combustible sous les générateurs.

Les laines les plus blanches, provenant des débourrages de cardes, sont tissées dans la localité même (à Mouy, Oise); elles se vendent, suivant leur finesse naturelle, de 3 à 5 francs le kilogr., lorsque les laines neuves semblables valent de 7 à 9 francs; les laines bleues, également mises à part, sont vendues 2 fr. 50 c.

On remarque d'ailleurs que les laines teintes de cette catégorie conservent leurs nuances, même légères, de violet et de rose, ce qui indique qu'elles demeurent exemptes d'altération après le traitement par le sulfure de carbone.

1. Une partie des laines tontisses se trouve actuellement perdue ou plutôt bien mal employée : on s'en sert quelques fois, en effet, dans le foulage des draps, en vue d'introduire leurs courts filaments dans les interstices ; on parvient ainsi à en faire entrer environ 10 pour 100 du poids total; cette sorte de mélange rend le drap plus *moelleux*, lui donne un aspect de velouté, mais toutes ces apparences sont trompeuses, car la laine tontisse disparait ultérieurement comme une poussière, à l'usage; il semblerait donc que cette innovation pourrait être considérée comme une fraude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 3.

PRODUITS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES.

PAR M. DEHERAIN.

---

§ 1. *Aspect général*. Si la première condition d'une exposition est de caractériser l'industrie des nations, d'indiquer clairement et nettement quelle est la base de leur richesse, la source de leur prospérité, il faut avouer que tout le monde s'est fourvoyé, car nulle part l'agriculture, la première des industries, n'est placée au rang qu'elle mérite.

Quand on a pénétré dans le palais de Kensington, que remis de la première impression, un peu habitué au mouvement, on commence à regarder les détails, on trouve, dès l'entrée, une grosse pyramide d'or, puis une fontaine de faïence, puis des canons, des objets d'art, etc., etc., mais pas trace de produits agricoles.

Comment cette merveilleuse agriculture anglaise qui a élevé le rendement moyen de l'hectare au-dessus de 120 francs, tandis qu'il n'est guère qu'à 90 chez nous, malgré nos vins, nos soies, notre betterave à sucre; comment cette agriculture modèle a-t-elle consenti à n'avoir pas d'exposition?

Nous savons, au reste, qu'elle a menagé une partie de ses forces pour le concours de Battarsea, mais elle eût pu cependant ne pas s'annuler aussi complétement qu'elle l'a fait à Kensington.

Nous savons certes que l'agriculture anglaise est fort avancée, il eût fallu cependant l'affirmer de nouveau, et montrer dès l'abord que la nation chez laquelle on pénètre n'est pas uniquement formée de potiers et de mineurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les produits agricoles anglais, entassés dans l'annexe de l'est, n'offrent aucune vue d'ensemble; jetés pêle-mêle dans une galerie, sans qu'on se soit soucié de les classer dans un ordre quelconque, ils repoussent toute tentative d'examen consciencieux; on va, on revient au travers de toutes ces vitrines éparses sans savoir jamais si on a bien vu, si dans les mille détours qu'on a faits on n'a pas laissé de côté des produits intéressants.

Notre exposition française est certainement bien mieux ordonnée, elle fait le plus grand honneur à M. Porlier, chargé spécialement de son installation; il a montré une fois de plus que la France a bien l'art de présenter les choses, nettement et clairement. Au lieu d'avoir laissé les exposants s'arranger à leur guise et gaspiller l'espace, comme dans le compartiment anglais. La France, malgré la place un peu obscure qu'elle occupe a su donner à son exposition fort bonne tournure, au moyen d'un système de vitrines uniformes, dans lesquelles les objets sont très-simplement classés. Peut-être, cependant, aurait-il fallu encore multiplier les indications; nous ne manquons pas de renseignements statistiques qu'il eût été, sans nul doute, utiles de montrer.

Si on nous disait: La région du froment produit, année moyenne, tant d'hectolitres de blé, d'avoine, de graines de colzas, de quintaux de sucre, d'hectolitres d'alcool, le public pourrait se faire une opinion plus nette sur l'état agricole de notre pays qu'en voyant seulement des spécimens sur lesquels il a d'autant plus de peine à se faire une opinion, qu'ils sont enfermés, et qu'il est impossible qu'il en soit autrement.

Ce serait même ainsi, à y bien penser, qu'on pourrait avoir une exposition agricole intéressante et instructive, qu'on pourrait signaler les forces productrices du pays; si les grands tableaux renfermant les documents de la production étaient fortifiés encore par les chiffres des importations et des exportations, ils deviendraient complets, on saurait qu'elles sont les produits à acheter, les produits à fournir.

Les expositions ont certainement une grande importance morale, mais elles sont avant tout des spectacles industriels et commerciaux, pour qu'elles atteignent réellement leur but, il faudrait que chaque pays indiquât clairement ce dont il manque, afin qu'on s'efforçât de le lui fournir, indiquât en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps ce qu'il veut exporter, pour qu'on s'adressât à lui quand besoin serait.

L'exposition agricole de l'Algérie et des colonies est aussi fort habilement disposée, toutefois il semble qu'on aurait pu faire mieux encore; sur les 4780 exposants de la France européenne, 2122 appartiennent à la classe 3, aux produits agricoles; il est donc de la plus grande évidence que la France est avant tout une nation essentiellement agricole, n'aurait-il pas fallu proclamer cela hautement, en disposant de la place que nous avions sous la nef pour y établir un de ces beaux trophées que nous savons si bien faire ?

L'exposition des produits alimentaires italiens est faite avec négligence, il ne faut pas, dans un grand concours comme celui de Londres, se contenter d'accumuler des bouteilles sur une table, toute tâchée d'huile, avec des étiquettes peu lisibles. L'Italie devient un grand pays, ses produits alimentaires sont jusqu'à présent les seuls sur lesquels elle puisse établir un commerce de quelque importance, elle eût fait sagement de les exposer avec plus de soin.

En Allemagne, l'Autriche s'est distinguée, son exposition de vin de Hongrie, bien qu'un peu mythologique, bien que rappelant un peu trop le gros Silène et les rieuses Bacchantes, est d'un bon effet. Ce que nous trouvons précieux surtout, c'est son catalogue, rédigé en français et tout gonflé de renseignements sur l'état général du pays, sur ses productions les plus importantes. Les éclaircissements qu'ajoutent les exposants à leurs produits sont aussi plus nets, plus précis, que ceux que contient la seconde partie de notre catalogue, ils paraissent aussi plus véridiques, moins empreints de cette loquacité de commis voyageur, dont quelques-uns de nos exposants n'ont pas su se défaire encore.

Les catalogues, ou plutôt les notices qu'ont imprimées les colonies anglaises et les nôtres, sont aussi très-intéressants, ils donnent sur la marche de ces pays nouvellement entrés dans la vie générale du globe des éclaircissements très-propres à les faire bien connaître et à favoriser le mouvement d'émigration, qui tend à leur donner chaque jour une nouvelle importance.

§ 2. *Céréales*. De toutes les productions agricoles, les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importantes, sans contredit, sont les céréales qui forment partout la base de l'alimentation. Notre exposition de céréales est très-complète, elle ne donnerait toutefois qu'une faible idée des progrès de notre agriculture, si la statistique ne venait nous montrer comment a varié notre production depuis une quarantaine d'années [1].

En 1815, nous avions en France 4 591 000 hectares ensemencés en froment, qui ont rapporté 39 460 000 hectolitres, ce qui établit le rendement moyen par hectare à $8^{hect.},59$. En 1858, le froment a occupé 6 639 000 hectares; on a récolté 109 989 000 hectolitres, ce qui porte le rendement à 16 hectolitres; c'est là évidemment un résultat considérable et qui démontre avec la plus grande netteté combien nos procédés de culture se sont améliorés; il faut reconnaître cependant que l'année 1858 a été très-favorable à la culture, et que les années précédentes le rendement n'a pas été aussi élevé, mais en faisant la moyenne des bonnes et des mauvaises années, on trouve que, de 1846 à 1857, le rendement atteint $13^{hect.}70$, bien plus élevé, par conséquent, qu'au commencement de la Restauration.

En prenant la moyenne d'une dizaine d'années, on peut porter le chiffre du rendement de la France à 90 000 hectolitres; cette quantité serait à peu près celle que nous consommons; toutefois, depuis 1819, nos récoltes n'ont pas pu suffire à notre consommation, et si nous mettons en parallèle les quantités importées et exportées, nous trouvons que l'importation domine; de 1819 à 1858, nous avons en effet importé 57 millions d'hectolitres, et nous n'en avons exporté que 23 millions; l'Algérie pourra sans doute venir combler le déficit qui se produit souvent dans nos récoltes, et dont l'année 1861 nous a offert un récent et triste exemple : la culture du froment prend en effet une grande importance, dans notre colonie d'Afrique, en 1856, on y a récolté 2 683 000 hectolitres de blé, représentant une valeur de plus de 59 millions de francs.

La culture du froment est très-répandue dans toute l'Europe, le tableau ci-après contient les chiffres de la production moyenne annuelle du froment dans les principaux pays.

1. Le lecteur consultera avec fruit l'excellent ouvrage de M. Maurice Block. *Statistique de la France*, 1860, auquel nous allons faire de fréquents emprunts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS.	PRODUITS.	PAYS.	PRODUITS.
	hectolitres.		hectolitres.
Angleterre	32 800 000	Luxembourg	200 000
Écosse	2 082 557	Autriche	29 000 000
Irlande	2 900 000	Pays-Bas	1 189 700
Belgique	3 892 000	Russie	80 000 000
Prusse	10 000 000	Espagne	18 000 000
Bavière	2 835 000	Grèce	325 000
Saxe	1 700 000	Portugal	3 270 000
Oldenbourg	1 200 000	Italie	35 400 000
Hesse	573 440	Suède	400 000
Nassau	311 240	États-Unis	45 000 000
Wurtemberg	64 400		

On voit que la France se place au premier rang, quant à la production du froment, et que la Russie qui nous en expédie si souvent en produit cependant moins que nous.

On pourrait toutefois tirer de ces chiffres des conclusions très-erronées, si on les rapportait à des surfaces égales. La France produit plus de froment que l'Angleterre, mais elle y consacre aussi une surface beaucoup plus étendue, et tandis qu'en moyenne notre rendement n'est guère que de 14 hectolitres à l'hectare, il est, en général, en Angleterre de 20 à 25, ce qui prouve une culture beaucoup plus avancée et aussi beaucoup plus lucrative, car rien n'est si cher que de mal cultiver.

Est-il possible d'appliquer aux grains les procédés de sélection qui ont si merveilleusement réussi dans le règne animal? peut-on, en choisissant parmi les épis de blé d'un champ les plus beaux, les plus vigoureux et en les employant exclusivement comme semence, obtenir les années suivantes des rendements supérieurs? Les échantillons exposés par MM. Mallet et F. Francis semblent le prouver, et les épis obtenus après quatre ans de ces sélections continues sont admirables; toutefois, pour que la démonstration fût complète, il eût été important de nous montrer d'autres épis venus dans la même terre et provenant de semences quelconques. Quoi qu'il en soit, le résultat est assez curieux, pour mériter une attention sérieuse, et pour que des essais comparatifs soient tentés.

On s'est souvent préoccupé à tort de l'influence que peut avoir la Russie sur notre marché français. Cette vaste contrée a souvent des excédants à transporter, mais les communications y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont trés-difficiles et très-coûteuses; aussi on n'attribue guère à plus de 3 150 000 hectolitres ce qu'Odessa, de beaucoup le plus important des marchés, exporte chaque année.

La culture du seigle a chez nous beaucoup moins d'importance qu'en Allemagne et en Russie, tandis que nous ne produisons en moyenne que 30 millions d'hectolitres, l'Autriche et la Prusse en récoltent chacune 35 millions et la Russie à elle seule 150 millions d'hectolitres. Les pays riches tendent à abandonner cette céréale qui ne donne jamais qu'un médiocre rendement.

La récolte moyenne de l'orge, en France, ne monte guère qu'à 20 millions d'hectolitres, en Autriche elle atteint 26 millions, en Prusse 10 millions, en Russie 50 millions; l'orge a toujours été une culture de prédilection pour l'Algérie, qui a récolté, en 1856, 3 858 000 hectolitres, valant ensemble 40 millions de francs. L'orge algérienne est particulièrement propre à la fabrication de la bière, et l'Angleterre commence à la rechercher pour cet usage.

Notre colonie d'Afrique s'est donc lancée très-résolûment dans la production des céréales. Les cultures de 1854 comprenaient 707 852 hectares, qui ont produit 9 124 571 hectolitres de grains, d'une valeur de 135 030 162 francs. Celles de 1861 s'étendaient sur 2 060 270 hectares, qui ont produit 12 846 517 hectolitres de grains, d'une valeur marchande de 176 865 192 francs. Les chiffres de culture sont donc de 1 332 418 hectares supérieurs à celui de 1854, et le rendement eût été infiniment supérieur si une sécheresse prématurée n'était venue détruire les plus brillantes espérances.

La culture de l'avoine s'était beaucoup étendue en France, il y a quelques années; elle tend aujourd'hui à demeurer stationnaire; le rendement à l'hectare a cependant considérablement augmenté, tandis qu'il était, de 1815 à 1820, de 15 hectolitres, il s'est élevé, de 1852 à 1857, à 22 hectolitres 1/2; on peut estimer à 65 millions d'hectolitres la production de la France, l'Autriche produit 60 millions d'hectolitres d'avoine, la Prusse 41 millions, les États-Unis 61 millions, les îles Britanniques environ 80 millions et la Russie 200 millions.

Nous venons de passer rapidement en revue la production des céréales dans les diverses parties du globe, dont les importations peuvent avoir quelque influence sur le marché français;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous devons maintenant examiner les matières alimentaires fabriquées avec ces céréales.

On paraît s'être préoccupé beaucoup, en Angleterre, de préparer pour les enfants des nourritures plus légères que les gâteaux qu'on leur donne habituellement en France. Les biscuits destinés au voyage de long cours, exposés dans le compartiment britannique, ne sont pas à l'abri de tout reproche; un des échantillons était déjà couvert de moisissures. L'amélioration du régime des marins pendant les longues traversées, ou des militaires lorsqu'ils font campagne, est un problème important. A ce point de vue, le pain comprimé, destiné à remplacer le biscuit, qu'expose M. Faultre de Puyparlier, sous-intendant militaire à Beauvais, est fort intéressant. Ce pain, fabriqué sous des dimensions régulières de façon à pouvoir s'emmagasiner facilement, paraît se bien conserver sans se moisir et sans tomber en poussière; mis dans l'eau, il se gonfle et fait une soupe bien préférable à celle qu'on prépare avec le biscuit. Il y a certainement lieu de s'occuper de cette heureuse innovation.

Il est possible, au reste, qu'on trouve encore plus d'avantage à embarquer ou à confier aux armées, au lieu de biscuit, des pâtes alimentaires; le gluten granulé, les semoules riches en principes nutritifs peuvent être emmagasinées lorsqu'elles sont bien sèches, sans crainte d'altération; elles tiennent moins de place que le biscuit et elles donneraient certainement une soupe plus agréable.

La maison Groult a toujours, en France, une véritable supériorité dans la fabrication des pâtes alimentaires. Son exposition bien distribuée montre une très-grande variété de produits que l'opinion publique s'accorde à considérer comme de très-bonne qualité.

Nos blés durs d'Algérie se prêtent merveilleusement à la fabrication de ces pâtes alimentaires, qui prennent chaque jour, en France, une plus grande importance.

Une seule usine de Marseille, celle de M. J. Brunet, consomme annuellement plus de 100,000 hectolitres des blés durs d'Algérie. MM. Bertrand et Cie de Lyon ont également montré des semoules, vermicelles, macaronis, etc., exclusivement préparés avec les blés durs de Bone.

L'Italie méridionale a exposé également un grand nombre d'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chantillons des pâtes qui constituent une partie importante de l'alimentation de sa population et qu'autrefois elle savait seule préparer; aujourd'hui, les manufactures françaises lui font une concurrence redoutable, et l'Auvergne, qui, il y a quelques années, n'exportait que 3 à 400 000 fr. de pâtes alimentaires, en fabrique aujourd'hui pour plus de 10 millions. La société des fabricants de pâtes et des semouleurs de Clermont ne paraît pas déchoir cette année de sa bonne réputation.

§ 3. *Foins et pailles comprimés. Aliments destinés au bétail.* Quand on parcourt l'exposition anglaise, on voit d'abord que les Anglais sont grands consommateurs de viande; ils ont donné peut-être une plus grande importance aux produits destinés à alimenter le bétail qu'aux végétaux qui entrent directement dans l'alimentation humaine.

M. Davis a montré de la paille comprimée et hachée, destinée aux chevaux de troupe embarqués, ou aux animaux qui doivent être consommés à bord; ces fourrages nous ont paru en bon état; ils présentent un poids considérable sous un petit volume. M. Simpson expose des mélanges variés destinés à la nourriture du bétail, dans lesquels le foin est associé à des féveroles, des carottes, etc. Les Anglais sont grands partisans des *soupes* pour les animaux : ils leur servent souvent des aliments hachés, concassés, froissés et cuits de façon à en permettre une digestion plus facile; nous avons eu en France de nombreux essais dans le même sens, sans qu'on ait pu arriver à une conclusion définitive. L'usage de froisser l'avoine entre des cylindres, de façon à casser son enveloppe et à empêcher les grains de traverser les intestins sans être digérés, si logique au premier abord, ne paraît pas cependant avoir été adopté d'une façon générale. Il y a là sans doute, cependant, un problème d'autant plus intéressant à étudier qu'il peut se traduire par des économies de millions, si l'on arrive à forcer les animaux à utiliser d'une façon plus complète les rations qui leur sont délivrées.

Les prairies naturelles sont toujours la base la plus solide de l'alimentation du bétail; quand on a parcouru quelques comtés anglais, qu'on a vu s'étendre partout une herbe verdoyante, que les statistiques ont appris que sur 20 millions d'hectares cultivés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que possède l'Angleterre 8 millions sont en prairies naturelles, tandis que sur nos 42 millions d'hectares, les prés n'occupent que 4 millions, on comprend combien l'élève du bétail se fait chez nous dans des conditions plus pénibles que chez nos voisins.

C'est dans le bon aménagement des eaux que nous trouverons le moyen de compenser notre infériorité.

Il y a quelques années, on s'est beaucoup préoccupé du drainage, à l'imitation de ce qui avait eu lieu en Angleterre. Il semble qu'aujourd'hui ces utiles travaux soient un peu délaissés pour les entreprises précisément inverses, pour les irrigations; ce sont là deux séries d'opérations qui ont une égale importance; l'excès d'humidité est aussi nuisible dans les terres fortes du Nord que l'excès de sécheresse dans les terres légères du Midi.

Les beaux exemples d'irrigations qu'ont mis naguère sous nos yeux les plaines de la Lombardie n'ont peut-être pas été sans influence sur l'excellente détermination qu'a prise le gouvernement de fonder récemment en Bretagne une école d'irrigations, destinée à devenir une pépinière d'hommes spéciaux capables de bien conduire ces utiles travaux. Le directeur de cette école, M. le comte du Couedic, a exposé des plans en relief et des dessins représentant les améliorations qu'il a exécutées dans son domaine.

Le centre de la France est une des parties du territoire les plus arriérées; c'est à peine si le Berry commence à donner les produits qu'on est en droit d'espérer de son sol, d'une fertilité moyenne; le haut Bourbonnais est encore plus en retard, et les champs couverts d'ajoncs et de fougères y sont aussi nombreux que ceux qui portent des cultures régulières; bien des points cependant sont susceptibles d'améliorations, par des irrigations bien entendues; on peut certainement y faire des prairies naturelles qui donneront d'excellents produits. Le nom de M. le baron de Vauce revient toutes les fois qu'il s'agit dans cette contrée d'améliorations importantes. M. Bignon a aussi montré à cette exposition les plans très-intéressants de la métamorphose qu'il a fait subir au domaine de Therneuille.

§ 4. *Culture maraîchère. Fruits. Légumes conservés.* Une partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importante du commerce d'exportation de certains pays échappe ici à l'analyse ; l'Algérie, les parties méridionales de l'Europe, envoient constamment dans le Nord des fruits frais qui ne peuvent figurer dans une exposition, mais qui n'en représentent pas moins un commerce considérable.

Cette culture perfectionnée, dans laquelle la terre arrive à son maximum de rendement, se trouvait autrefois fort limitée par le petit cercle dans lequel elle pouvait étendre ses produits ; elle se concentrait autour des grandes villes ; aujourd'hui, les chemins de fer lui permettent de s'étendre sur presque tout le territoire ; enfin, les procédés de conservation qu'exploite la maison Chollet favorisent encore le développement de cette culture, en permettant de faire des réserves pour les mauvaises saisons.

La maison Chollet se place toujours au premier rang par l'importance du chiffre de ses affaires, autant que par la qualité de ses produits.

Les pommes de terre, les légumes secs, dont nous produisons des quantités considérables, ne donnent lieu cependant encore qu'à un commerce peu important ; les produits de nos jardins sont cependant fort élevés ; on les estimait déjà, en 1842, à 157 millions de francs. Ce chiffre peut très-probablement être doublé aujourd'hui et porté à 315 millions.

On vante beaucoup les jardins anglais, et il est certain qu'on y rencontre d'admirables tapis de verdure, mais les fleurs sont loin d'y être aussi abondantes que chez nous. Quiconque, après avoir parcouru le jardin de Kew, viendra à notre Muséum d'histoire naturelle, reconnaîtra qu'on n'a aucune idée, de l'autre côté de la Manche, des charmants effets qu'on peut obtenir en employant les fleurs avee profusion, en les distribuant avec goût. Par elles-mêmes, les fleurs ne peuvent être l'objet d'aucun commerce, mais les graines sont facilement exportées. A ce point de vue, on ne saurait trop admirer l'exposition très-riche et très-bien distribuée de la maison Vilmorin, qui maintient sa réputation séculaire.

§ 5. *Vins et autres boissons fermentées.* La culture de la vigne est une des plus importantes de la France, celle qui, bien conduite, peut lui donner les plus beaux bénéfices ; en 1788, on comptait en France 1 546 615 hectares plantés en vignes ; en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1857, il en existait 2 180 096 hectares ; l'augmentation, très-sensible de 1829 à 1849, ne s'est pas continuée depuis cette époque. Le produit moyen d'un hectare de vigne n'était guère que de 21 hectolitres en 1788; il est monté à 32 hectolitres en 1850. Depuis douze ans, cependant, l'apparition de l'oïdium et les désastres qu'a causés cette maladie ont fait énormément baisser le rendement à l'hectare; en 1854, il n'a plus été que de 5 hectolitres environ; c'est la plus mauvaise année que nous ayons eue depuis le commencement du siècle. — C'est en 1848 que la France a fait sa meilleure récolte, qui est montée au chiffre de 51 millions d'hectolitres ; on peut considérer l'année 1850 comme une bonne année moyenne. Elle a fourni 44 millions d'hectolitres; on a récolté la même quantité en 1858.

Le vin est une des branches les plus importantes de notre commerce extérieur ; les quantités exportées n'ont pas sensiblement varié depuis trente ans, mais, par suite de l'augmentation des prix, la valeur de ces exportations a presque triplé pendant la période décennale 1847 à 1856.

Pendant les années 1827 à 1836, on a exporté en moyenne 1 180 000 hectolitres, d'une valeur de 42 millions de francs. En 1856, on a exporté 1 279 000 hectolitres qui valaient 198 millions.

On ne peut pas encore apprécier les effets du traité de commerce conclu avec l'Angleterre; ce n'est probablement que peu à peu que nos vins pénétreront dans la Grande-Bretagne, habituée aujourd'hui à consommer surtout les vins d'Espagne et de Portugal, qu'il nous faut maintenant détrôner.

Les vins français sont à Londres au grand complet ; non-seulement trois grandes vitrines octogonales renferment les précieuses bouteilles que produisent nos trois grandes régions vinicoles, Bordelais, Bourgogne et Champagne, mais aussi dans les montres qui occupent le pourtour du compartiment de l'agriculture française, les vins des régions moins privilégiées sont encore représentés dans une large proportion.

La réputation des vins de France est tellement établie dans le monde entier, qu'il est inutile de revenir sur ce sujet; le point essentiel serait de conserver cette réputation, tout en augmentant le plus possible la production.

S'il est un commerce qui s'est livré à la fraude avec une im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pudence sans égale, c'est certainement celui des boissons; des vins, mélanges de tous les crus additionnés d'eau-de-vie, sont sans cesse vendus sous les noms les plus pompeux, et il est toujours difficile, à moins de s'adresser aux propriétaires eux-mêmes, d'avoir des produits authentiques; il y a certainement lieu de se préoccuper très-activement de ces fraudes, qui finiraient par détruire complétement la réputation de nos vignobles. Une loi sur la falsification a déjà été votée par le Corps législatif; elle ne parait pas toutefois avoir produit tous les effets désirables.

Il semble qu'une grande association de tous les propriétaires d'une localité pourrait peut-être amener, dans les transactions, une bonne foi qui est leur sauvegarde; si chaque association avait, pour les vins précieux vendus en bouteilles, ou même en fûts, une marque générale à laquelle viendrait s'adjoindre celle du marchand, intermédiaire du consommateur, puis que des dégustateurs jurés fussent constamment admis à un moment quelconque à vérifier l'authenticité des crus, la fraude serait aisée à constater, et les propriétaires pourraient sauvegarder leurs intérêts en refusant de continuer les affaires avec les intermédiaires déloyaux.

Cette association des propriétaires devrait même étendre sa surveillance jusqu'au choix des cépages; car il paraît certain que dans quelques localités on a souvent remplacé des cépages capables de produire d'excellents vins, par d'autres vignes d'un rendement plus considérable, mais ne produisant qu'un vin d'une qualité inférieure.

Si notre industrie vinicole exerçait ainsi sur elle-même une surveillance rigoureuse, elle aurait sans nul doute le plus bel avenir; par nos côtes, par les canaux qui couvrent la France, elle peut gagner tous les lieux de consommation, pénétrer dans toute l'Allemagne, en Angleterre, en Russie, en Amérique, dans les Indes, etc.

A mesure que les peuples contractent entre eux des traités de commerce, à mesure aussi les productions doivent se spécialiser; on fera surtout ce qu'on fait très-bien, et on achètera chez le voisin ce qu'il fait mieux et à meilleur compte. La France doit donc devenir le grand producteur de vins du monde entier; aucun pays n'est si bien disposé qu'elle pour arriver à ce résultat,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car aucun ne produit en proportions aussi notables des vins de qualités et de saveur variées. Aucune contrée ne pourra lutter avec nous si nous savons profiter de toutes les heureuses circonstances qui militent en notre faveur.

Un consommateur peut même se rencontrer spécialement pour nos vins du Midi et nos vins d'Algérie, c'est l'Angleterre; chez nos voisins, la grande consommation de vins s'adresse aux vins un peu alcooliques, capables de donner un coup de fouet à l'organisme un peu alourdi par la bière; le *sherry* et le *porto* sont actuellement les vins les plus recherchés de l'autre côté de la Manche ceux qu'on boit davantage. Nous pouvons certainement faire dans le Sud des vins analogues, et il est déjà probable, au reste, qu'une bonne partie des vins consommés en Angleterre sous le nom de vins d'Espagne ou de Portugal, prennent naissance sur nos côtes de la Méditerranée.

L'Algérie peut certainement nous venir ici en aide, et elle paraît au reste être entrée résolûment dans cette voie.

La statistique de 1858 accusait 4 374 hect. 72 ares plantés de cépages noirs et blancs. Celle de 1861 accuse une superficie de 5 564 hect. 49 ares, comprise surtout dans les provinces d'Alger et d'Oran. La production de la dernière campagne est évaluée à 36 682 hectolitres de vin fabriqué et à 4 000 000 de kilogrammes de raisin consommé en grappes.

Parmi les nations allemandes, le grand-duché de Bade produit les vins les plus recherchés; les vins du Rhin circulent dans toute l'Allemagne et s'exportent en Belgique et en Angleterre. Toutefois, la production totale ne monte qu'à 400 000 hectolitres. Dans le nord de l'Allemagne, les vins de Bordeaux, pénétrant par les grands fleuves, font au reste une sérieuse concurrence aux vins du Rhin.

L'Autriche a quelques vins célèbres, elle importe annuellement de Moldavie, de Valachie, de l'Italie et de la France, pour 800 000 florins, son exportation monte à 2 millions de florins; on estime sa récolte à 24 millions d'hectolitres. Cette contrée semble comprendre, au reste, qu'elle peut trouver dans la vigne une source importante de prospérité. Son exposition de 1862, comme celle de 1855, est très-complète, très-soignée, et attirera sans doute sérieusement l'attention des consommateurs.

L'Espagne et le Portugal possèdent des vignobles susceptibles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans doute d'un grand développement, elles récoltent 27,600,000 hectolitres.

L'Australie paraît entrer résolûment dans la catégorie des pays vinicoles; malgré le nombre de bras qu'a enlevés à l'agriculture, dans toutes les contrées de cette partie du monde, la découverte des mines d'or; la culture de la vigne a suivi dans la colonie de l'Australie méridionale un rapide développement[1], en 1856 on ne comptait que 753 acres de vignes (300 hectares), en 1857, 1055 acres (421 hectares), en 1858, environ 700 hectares, 1000 hectares en 1859-60 et 1300 hectares en 1860-61. Pendant cette dernière année on a fait 7,280 hectolitres de vin, qui paraît rappeler par ses qualités les vins d'Espagne et de Portugal. Une association de capitalistes et de vignerons s'est formée depuis plusieurs années pour hâter le développement de cette industrie naissante.

La colonie de la Nouvelle-Galles du Sud[2] s'est aussi préoccupée de la culture de la vigne. Elle comptait pendant la dernière année 633 hectares de vigne, dont les deux tiers destinés à produire du vin. On a récolté 4 155 hectolitres de vin.

Malgré ces efforts, on voit qu'il n'y a pas lieu encore de craindre une concurrence sérieuse, et qu'il se passera encore de longues années avant que l'Australie puisse exporter les produits de ses vignobles, et que ce n'est pas encore cette partie du monde qui pourra empêcher la France de se faire la productrice de vin de toutes les nations civilisées.

La vigne a eu dans ses dernières années de rudes assauts à subir, l'oïdium dont le soufre a fini par triompher, et enfin la gelée toujours à craindre. Les agriculteurs se sont souvent inquiétés des moyens de combattre ces refroidissements subits qui au printemps atteignent les vignobles et détruisent en une nuit les espérances les mieux fondées; M. Boussingault a pro-

1. On désigne ainsi le pays qui s'étend entre les 129° et 141° de longitude orientale, à l'est South-Australia est limitrophe de Victoria, à l'ouest de Western-Australia, la côte borne la colonie au sud, et une ligne droite vers le 28° de latitude sud forme la limite au nord. La capitale de cette colonie est Adélaïde. La population européenne y est d'environ 117 mille âmes.

2. Elle est située sur la côte est de l'Australie, elle est bornée au nord vers le 28° par Queen'sland, et au sud par le cours du Murray, qui la sépare de Victoria. Sa capitale est Sydney. La population européenne y est environ de 350 000 personnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posé naguère de couvrir, pendant les nuits sereines, les vignes d'un épais nuage de fumée, en brûlant dans les vignobles de la paille mouillée, ou des matières très-riches en charbon, et presque sans usages, dont les usines à gaz produisent annuellement des quantités considérables.

On pourrait sans doute préserver aussi les vignes du refroidissement nocturne, pendant les nuits sereines, en attachant sur les échalas les petits paniers très-peu coûteux, qu'expose M. Debonnaire, vannier à Melun.

La bière est la boisson favorite des pays septentrionaux, et sa fabrication est l'objet d'une industrie des plus importantes en Angleterre. Avec l'esprit commercial qui les distingue, les Anglais ont su bientôt se créer dans cette branche d'industrie une exportation considérable, l'ale de MM. Bass et Cie non-seulement est fort en vogue chez nous, mais s'exporte jusque dans l'Inde.

L'Allemagne nous envoie également quelques variétés de bières, bien que la plupart des bières bavaroises consommées en France n'ait d'étranger que le nom; la Belgique, qui fabrique également des bières renommées, n'a pas su conquérir sur le marché européen la place que pourrait lui valoir la qualité de ses produits.

Les sacs de houblon desséché sont nombreux à l'Exposition, tant en Angleterre qu'en France et dans les États allemands, mais cette culture paraît avoir quelque peine à se propager en Russie; cette contrée ne consomme pas, en effet, de véritable bière, mais seulement une sorte de boisson faite avec des grains germés, dont la saveur douceâtre est insupportable aux étrangers.

§ 6. *Alcools. Vinaigre. Conserves.* Lorsqu'il y a quelques années déjà, l'oïdium a ravagé nos pays vignobles, le prix des alcools s'est élevé rapidement; la production du vin très-réduite, n'a pas pu suffire aux distilleries, et il a fallu recourir à d'autres plantes pour en extraire l'alcool nécessaire à la consommation. C'est alors que de nombreuses distilleries de betteraves s'établirent dans les fermes et donnèrent une heureuse impulsion à l'industrie agricole. Depuis cette époque, la vigne a vu revenir de beaux jours, mais la distillerie de la betterave n'a pas été supprimée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1852, la distillation de la betterave ne produisait que 16 000 hectolitres d'alcool, en 1857 elle en a produit 429 000 hectolitres, en 1852 on a tiré du vin 500 000 hectolitres d'alcool, et en 1857 cette quantité n'était plus que de 230 000 hectolitres; tout l'alcool industriel peut ainsi être fourni par la betterave, et les eaux-de-vie de vins pourront être entièrement réservées à la consommation.

La distillation de la betterave, peut avoir une excellente influence sur notre agriculture. Cette racine exige de fortes fumures, c'est une plante sarclée, qui donne par conséquent du travail pendant presque toute l'année aux ouvriers restés fidèles aux travaux ruraux, elle laisse le sol bien préparé pour porter des céréales; enfin, l'alcool qu'exporte la ferme ne renferme aucun des principes que l'agriculteur est souvent obligé d'acheter, sous forme d'engrais commerciaux.

Quand on distille les betteraves, on conserve généralement les pulpes, qui forment pour le bétail une nourriture excellente, l'alcool est la seule denrée exportée, or l'alcool est formée seulement de charbon d'hydrogène et d'oxygène, éléments que les plantes puisent dans l'eau et dans l'acide carbonique de l'air, tandis que les principes azotés, les matières minérales, importés du dehors comme engrais, et qu'avaient fixées les betteraves, restent en grande partie sur le domaine, dans les fumiers d'étable, après avoir passé dans la nourriture du bétail. Nos départements du Nord se sont faits ainsi producteurs d'alcool; et tout serait pour le mieux si on vendait, pour la consommation, les eaux-de-vie de betterave, parfaitement distillées comme on le fait aujourd'hui, sous leur nom véritable; malheureusement la falsification vient se mêler à cette importante industrie, et nos fabricants d'eaux-de-vie du Midi mêlent sans scrupule leurs alcools de vin aux alcools de betterave que leur adressent les distillateurs des régions septentrionales; ils ôtent ainsi à leurs produits cette qualité exquise qui les faisait rechercher, et finiront sans doute par perdre complétement le monopole des eaux-de-vie de qualité supérieure.

Tout ce que nous avons dit sur la falsification des vins s'applique ici à celle des eaux-de-vie; il y a certainement, pour le pays tout entier, intérêt à conserver à ses produits l'excellente qualité qui leur avait donné une réputation universelle, et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabricants d'eaux-de-vie de Cognac, d'Armagnac, etc., devraient s'organiser en associations, en comités de surveillance, pour s'interdire mutuellement les mélanges de leurs eaux-de-vie de vin avec les alcools de betterave.

Celles-ci trouveraient toujours au reste des consommateurs, car l'usage de cette boisson, plus pernicieuse qu'utile, est loin sans doute d'être arrivé à son maximum.

Les pays étrangers imitent plus ou moins grossièrement nos eaux-de-vie; on vend maintenant dans toute l'Europe des alcools fort imparfaitement rectifiés et obtenus de la distillation des grains, des betteraves, des pommes de terre, sous le nom de cognac; il n'est pas rare de rencontrer en Allemagne des établissements sur lesquels se lit cette étiquette assez effrontée : *Fabrique de Cognac.*

Toutes les nations ont adressé à l'exposition des alcools de sources diverses. Les exposants de rhum de la Jamaïque sont au nombre de 116; cette industrie est donc toujours très-fructueuse. Nos colonies produisent également des quantités notables de rhum. La Martinique en a exporté, en 1861, 31 000 hectolitres, la Guadeloupe 2 000, la Réunion 16 000, enfin la Guyane nous a envoyé 1 000 hectolitres de tafias.

Les eaux-de-vie de mélasse sont les seules que nous importions en France en quantités un peu notables. Cette importation est montée de 736 000 litres, valant 441 000 francs en 1847, jusqu'à 2 900 000 litres, valant 3 357 000 francs, en 1858. Pendant la même période, nos exportations d'eau-de-vie ont varié de 206 000 hectolitres, valant 16 millions de francs, à 137000 hectolitres valant 39 millions, tant les prix de l'eau-de-vie se sont élevés; l'exportation de 1853 a même été de 85 millions, et celle de 1856 de 61 millions de francs. L'Angleterre et les États-Unis consomment la majeure partie de nos eaux-de-vie.

Nos colons algériens, nos cultivateurs du Midi ont adressé à Londres des alcools de toutes les provenances; alcools de sorgho, d'asphodèle, de garance, etc. Les liqueurs de toutes sortes ne sont pas moins nombreuses, nous avons notamment en France plusieurs exposants d'absinthe, cette liqueur perfide dont les ravages s'étendent chaque jour, et qui, d'après les rapports de médecins fort bien renseignés, est une des procureuses les plus actives du triste hôpital de Bicêtre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les gourmets regretteront certainement encore que les progrès de la chimie aient permis d'imiter, avec l'acide tiré de la distillation du bois, les bons vinaigres de vin que préparent cependant encore quelques-uns de nos départements. La fabrication de l'acide acétique est arrivée cependant à un haut degré de perfection, et a pu être d'un grand secours à la photographie, qui consomme une quantité notable d'acide acétique concentré.

§ 7. *Sucres*. Quand, il y a une trentaine d'années, la fabrication du sucre de betterave commença de prendre quelque importance, on crut qu'on ruinerait les colonies, si on ne réglementait pas cette industrie naissante; il se trouve aujourd'hui, et c'est un grand triomphe pour les partisans du *laissez faire*, que, malgré la masse énorme de betteraves qui couvre nos départements du Nord-Est, la culture des cannes est plus florissante que jamais, et elle tend même, à la Martinique, à la Guadeloupe et à la Réunion, à remplacer toutes les autres.

Les procédés se sont, au reste, depuis quelques années, singulièrement perfectionnés; l'installation des appareils Derosne et Cail a surtout contribué à augmenter le rendement, et l'ancienne batterie, où l'on cuisait à l'air libre, tend de jour en jour à disparaître.

Les quantités exportées par nos colonies ont sensiblement baissé après 1848; elles sont aujourd'hui remontées au niveau précédent.

En 1860, la Martinique a exporté près de 30 000 tonnes de sucre et, en 1861, la Guadeloupe, 27 000 tonnes.

La Guyane ne possède encore qu'une industrie sucrière peu développée, car elle n'a guère que quinze sucreries en pleine activité; aussi, en 1859, elle n'a exporté que 345 tonnes. La Réunion se place toujours au premier rang de nos colonies sucrières, et les échantillons qu'elle nous envoie montrent, comme en 1860, un progrès très-sensible dans la fabrication; en 1861, on a produit plus de 73 000 tonnes.

On a essayé déjà la culture des cannes à sucre dans la Nouvelle-Calédonie, et on a obtenu d'excellents résultats; la colonie anglaise de Natal, sur la côte Est d'Afrique, en est mieux qu'à des essais. En 1850, on montrait comme une curiosité un premier échantillon de sucre provenant de cette localité. Les nom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

breux spécimens exposés cette année à Londres prouvent que le climat de cette colonie convient particulièrement à cette culture, qui ne paraît pas s'être encore naturalisée sur l'autre côte d'Afrique, dans nos établissements du Sénégal.

Malgré les progrès qu'a faits en Europe la fabrication du sucre de betterave, le sucre de canne a cependant encore une bien plus grande importance.

La Havane et Java sont toujours placés au premier rang parmi les colonies productives de sucre de canne.

Le sucre de canne, produit dans le monde, monte au delà de 2 millions de tonnes; les colonies anglaises, espagnoles et hollandaises entrent dans cette fabrication totale pour plus de 1 600 000 tonnes; la fabrication du sucre de betterave se monte, en Europe, à 2 millions de quintaux métriques, sans compter la France, qui en produit actuellement 1 400 millions de quintaux métriques.

Parmi les contrées qui ont profité le plus largement de tous les avantages qu'accompagne la culture de la betterave se place en première ligne l'arrondissement de Valenciennes, dans lequel ont été accomplis presque tous les perfectionnements qui ont amené l'industrie sucrière à l'état prospère où elle se trouve aujourd'hui. Cette prospérité s'est étendue à toutes les autres cultures; les pulpes fournies par les sucreries ont servi à élever un bétail de plus en plus nombreux, les engrais se sont multipliés et le rendement du sol en céréales s'est considérablement accru. En 1855, le *rendement moyen* en blé des terres de l'arrondissement de Valenciennes était de 29 hectolitres à l'hectare; la moyenne des fabricants est devenue beaucoup plus considérable, et celle d'un des plus distingués, M. Gouvion, atteignait, en 1856, 42 hectolitres sur la totalité d'une grande culture.

Depuis cette époque, la culture de la betterave s'est propagée dans l'Oise, dans l'Aisne, où elle occupe des espaces extrêmement considérables; la fabrication elle-même a fait des progrès remarquables, auxquels a particulièrement contribué M. Leplay. Cet industriel, réuni à M. Cuisinier, a exposé à Londres un nouveau procédé de revivification du noir animal plus économique que celui qui était employé jusqu'à présent et qui pourra sans doute avoir une influence heureuse sur la fabrication.

§ 8. *Cafés. Thés. Chocolats.* La culture du café faisait autrefois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la richesse de nos colonies, qui l'ont presque abandonnée aujourd'hui. De 37 millions de kilogrammes où était arrivée en 1790 l'exportation de la Guadeloupe, elle est tombée aujourd'hui à 327 000 kilogrammes; celle de la Martinique n'a été que de 54 000 kilogrammes en 1860, de 11 000 kilogrammes en 1861; l'île Bourbon, qui a donné son nom à un café renommé, n'en exporte plus que 240 000 kilogrammes, après en avoir produit 531 000 en 1817.

Le Brésil paraît devoir profiter de l'abandon des cultures de café de nos colonies; il en a exposé plusieurs échantillons. Les colonies hollandaises des mers de Chine produisent également des quantités notables de cette précieuse graine.

Le café prend une part de plus en plus importante dans l'alimentation de la France, et depuis trente ans la consommation a plus que triplé. Avant 1810, la quantité de café importé représentait une moyenne annuelle de 270 gr. par individu; de 1837 à 1846, elle est montée à 350 gr.; en 1850, elle est arrivée à 783 gr. Les Indes anglaises et hollandaises, le Brésil et Haïti, ont surtout contribué à l'importation des 28 millions de kilogrammes qui a eu lieu pendant l'année 1858.

Le céleste Empire est toujours le grand producteur de thé; la culture de cet arbuste se maintient cependant au Brésil, bien qu'en 1855 le jury ait constaté que la qualité des thés brésiliens était bien inférieure à celle des thés chinois. L'Inde a adressé également à Kensington des échantillons fort nombreux des thés qu'elle cultive actuellement.

Notre consommation de thé a doublé depuis 1827; elle a passé de 119 000 kilogrammes à 262 000, ce qui constitue par individu une consommation de 0^{k},3 en 1827, de 0^{k},8 en 1858; l'emploi de cet excitant est encore, comme on le voit, très-peu répandu chez nous. Les Anglais sont, au contraire, grand buveurs de thé; la consommation par tête est de 1 250 grammes.

Le chocolat est un des produits alimentaires que la France fabrique avec le plus de succès; nos négociants parisiens continuent à se distinguer et à livrer à la consommation des produits d'excellente qualité. M. Devinck, qui a épuisé toute la liste des récompenses officielles, est toujours à la tête de cette importante fabrication.

M. Ménier, qui est aussi à la tête d'une importante fabrique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de produits chimiques, M. Perron, livrent également de très-bons produits.

L'exportation totale est encore bien faible; cependant il est possible que la belle exposition de nos chocolatiers parisiens attire sur eux l'attention, et que l'étranger leur demande de plus grandes quantités d'un produit qu'ils fabriquent avec une véritable supériorité. L'influence de l'exposition de 1855 a peut-être été sensible dans l'augmentation de notre exportation, qui de 50 000 kilogrammes pendant la période 1847-56, est arrivée à 94 000 kilogrammes en 1858. Depuis 1827, notre consommation intérieure a quadruplé; elle était de 809 000 kilogrammes à cette époque; elle atteignait, en 1858, 3 835 000 kilogrammes.

En Angleterre, la consommation a suivi également une marche très-rapide; en 1832, la quantité de cacao importée en Angleterre représentait une somme de 7 500 000 francs; aujourd'hui la Grande-Bretagne consomme pour 75 millions de francs de chocolats.

L'art du confiseur, dans lequel nous excellons, est enfin représenté à Londres par nos maisons les plus fameuses, qui avaient ouvert dans les buffets de l'exposition des comptoirs où l'on pouvait apprécier la perfection de leurs produits. La maison Felix fournissait aussi constamment dans les buffets français des pâtisseries délicates, légères, bien supérieures aux tartes lourdes et massives que savent préparer les ménagères anglaises.

§ 9. *Tabacs.* C'est ici le triomphe de l'Espagne et de sa belle colonie de Cuba; nous avons admiré de tout notre cœur le bel aspect des caisses de cigares que présentaient les galeries espagnoles, en regrettant bien toutefois de n'être pas revêtu d'un caractère officiel qui nous permît d'être admis à juger autrement que *de visu*.

Si l'habitude de fumer n'est qu'une manie, si elle ne correspond à aucun besoin, ce qui peut parfaitement se soutenir, on doit être cependant fort étonné de voir en quelques trentaines d'années tous les peuples civilisés établir une sorte de lutte à qui fumera davantage.

La statistique nous donne sur ce sujet les renseignements suivants, sur la consommation du tabac par habitants mâles adultes dans les différents pays d'Europe, et sur les impôts que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'habitude de fumer fait peser sur chaque tête d'habitants, dans ces diverses contrées.

PAYS.	CONSOMMATION par tête des hommes âgés de plus de 18 ans.	IMPOT par tête de la totalité des habitants.	PAYS.	CONSOMMATION par tête des hommes âgés de plus de 18 ans.	IMPOT par tête de la totalité des habitants.
	kil.	fr.		kil.	fr.
Hanovre	6,250	0 17	Royaume-Uni	2,508	4 40
Prusse, Saxe	4,875	0 27	Espagne	2,375	1 65
Belgique	4,500	0 17	Suède	2,185	0 12
Pay-Bas	4,128	0 05	Portugal	1,750	2 38
Danemark	4,000	0 13	Sardaigne	1,375	1 79
Autriche	3,375	0 60	Russie	1,250	0 15
Norwége	3,200	0 47	Toscane	1,250	1 46
France	2,750	2 50	États de l'Église	1,000	2 78

On voit qu'il n'y a que peu d'États qui aient su se créer des ressources importantes dans la consommation du tabac. Les Français, en 1846, ont dépensé en achat de tabacs de toute espèce 132 060 931 francs, et en 1856 la dépense est montée à 180 521 237 francs.

La consommation des cigares s'est accrue pendant cette période d'une façon incroyable. Tandis que la consommation du tabac à priser n'a augmenté que de 4.7 pour 100, celle du tabac à fumer a augmenté de 49.8 pour 100, et celle des cigares de 195 pour 100.

La culture du tabac est une de celles qui réussit davantage en Algérie; en 1844, 3 planteurs européens avaient cultivé seulement 1 hectare 42 ares. En 1854, le nombre des planteurs s'élevait à 2 323, et les cultures comprenaient une superficie de 2 818 hectares 92 ares. Quatre ans seulement plus tard, ce chiffre avait doublé; il était de 5 178 hectares; enfin, l'année suivante, en 1859, il avait atteint 6 697 hect. 68 ares.

En 1860, l'administration de la régie a acheté aux planteurs algériens, sur les produits de la récolte de 1860, 2 336 190 kil. de tabacs en feuilles sèches, au prix total de 1 845 333 fr. 60 c.

Au 31 décembre 1861, 1 545 176 fr. avaient été payés au producteur, sur la récolte de l'année; les prix se sont élevés, dans cette dernière année, ce qui montre que la qualité s'est améliorée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 10. *Produits animaux.* 1° *Viandes conservées.* Il y a déjà fort longtemps que le problème de la conservation des viandes est à l'étude, que de nombreuses solutions sont proposées, sans arriver jamais à pouvoir réussir d'une façon complète.

Les grandes prairies qui couvrent encore certaines parties du globe, notamment les pampas de l'Amérique du Sud, nourrissent un nombreux bétail, abattu aujourd'hui pour son cuir et son suif, et dont la viande reste sans emploi. Si l'on possédait un bon moyen de conservation, cette viande pourrait être, avec grand profit, importée en Europe, où elle a toujours une valeur considérable. Malheureusement les procédés employés jusqu'à présent reposent souvent sur l'action antiseptique de l'acide sulfureux, qui laisse à la longue à la viande un goût peu agréable.

En 1855, on avait été fort préoccupé de quelques produits exposés par M. Lamy, de Clermont-Ferrand; de la viande, de la volaille, du gibier crus, avaient été conservés fort longtemps; cette tentative ne paraît pas avoir eu de suite, et nous craignons qu'il en soit de même de celle qu'ont faite MM. Jones et Trévithick, qui emploient également l'acide sulfureux pour la conservation des viandes : MM. Duncan et Comp. s'efforcent également de conserver des huîtres et autres matières alimentaires, en leur conservant leur saveur première.

Il ne semble pas qu'en France on se soit beaucoup occupé de ce problème pendant ces dernières années, mais nous pouvons en revanche signaler nos admirables conserves de luxe qui ont une réputation universelle; les pâtés de Chartres, de Strasbourg, d'Amiens, etc., les foies gras parfumés de truffes, seront sans doute longtemps encore recherchés des gourmets.

Ce n'est certes pas à eux que s'adressent les viandes séchées qu'expose Buénos-Ayres; ces longues lanières noires, d'aspect coriace, d'odeur fétide, ne peuvent être consommées que par des voyageurs affamés, qui n'ont pu se munir de salaisons préparées avec plus de soin, ou de viandes fumées comme celles que prépare si bien la ville libre de Hambourg.

Il nous a été malheureusement impossible de rester à Londres pendant l'exposition d'animaux qui a eu lieu au mois de juillet; nous eussions pu apprécier, une fois de plus, l'admirable organisation de la production de la viande chez nos voisins; nous aurions pu reconnaître aussi les progrès qui s'accomplissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque jour chez nous dans l'élève du bétail, dans le choix des races, plus précoces, plus spécialisées pour la boucherie, qui augmenteront rapidement la production de viande de notre pays, production que sollicite une consommation chaque jour plus exigeante.

Pêcheries. Les travaux intéressants dont il est question depuis plusieurs années, sur la culture de la mer, doivent faire de plus en plus considérer l'Océan comme un grand réservoir de nourriture animale, dont nous sommes loin de savoir encore profiter complétement.

L'industrie si importante de la pêche n'a été que peu représentée à l'Exposition; les colonies anglaises paraissent cependant se préoccuper de cette source de richesse trop souvent négligée ou gaspillée, et dans l'excellente notice qu'il a publiée sur l'exposition du Nouveau-Brunswick, M. Ellis estime que les 150 000 liv. st. que représente aujourd'hui la valeur de pêche daus le golfe Saint-Laurent n'est que le quart du chiffre qu'elle pourrait atteindre.

Le saumon conservé forme une partie importante des 50 mille liv. st. de poissons exportées annuellement.

Tandis qu'en France le saumon est une nourriture de luxe, il abonde tellement dans les fleuves d'Écosse qu'il détruit toutes les autres variétés de poisson et qu'on songe très-sérieusement à le détruire; un grand nombre d'engins destinés à cette guerre d'extermination ont été réunis dans le compartiment anglais.

§ 11. *Animaux utiles et nuisibles.* On a encore placé dans la classe dont nous nous occupons la remarquable exposition de M. Florent-Prevost, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle. Cette exposition fort attrayante, très-bien disposée, comprend les animaux les plus répandus en France, divisés en deux grandes classes : animaux utiles, animaux nuisibles.

Les mammifères et les oiseaux domestiques des trois principales régions de la France sont placés à côté des gibiers, c'est-à-dire des animaux sauvages qu'on y rencontre; dans des cases séparées sont placés les animaux nuisibles. Ces animaux, fort bien empaillés, dans de très-bonnes attitudes, montrent que le Muséum renferme toujours de très-habiles préparateurs.

Ce ne sont pas cependant les pièces empaillées qui sont le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dignes d'attention dans cette exposition, ce sont bien certainement les faits sur lesquels M. Florent-Prevost appuie sa classification des animaux, et les range parmi les utiles ou nuisibles; il s'est tout simplement appuyé, pour établir ces catégories, sur le régime de ces animaux. Brillat-Savarin, qui aimait à travestir les proverbes, écrivait : « Dis-moi ce que tu manges, je te dirai qui tu es. » C'est la même question que M. Florent adresse aux animaux; il étudie ce qu'ils mangent, voit s'ils attaquent nos récoltes ou si, au contraire, ils dévorent les insectes qui les ravagent, et conclut, de l'examen de leur régime, à leur qualité d'alliés ou d'ennemis, et réclame pour eux la vie sauve et la protection, ou les voue au contraire à une condamnation qu'il faut s'efforcer d'exécuter.

Pour établir sur des bases certaines la nature du régime des oiseaux, M. Florent-Prevost examine leur estomac; il a fait sur chaque variété cinquante-deux observations annuelles, une toutes les semaines, de façon à connaître parfaitement les aliments que consomment les animaux, et à établir en définitive s'ils doivent être conservés ou détruits.

Ce sont surtout les oiseaux qu'a examinés M. Florent-Prevost. Comme pièces à l'appui de ses nombreux registres, ce naturaliste expose un grand nombre d'estomacs d'oiseaux ouverts et conservés; on y découvre facilement des débris indiquant la nourriture de l'animal, et nous y voyons combien de services rendent journellement des animaux que la plupart des cultivateurs pourchassent sans pitié, en s'imaginant qu'ils sont nuisibles. — Un exemple entre mille : la corneille noire est généralement considérée comme un animal nuisible; il n'est pas de propriétaire chez lequel sa tête ne soit mise à prix et payée aux gardes; et cependant, pendant les mois de janvier, de février et de mars, les corneilles mangent surtout des larves de hanneton; on les voit souvent dans les terres fraîchement labourées, recherchant les larves que la charrue a mises au jour, en retournant le sillon; pendant le même temps, la corneille dévore aussi des campagnols; plus tard, en avril et en mai, elle mange les hannetons, qui font parfois de si terribles ravages dans les vergers. Dans les mois de juin et de juillet, la corneille est plus coupable; elle mange de jeunes oiseaux, de jeunes lapins, mais elle se réhabilite en faisant la guerre aux sauterelles; pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les derniers mois de l'année, elle se nourrit surtout de chairs de mammifères.

Le hibou, si généralement pourchassé, et qu'on cloue aux portes des fermes, devrait être cependant conservé avec soin, car il se nourrit surtout de souris, de mulots, de campagnols, de hannetons. Le geai mange quelques œufs d'oiseaux, mais combien de larves de hanneton, de coléoptères de toute espèce! Les petits oiseaux enfin sont aussi nos alliés, et ils devraient être aussi protégés contre la barbarie, qui leur fait une véritable guerre d'extermination.

L'opinion publique s'est déjà émue, au reste, de cette destruction si nuisible au pays tout entier, et une pétition au Sénat a donné occasion à M. Bonjean, sénateur, de faire un éloquent plaidoyer en faveur des petits oiseaux. S'appuyant sur les excellents tableaux de M. Florent-Prevost, M. Bonjean rappelait notamment certains faits relatifs au martinet : « Dix de ces oiseaux furent tués du 15 avril au 29 août, à la fin de la journée, au moment où ils rentrent au nid. Les insectes ,dont les débris furent retrouvés dans les estomacs, ne montaient pas à moins de 5 432, ce qui donne, pour chaque jour et pour chaque oiseau, une moyenne de 548 insectes détruits. Et parmi les insectes ainsi anéantis, figurent précisément les plus redoutables pour nous : le charançon des blés, la pyrale, le hanneton, et une foule d'autres coléoptères destructeurs. »

Il nous faut donc rappeler ce mot heureux : « L'oiseau peut vivre sans l'homme, mais l'homme ne peut vivre sans l'oiseau. »

On finira sans doute par réfléchir à cette grande vérité, et la destruction acharnée que nous signalons cessera peu à peu, nous l'espérons, au grand profit de nos récoltes. Si cet heureux résultat arrive, les travaux intéressants de M. Florens-Prevost n'y auront pas été inutiles.

La *Société d'acclimatation* a aussi envoyé à Londres un grand nombre de spécimens des animaux qu'elle élève; enfin, les colonies anglaises et françaises ont exposé les animaux qui habitent leurs contrées, en même temps qu'elles ont souvent donné de nombreuses photographies des naturels. Ces renseignements ethnographiques peuvent être fort utiles dans les études qui s'occupent de grouper les races humaines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 12. *Résumé et conclusion.* Par sa position géographique, la France est prédestinée aux arts agricoles; au nord, son climat humide et tempéré convient particulièrement à la culture du froment et à l'élève du bétail; au centre, ses coteaux dorés par le soleil sont couverts de vignes qui produisent les vins les plus renommés du monde; au sud, elle peut cultiver le mûrier et produire la soie que ses manufactures savent transformer en tissus admirables. Plus au sud encore, de l'autre côté de la Méditerranée, s'étend l'Algérie, qui, comme une prolongation de notre territoire, nous mène jusqu'à la région du dattier.

Par sa situation, par la variété de ses produits, notre France européenne devrait être la première nation agricole du monde; elle n'est cependant encore que la seconde, tandis qu'en l'Angleterre le rendement moyen de l'hectare est de 129 francs, le rendement en France n'est que de 94 francs. Nous devons arriver au premier rang, et cette tâche n'est pas au-dessus de nos forces.

Depuis quarante ans que la France s'est livrée avec l'ardeur, l'entrain qui font partie du caractère national, aux arts de la paix, elle a préparé admirablement l'avenir, elle a créé un admirable réseau de chemins de fer, qui couvre complétement le pays, et permet à toutes les industries de se développer librement, sûres qu'elles sont de trouver toujours des débouchés.

Ces réseaux s'achèvent, et bientôt ils ne pourront plus absorber la masse de capitaux que crée le travail, qu'accumule l'épargne, il leur faudra d'autres emplois; ils se tourneront sans doute alors vers l'agriculture, la vraie mine d'or de notre pays.

Pour que ces capitaux soient employés utilement, pour que ces capitaux, qui ont manqué jusqu'à présent, mais qui ne manqueront plus longtemps, portent tous leurs fruits, il reste une création à faire, il faut fonder la science agricole, il faut répandre à flots la lumière sur toutes les questions qui touchent à l'industrie mère de toutes les autres; il faut établir en France un grand enseignement agricole, installé sur les bases les plus larges.

Personne ne niera sans doute que les progrès remarquables qu'a fait la France dans l'industrie, dans les constructions civiles, n'aient leur source dans nos admirables écoles; dans l'École polytechnique d'abord, dans celle des Ponts et Chaussées, dans celle des Mines. La valeur non discutée de notre armée dérive, nous le voulons, dans une disposition particulière chez nos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compatriotes; l'École de Saint-Cyr n'a pas été inutile cependant pour former le corps d'officiers qui la commande si habilement.

Au seuil de toutes les carrières nous voyons une école spéciale: nous avons des écoles d'ingénieurs, de mineurs, de forestiers; des écoles de médecine, de droit, de peinture, d'architecture, de musique; et la France, dont les trois quarts de la population sont voués à la culture, n'a pas une école d'agriculture à la hauteur des précédentes.

Les écoles de Grignon, de Grand-Jouan, de la Saulsaie, ont sans doute de l'importance, mais personne cependant n'oserait les mettre sur la même ligne que l'École polytechnique ou l'École de médecine.

C'est un établissement de cette nature qu'il faudrait cependant; et les élèves ne feraient pas défaut! Quand les jeunes gens de famille ont terminé les études des lycées, vers dix-huit ou dix-neuf ans, ils sont souvent embarrassés sur le choix d'une carrière; quelques-uns vont à l'École de droit, d'autres passent dans l'armée; combien cependant retournent dans leur province pour se mettre à faire valoir leur domaine sans avoir les connaissances spéciales qu'exigéraient une culture rationelle! Combien voyons-nous, notamment au Conservatoire, de propriétaires qui viennent consulter les maîtres de la science, et regrettent amèrement l'ignorance qui les arrête à chacun des problèmes que la pratique pose devant eux! Ils font beaucoup cependant, ils tentent toutes sortes d'amélioration, mais combien de capitaux sont souvent enfouis en pure perte par manque de savoir!

S'il existait à Paris au contraire une grande école où les fils de propriétaires qui veulent suivre la carrière la plus honorable et la plus indépendante, pussent venir acquérir les notions scientifiques, bases de toutes les connaissances sérieuses; si ce premier enseignement théorique était appuyé d'une éducation pratique instituée dans plusieurs écoles d'application, établies dans les trois grandes régions qui divisent la France, nous aurions sans doute dans une quinzaine d'années des agriculteurs instruits, familiers avec la science, familiers encore avec la pratique, et capables enfin de tirer de notre sol tout ce qu'il peut donner.

On serait sans doute étonné alors de voir ce qu'est la France,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et combien nous sommes loin actuellement de connaître les richesses qu'elle est susceptible de produire.

A ces avantages matériels, se joindrait encore la gloire de créer la science agricole; qu'un corps de professeurs soit réuni pour un semblable enseignement, ils toucheront du doigt chaque jour les points obscurs, les faits mal élucidés, et parviendront sans doute à les éclairer par des travaux dirigés spécialement dans la voie que leur trace leur enseignement.

Combien d'exemples n'avons-nous pas eu de l'heureuse influence des écoles, non-seulement sur la formation d'élèves remarquables, mais sur les progrès des sciences! — tout ce que la France a fait de grand dans l'industrie depuis cinquante ans a trouvé son germe dans ses grands établissements d'instruction publique.

Il y a longtemps que la presse agricole a signalé cette lacune dans l'enseignement de notre pays; lacune comblée partout ailleurs, en Angleterre par le collége de Leicester, en Wurtemberg par l'institut d'Hohenheim, etc.; l'absence d'une grande École impériale d'agriculture paraît plus évidente, plus regrettable aujourd'hui que la France montre, par le nombre des exposants qui ont envoyé leurs produits à Londres, que l'agriculture est la première de ses industries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 8.

MACHINES MOTRICES.

PAR M. H. TRESCA.

Les machines motrices de l'Exposition ne présentent, à la première vue, aucun fait saillant; mais, lorsqu'on les examine dans leurs détails de construction, on y trouve un grand nombre de particularités nouvelles, les unes isolées, les autres, au contraire, signalant une tendance générale, et ce sont surtout ces dernières qu'il importe de faire connaître aux lecteurs des *Annales;* nous y joindrons quelques indications sur les nouvelles machines à air chaud.

On commence en Angleterre à se préoccuper plus sérieusement des moyens d'économiser le combustible, et cependant la chaudière tubulaire n'est que d'un usage exceptionnel pour les machines fixes. On ne leur attribue pas, comme en France, un avantage marqué sur les autres, et les générateurs à foyer et carneaux intérieurs y sont certainement le plus répandus. Deux foyers contigus sont souvent établis dans un même corps cylindrique; mais celui-ci doit avoir alors un diamètre de 2 mètres au minimum, et cette dimension est déjà bien grande quant aux meilleures conditions de sécurité. Ces dimensions sont celles des belles chaudières installées par M. Hick et C^ie^ pour le service de l'Exposition. Leur grande longueur a suffi pour leur donner une surface de chauffe considérable; mais les chaudières à bouilleurs donneraient évidemment le moyen d'arriver encore à une surface plus grande, sans exiger d'aussi grands diamètres et sans entraîner, dans la construction des fourneaux, une complication plus grande que celle des carneaux, qu'il faut établir autour des chaudières anglaises, lorsque l'on veut utiliser leur paroi extérieure comme surface de chauffe. Nous croyons que l'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ce système doit être limité aux circonstances dans lesquelles on doit recourir à une installation provisoire; et il est alors fort commode de placer la chaudière dans un coin de l'atelier, sans maçonnerie, et avec communication directe des carneaux intérieurs avec une cheminée spéciale.

La production de vapeur étant insuffisante à l'Exposition, on a, dans ces derniers temps, ajouté à l'installation première quatre grandes chaudières de Cater, à double retour de flamme par des tubes. Le foyer est placé comme dans nos chaudières horizontales sans bouilleur. La flamme agit d'abord sur la surface extérieure de la chaudière; elle revient en avant par une série de tubes aboutissant, comme dans les chaudières marines, dans une boîte à fumée, séparée du foyer par une certaine épaisseur d'eau, et se rend enfin dans la cheminée par une seconde série de tubes légèrement inclinés. La surface de chauffe est grande, et, dans quelques essais, on paraît avoir constaté une vaporisation de près de 10 kilogrammes d'eau par kilogramme de combustible.

Les chaudières tubulaires, qui sont d'un emploi général et indispensable pour toutes les machines mobiles, sont construites en Angleterre comme en France; on n'y a pas encore introduit le principe des foyers amovibles, qui, pour la première fois, proposé par M. Chevalier, de Lyon, et M. Durenne, permet d'étendre le domaine de ces appareils jusqu'aux eaux de pureté moyenne, donnant lieu à des dépôts assez rapides. La difficulté de visiter et de nettoyer les tubes sans démontage avait été, jusque dans ces derniers temps, un obstacle sérieux à leur emploi dans ces conditions.

Les premiers essais de foyers amovibles étaient peu favorables. M. Durenne disposait son enveloppe extérieure en plusieurs tronçons montés sur roues, et par l'enlèvement successif de ces tronçons il parvenait assez facilement à mettre à nu tout le système tubulaire. M. Chevalier, pour éviter les inconvénients que pouvaient présenter les différences de dilatation, employait des tubes en forme d'⊏, qui, fixés par les extrémités des deux branches à une plaque unique, permettaient, par le démontage de cette plaque, l'enlèvement du faisceau tout entier.

MM. Thomas et Laurens, et MM. Farcot et fils ont présenté à l'Exposition des chaudières plus pratiques, et réalisant le problème de la manière la plus complète. Dans ces deux appareils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le faisceau de tubes tout entier est fixé à une plaque générale, assez grande pour s'assembler par des boulons avec une bride rivée à la périphérie de la chaudière. A leur autre extrémité, ces tubes sont également réunis sur une plaque commune, recouverte par une calotte qui sert de clôture à la boîte à fumée. Cette boîte et les tubes s'enlèvent ensemble avec facilité, lorsque le joint principal de l'avant de la chaudière est démonté; dans la chaudière de MM. Farcot, cet enlèvement s'opère même en faisant rouler tout le système mobile et les galets qui le portent sur des longrines disposées à cet effet dans la chaudière. On pourrait craindre que cet énorme joint ne présentât de grandes difficultés dans sa confection; mais l'expérience a prouvé que, soit qu'on l'exécute simplement au moyen de l'interposition d'une feuille épaisse de caoutchouc, soit qu'on opère le serrage sur une bague de cuivre rouge, il restait parfaitement étanche, et qu'il est en général d'un bon service. Lorsque les tubes sont sortis de l'enveloppe cylindrique, on parvient facilement à les nettoyer en faisant passer une lame mince de scie dans les intervalles qui les séparent. Si cette manœuvre pouvait être fréquemment répétée, on économiserait une proportion notable du combustible, en s'attachant à marcher toujours avec des surfaces de chauffe parfaitement désincrustées, et par conséquent plus conductrices de la chaleur. Déjà les générateurs à bouilleurs latéraux avaient conduit sous ce rapport à des résultats très-favorables, en ce que les dépôts s'y formaient surtout à l'état non adhérent, particulièrement dans le bouilleur où l'eau d'alimentation commençait à s'échauffer.

Bien que cette disposition des chaudières à foyer amovible soit bien due à nos compatriotes, nous avons trouvé dans l'exposition belge et dans l'exposition anglaise des locomobiles pourvues d'appareils analogues : elle est éminemment propre en effet à l'amélioration des chaudières tubulaires de ces sortes de machines.

Les chaudières à circulation ont enfin trouvé quelques partisans en France; et il paraîtrait que, quand elles sont surveillées avec une attention soutenue, quand surtout on ne leur permet pas de produire de la vapeur trop chaude, elles peuvent fournir de bons résultats. C'est là cependant une application tout à fait exceptionnelle, et nous en dirons autant de deux systèmes nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veaux qui n'ont point encore fait leurs preuves, et que cependant le jury de Londres a récompensés, sans doute pour leur étrangeté.

La chaudière en fonte de Harrisson se compose d'une série de sphères creuses, de 10 centimètres de diamètre, munies chacune de deux ou trois tubulures destinées à les réunir les unes aux autres. Lorsqu'on veut monter une chaudière de cette espèce, on fait passer un boulon dans un certain nombre de ces boules, que l'on réunit seulement par serrage : on en fait autant dans le sens transversal, et l'on peut, par le même moyen, superposer plusieurs étages, également réunis par des boulons. Si l'on s'arrête à trois étages par exemple, on maintiendra, par l'alimentation, de l'eau dans les boules de l'étage inférieur, les autres serviront de réservoir de vapeur, et il suffira de faire du feu au-dessous du triple grillage ainsi formé pour produire des quantités de vapeur plus ou moins considérables. L'exiguité des dimensions de chaque partie du système lui permet sans doute de résister à de grandes pressions; le démontage et le remontage sont faciles, et malgré les craintes que l'on pourrait *à priori* concevoir, les fuites sont en fait assez peu nombreuses; toujours est-il que, plus encore dans cet appareil que dans les chaudières ordinaires à circulation, la température est incertaine; elle sera souvent assez chaude pour faire gripper dans leurs frottements les pièces mobiles soumises à son action, et l'idée de cette combinaison nous paraît véritablement plus ingénieuse que réellement pratique.

Il est à notre connaissance cependant qu'un de ces générateurs américains fonctionne chez un de nos constructeurs parisiens depuis bientôt une année, sans avoir donné lieu à des plaintes sérieuses.

L'idée de M. Grimaldi est peut-être plus pratique, mais elle ne nous donne pas l'assurance d'un fonctionnement économique. La chaudière de cet inventeur est horizontale et cylindrique, avec quatre tubes de fumée à l'intérieur; elle est chauffée à la manière ordinaire, mais elle tourne d'un mouvement très-lent sur elle-même, de manière à présenter successivement à l'action du foyer tous les points de sa surface; l'eau y est, comme la chaudière même, constamment en mouvement, et l'on espère par ce moyen éviter l'adhérence des dépôts, tout en permettant à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaleur d'agir d'une manière plus efficace; on arrivera sans doute à produire beaucoup par mètre carré de surface de chauffe, mais les générateurs qui jouissent de cette propriété sont loin d'être les meilleurs, et les gaz brûlés ne sauraient être convenablement refroidis dans une chaudière de ce système.

On voit, par ces détails, que l'Exposition de 1862 ne se fait pas remarquer par d'importants perfectionnements dans la construction des chaudières à vapeur; mais il n'en est pas pas de même quant aux accessoires des générateurs : de très-heureuses modifications ont été introduites, soit dans les procédés d'alimentation, soit dans les moyens d'éviter les incrustations, soit enfin dans les moyens de prévenir la fumée, si gênante, surtout dans les grandes villes, des foyers où l'on brûle de la houille.

Parmi les solutions nouvelles de ces importantes questions, l'injecteur Giffart est sans contredit le plus remarquable : faire qu'un jet de vapeur émanant d'une chaudière à vapeur produise, par succion latérale, l'appel, tout au pourtour de ce jet, d'une certaine quantité d'eau, qu'il se condense dans cette eau en lui fournissant le travail nécessaire pour qu'elle rentre dans la chaudière, malgré la pression qui s'oppose à cette introduction, c'est là sans doute un fait aussi bizarre qu'inattendu. Lorsqu'une invention entre mille est appelée à un grand succès, il n'est pas difficile de trouver toujours quelques recherches antérieures, faites dans la même direction, et l'opinion publique accueille avec une déplorable facilité la pensée que la chose n'est pas nouvelle. L'injecteur Giffart lui-même n'a pas échappé à ces argnments rétrospectifs, quoique son action soit basée sur des phénomènes très-différents de ceux sur lesquels reposent les appareils qu'il remplace dès aujourd'hui; mais il a eu du moins l'honneur d'un succès exceptionnel. Bien qu'inconnu encore à l'Exposition de 1855, il en est déjà sorti des ateliers de M. Flaud fils plus de deux mille exemplaires, sans compter ceux que les compagnies de chemins de fer ont été autorisées à construire dans leurs ateliers.

Nous sommes loin de considérer l'injecteur Giffart comme la machine élévatoire la plus économique; mais pour l'application spéciale de l'alimentation des chaudières à vapeur, c'est sans contredit un très-bon appareil, rustique, bien que délicat dans son fonctionnement, sûr dans son action, entre certaines limites, fonctionnant sans aucune transmission mécanique, et par consé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quent indispensable dans toutes les circonstances pour lesquelles la chaudière n'est pas accompagnée d'une machine motrice.

Plusieurs des compagnies les plus importantes de chemins de fer, celle de Paris à Lyon, par exemple, ont eu la hardiesse de démonter toutes leurs pompes et de les remplacer par des injecteurs. On ne voit plus dès lors ces manœuvres de gare dans lesquelles les locomotives couraient sur la voie dans l'unique but d'alimenter la chaudière : cette confiance des compagnies est le plus bel éloge que l'on puisse faire de cet instrument. Aussi le retrouvons-nous dans la plupart des expositions étrangères, mais partout, il faut le dire, avec son certificat d'origine. M. Sharp, Steward et Cie, de Leeds, MM. Cail, Halot et Cie, de Bruxelles, en construisent de toutes grandeurs, et l'on n'en trouve pas, dans ces expositions, moins de quinze modèles de dimensions graduées. Cet appareil d'invention si récente est destiné sans doute à recevoir encore de grandes améliorations.

L'injecteur Giffart n'est point automatique; fondée sur la condensation de la vapeur, son action ne peut s'étendre aux eaux trop chaudes pour que cette condensation soit possible, et il nous a été donné de voir tout récemment dans les ateliers de M. Chameroy un appareil plus volumineux, il est vrai, mais tout aussi simple, pour alimenter, chaque fois que cela est nécessaire, avec de l'eau préalablement chauffée. C'est une bouteille alimentaire combinée de telle façon qu'elle fonctionne seule, et indépendamment du chauffeur.

M. Achard, dans l'ingénieuse solution qu'il a trouvée de cette même question, fait intervenir l'action d'un courant électrique chargé seulement de rendre efficace ou sans effet le fonctionnement de la pompe alimentaire, entretenue sans cesse en mouvement par la machine. Une pile d'un ou deux éléments suffit parfaitement pour l'objet que M. Achard demande à l'électricité, et c'est là une des formes sous lesquelles il a réalisé le principe de ce qu'il appelle l'embrayage électrique, le courant ne servant jamais que pour réunir ou désunir certains organes, sans avoir jamais à déterminer, par lui-même, une action mécanique de quelque énergie : c'est le niveau même du liquide dans la chaudière qui produit, au moyen d'un flotteur, les contacts par suite desquels l'action de la pompe est interrompue ou reprise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Déjà un assez grand nombre de ces appareils fonctionnent dans des usines importantes, et c'est là sans doute une des améliorations les plus intéressantes qui aient été introduites, depuis quelque temps, dans cette partie de la mécanique. Les appareils automatiques ne sont à craindre que lorsqu'ils peuvent, par défaut d'indication, déterminer une fausse sécurité. M. Achard s'est mis à l'abri de cette difficulté en arrêtant, par l'intermédiaire de sa pile, la sonnette d'alarme. Si la pile cesse de fonctionner, la sonnette avertit de cette circonstance comme si elle se mettait en mouvement dans un cas de danger; on risque donc d'être inquiété inutilement, mais jamais de ne pas l'être en temps convenable.

On peut seulement reprocher à l'appareil de M. Achard de ne point fonctionner pendant les temps d'arrêt de la machine; mais n'est-il pas déjà très-avantageux d'être prévenu de toutes les variations anomales qui ont lieu dans le niveau de la chaudière pendant que l'usine fonctionne.

Pendant longtemps on s'est contenté de combattre l'influence des incrustations par un nettoyage fait à des époques suffisamment rapprochées les unes des autres, pour que l'épaisseur des dépôts ne fût jamais trop considérable. On attache aujourd'hui un plus grand intérêt à cette question, et, ainsi que nous l'avons dit déjà, l'emploi des bouilleurs latéraux a démontré que les dépôts les plus abondants pouvaient être accumulés, pour la plus grande partie, dans ces capacités annexes où l'eau commence à se réchauffer; le carbonate de chaux n'étant maintenu en dissolution qu'à la faveur d'un excès d'acide carbonique, il suffit de chauffer très-légèrement l'eau d'alimentation pour chasser cet acide et précipiter la plus grande partie du carbonate. D'un autre côté, le sulfate de chaux étant presque insoluble à 120° et au-dessus, on peut utiliser cette propriété pour précipiter ces deux matières dans le parcours effectué dans le premier bouilleur horizontal; il s'y forme rapidement un dépôt épais, sans consistance, tandis que dans les parties où l'échauffement a lieu plus graduellement et plus lentement, les dépôts restent durs, mais en petite quantité, et le nettoyage au marteau, quand il est nécessaire, permet facilement d'enlever la presque totalité des incrustations adhérentes.

Parmi les divers moyens employés en France pour combattre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les incrustations, les industriels anglais n'ont adopté que quelques substances analogues à celles qui ont été proposées, à bien des reprises différentes, pour agir chimiquement ou physiquement sur les matières incrustantes et les empêcher de prendre le degré de consistance qui les rendrait nuisibles.

Cependant de nouveaux essais se font en ce moment sur les bateaux construits par divers constructeurs pour utiliser les condenseurs à surface, au moyen desquels l'eau distillée une première fois, et recueillie à part, pourrait servir indéfiniment à des vaporisations successives. Malheureusement les appareils de ce genre n'ont jamais fourni, pendant une longue période, des essais concluants. Aucune incrustation ne peut évidemment se produire à l'intérieur des parois de ces condenseurs, puisque la vapeur qui y circule provient d'eau déjà vaporisée une première fois; mais les graisses qui se déposent sur ces surfaces, et surtout les dépôts qui se produisent à l'extérieur, par suite de l'échauffement de l'eau ambiante qui produit la condensation, réduisent si rapidement la conductibilité des parois, que les appareils deviennent bientôt inefficaces. Le remède à ce mal est sans doute dans le facile démontage de ces sortes de condenseurs et dans les dispositions les plus favorables pour empêcher l'inégalité des dilatations. A cet effet, plusieurs constructeurs anglais emploient des tubes parallèles, fixés sur les plaques destinées à les recevoir par d'épaisses feuilles de caoutchouc, qui font facilement de grands joints parfaitement étanches, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un serrage assez énergique pour gêner le métal dans ses actions moléculaires; le caoutchouc est exclusivement employé, depuis plusieurs années déjà, pour les clapets des pompes à air; il y rend de grands services, et nous ne doutons pas de son avenir pour les joints des condenseurs tubulaires.

En France, les mêmes tentatives ont été faites; mais on a, surtout dans ces dernières années, cherché à résoudre le problème en enlevant à l'eau, avant son emploi, toutes ses matières, ou tout au moins la plus grande partie de ses matières incrustantes, formées, comme on le sait, de sulfate et de carbonate de chaux. On a beaucoup préconisé l'emploi des sels de baryte, qui sont d'une complète efficacité; mais le prix auquel on les avait annoncés était absolument illusoire, et les industriels qui ont voulu continuer à précipiter les calcaires ont dû se rejeter sur la chaux, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit à bien meilleur marché des résultats un peu moins satisfaisants. Il faut alors faire la précipitation dans une caisse spéciale où l'eau est déjà portée à une température de 30 à 50°, suffisante pour aider par elle-même à l'épuration, à mesure que se dégage l'acide carbonique, à la faveur duquel le carbonate de chaux se maintenait soluble dans l'eau à une température inférieure. Ce procédé, beaucoup moins sûr que celui de la baryte, ne s'est d'ailleurs introduit que dans un petit nombre d'usines, et le mode qui paraît se généraliser le plus consiste à forcer les dépôts à se réunir sur certains points déterminés, d'où il est alors beaucoup plus facile de l'enlever.

M. Dumery, qui n'a point pris part à l'Exposition de Londres, arrive de la manière la plus ingénieuse à ce résultat au moyen de son déjecteur, simple tube disposé de manière à donner lieu à une circulation continue du liquide de la chaudière dans un tube latéral, terminé à sa partie inférieure par une capacité plus grande, dans laquelle les matières terreuses et incrustantes viennent se réunir à l'état de boue, et d'où il est ensuite facile de les extraire en purgeant la chaudière à des intervalles convenables, comme on purge habituellement les cylindres des machines à vapeur.

Un grand nombre de ces déjecteurs sont déjà installés dans nos usines; mais ils ne paraissent pas être connus en Angleterre, où ils auraient été accueillis avec la même faveur que l'hydratmo-purificateur de M. Wagner, tel qu'il était exposé par M. Durenne, sous deux formes différentes.

C'est encore par l'échauffement de l'eau avant son mélange avec celle de la chaudière que le résultat est obtenu. Dans le modèle appliqué pour la première fois à sa locomobile, toute l'action se passe dans le dôme de vapeur; l'eau d'alimentation y est déversée sur une série de plaques, où elle se vaporise au milieu même de la vapeur déjà formée, en laissant la presque totalité de son limon sur les plaques. Celles-ci peuvent s'enlever toutes ensemble et être remplacées par une autre série de plaques lorsque les incrustations y ont acquis une certaine épaisseur, 2 à 3 centimètres par exemple. Nous avons vu des dépôts de cette épaisseur, et ils suffisent pour ne laisser aucun doute sur l'efficacité de cet appareil. Les dépôts ainsi recueillis se seraient évidemment formés dans la chaudière même si l'on ne les avait en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque sorte obligés à accepter la place qu'on leur avait assignée.

Pour que les résultats soient satisfaisants, il n'est pas nécessaire que l'eau se vaporise entièrement sur les plaques; il suffit qu'elle y acquière la température de 120 à 130°, à laquelle le sulfate de chaux cesse d'être soluble.

Dans l'appareil isolé qui doit servir à l'alimentation d'un grand système de générateurs, les plaques sont placées dans une boîte rectangulaire AB (*fig.* 1) parfaitement étanche. L'eau froide contenue dans la bâche supérieure C peut, à volonté, tomber sur la première plaque lorsqu'on ouvre le robinet, et de là sur les plaques successives, où elle dépose son limon, sous l'action de la vapeur introduite par le tuyau M, et à laquelle on peut donner issue par la tubulure N. Les différentes parties de cette capacité peuvent être visitées au moyen de regards fermés comme des trous d'homme ; l'eau chaude est recueillie dans le fond de la caisse et de là portée dans les générateurs au moyen d'une pompe alimentaire exerçant son action par le tuyau d'aspiration P.

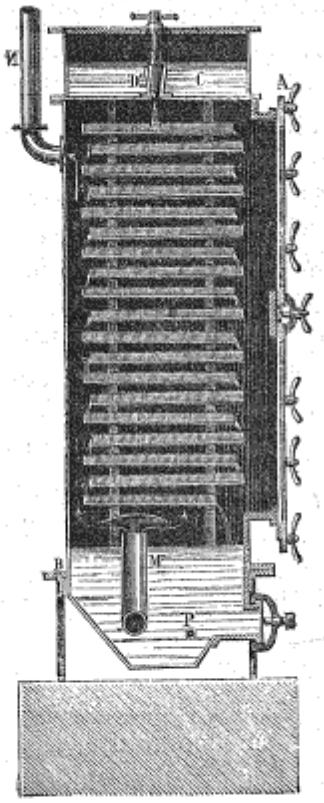


Fig. 1.

Cette disposition sera d'une action aussi complète que la précédente si la vapeur introduite dans la boîte est à une température élevée. Il nous semble qu'il n'en serait pas de même si l'on voulait, comme l'a dit l'inventeur, se servir exclusivement de la vapeur d'échappement de la machine : la température de cette vapeur serait sans doute trop peu élevée pour qu'on soit assuré de la précipitation des dépôts dans une proportion suffisante. Peu après la date du brevet de M. Wagner, M. Schau, en Autriche, a fait connaître un appareil presque semblable, et en le plaçant dans le dôme de vapeur, il l'a appliqué déjà à un certain nombre de locomotives de la ligne de Vienne à New-Szönyi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition des eaux d'alimentation des locomotives de la ligne de Vienne à New-Szönyi.

NUMÉROS D'ORDRE.	STATIONS.	INDICATION DE L'EAU.	MATIÈRES INCRUSTANTES par litre d'eau.		QUANTITÉS d'eau consommées.	TENEUR d'après l'analyse.		TOTAL.
			Carbonates de chaux et de magnésie.	Sulfates de chaux et de magnésie.		Carbonates.	Sulfates.	
			gr.	gr.	k.	k.	k.	k.
1	Vienne.....	Réservoir du dépôt des machines...	0.0397	0.0050	359793	11.082	23.926	35.008
		Réservoir provisoire alimenté par un filet d'eau.....	0.0220	0.0760				
2	Vienne.....	Puits de la station.....	0.0062	0.0940	273768	1.697	25.734	27.432
3	G. Neusiedel ...	Eau de rivière de la Leitha.....	0.0358	0.0372	517325	18.520	19.245	37.764
4	Bruck.....	Puits de la station	0.0185	0.1112	302802	5.602	33.672	39.271
5	Zurndorf.....	Puits de la station.	0.0872	0.0348	539396	47.035	18.771	65.806
6	Wieselbourg ...	Puits de la station.....	0.0269	0.0931	342580	9.215	31.894	41.110
7	Saint-Miklos....	Puits du bâtiment de la station N° 1..	0.0269	0.1531	1143330	23.210	171.500	194.710
8	Raab.....	Puits du bâtiment de la station N° 2..	0.0137	0.1470				
9	Raab.	Puits de la station	0.0158	0.0782				
10	Saint-Junos.....	Puits de la station.....	0.0259	0.0811				
11	New-Szonye.....	Total.			3478994	116.361	324.742	441.104

Le tableau ci-joint fait connaître la composition et la quantité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des eaux employées pour le service de cette locomotive depuis le 30 décembre 1859 jusqu'au 4 juillet 1860.

Les dépôts des plaques ont été pesés après un service de quelque durée, et l'on a ainsi reconnu que leur poids total représentait 311k80, l'appareil a donc permis d'éliminer 311k80 sur 441k, soit 0,76; les sept dixièmes des incrustations avaient été évités par l'emploi de ces quelques plaques.

On voit déjà que la composition des eaux est notablement modifiée quant à la proportion relative des sulfates et des carbonates; ce fait est d'ailleurs mis en lumière, avec plus de précision encore, par les expériences de M. Durenne sur l'appareil Wagner à basse pression.

INDICATION DES SELS.	COMPOSITION DE L'EAU de la Seine par litre.		PROPORTION de matières éliminées par l'appareil.
	Avant son introduction dans l'appareil.	A sa sortie de l'appareil.	
	gr.	gr.	gr.
Bicarbonate de chaux et de magnésie.....	1·140	0.180	0.84
Sulfate de chaux et de magnésie.....	0.643	0.160	0.75
Silice, chlorures, matières végétales, et pertes.	0.042	0.025	0.40
	1.825	0.365	0.80

On retire donc beaucoup plus de carbonate que de sulfate, et l'eau introduite dans la chaudière renferme, à la suite de son épuration, la même teneur, à peu près, en chacun de ces genres de sels.

Ces chiffres suffisent pour montrer toute l'importance des appareils de cette nature et des déjecteurs.

La suppression de la fumée des machines à vapeur fixes ou mobiles est certainement un des problèmes les plus intéressants de notre époque. Parmi les procédés qui ont le mieux réussi, nous pouvons citer la grille inclinée de M. Tembrinck, adoptée après des essais concluants sur le chemin de l'Ouest et sur celui de Paris à Orléans. Les grilles inclinées possèdent ce grand avantage que, si l'angle d'inclinaison a été choisi convenablement pour la grosseur et la nature du combustible, le bas de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grille est toujours rempli de coke incandescent, qui laisse pénétrer dans le foyer de l'air neuf, acquérant à son contact une température suffisamment élevée pour déterminer la combustion des hydrogènes carbonés, gazeux ou volatils, qui auraient échappé à l'action comburante des gaz à l'entrée du foyer. Ces gaz sont d'ailleurs obligés de se mouvoir parallèlement à la grille, et ils rencontrent dans ce parcours une sorte de bouilleur qui utilise, dans la boîte à feu même, une partie de la chaleur dégagée. M. Couche a fait, sur les foyers de M. Tembrinck, un rapport qui sera consulté avec intérêt, et auquel nous ne saurions mieux faire que de renvoyer nos lecteurs pour les détails.

Nous pensons que cet appareil ne brûle si complétement les produits fuligineux de la houille que parce qu'il emploie une quantité d'air surabondante. On peut d'ailleurs en dire autant de la plupart des appareils fumivores, et c'est pour cela qu'en général ils donnent lieu, quoi que l'on ait dit, à une augmentation de consommation; la proportion dans laquelle la consommation peut être augmentée est d'ailleurs si faible, qu'elle ne peut en aucune façon être un empêchement à un progrès qu'une circulaire récente de M. le ministre du commerce et de l'agriculture vient de rendre obligatoire sur nos lignes de fer; si nos compagnies ont un si grand intérêt à substituer au coke ordinaire la houille crue, elles pourront bien employer une petite portion de la différence dont elles profitent à l'amélioration de la condition des voyageurs.

Tous les procédés reviennent donc à introduire une plus grande quantité d'air pour la même consommation de combustible, et tout porte à croire que l'injection de plusieurs filets de vapeur dans le foyer agissent à cet égard comme une véritable machine soufflante. M. Thierry fils, en France, réussit parfaitement par ce procédé, dont il attribue l'efficacité à ce que la vapeur serait surchauffée, et il réalise cette condition en faisant circuler la vapeur dans des tubes disposés autour du foyer lui-même.

M. Clark, en Angleterre, a réussi tout aussi bien par un moyen analogue; mais, tandis que M. Thierry cherche à donner à la flamme une longueur plus grande en soufflant dans le sens de son mouvement, M. Clarke souffle de façon à rompre ces cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rants, et il mélange plus parfaitement les gaz brûlés, la vapeur et l'air affluent.

La figure ci-jointe donne l'idée de l'application du système de M. Clark, dans son application aux boîtes à feu des locomotives.

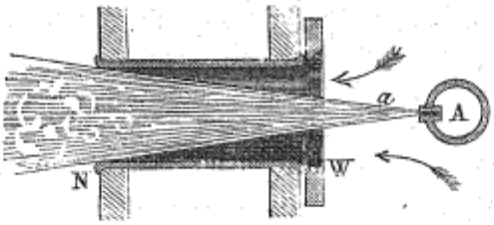


Fig. 2.

La vapeur étant introduite dans le tuyau A, vu en coupe, forme, lorsqu'elle s'écoule par l'orifice *a*, une sorte de gerbe conique qui s'introduit directement dans le tube à air WN, à la bouche duquel on adapte une ouverture évasée; c'est par cette ouverture que l'air ambiant est entraîné par la vitesse du courant de vapeur, et porté simultanément jusque dans la boîte à feu; le rôle de la vapeur dans cette circonstance est tout mécanique, et remplace celui d'une machine soufflante qui serait chargée de fournir un excès d'air chaud à la combustion.

D'après les dessins originaux, la vapeur devrait être injectée par la partie du foyer qui remplace l'autel, et par conséquent en sens inverse de l'air appelé par la grille et par la porte, pour activer la combustion; cette différence radicale est la seule que l'on remarque entre l'appareil français et le nouvel appareil de M. Clark, mais elle ne laisse pas que d'avoir une grande importance.

M. Clark a lu dernièrement à l'Institution des ingénieurs civils de Londres un important mémoire, dans lequel il a examiné les divers procédés fumivores qui commencent à être appliqués aux locomotives anglaises, et il a comparé particulièrement les résultats obtenus par M. Mac-Connell, par M. Beathe et par M. Cudworth.

Le système de M. Mac-Connell est basé sur l'emploi de larges grilles avec addition de tubes à air, en front de la chaudière et sur les côtés; en même temps la boîte à feu est prolongée jusqu'à une certaine distance dans le corps cylindrique de la chau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dière, de manière à augmenter dans une grande proportion la chambre de combustion, dans laquelle les gaz se mélangent et doivent se brûler.

Dans le système de M. Beathe, il y a réellement deux foyers successifs avec deux portes superposées. La porte supérieure sert à introduire, sur un plan incliné, le combustible frais, qui descend pendant qu'il brûle, et tombe dans le premier foyer quand il est déjà parvenu à l'état de coke : l'air qui arrive par la partie de la grille qui correspond à ce foyer est donc toujours amené à une haute température avant d'arriver sur la houille neuve ; l'air peut en outre pénétrer par les portes et par le fond de la boîte à feu, et la température est maintenue très-élevée partout, au moyen de garnitures et de séparations en terre réfractaire et en briques qui s'étendent même à une certaine profondeur dans le corps de la chaudière, formant ainsi un prolongement notable pour la chambre de combustion.

M. Cudworth combine la grille inclinée avec un long parcours des gaz ; la boîte à feu est très-longue et divisée longitudinalement en deux parties, par une cloison qui règne jusque vers la naissance des tubes.

Le système de M. Clark a l'avantage de pouvoir s'adapter aux machines existantes, tandis que ces différentes dispositions exigent une construction spéciale ; les auteurs ont tous pensé qu'il était convenable de séparer le foyer en deux parties, de manière à charger alternativement d'un côté et de l'autre.

Bien que certaines houilles de l'Angleterre soient très-fumantes, elles ont pour le chauffage des locomotives un avantage bien précieux, résultant de leur pureté même : elles donnent très-peu de résidus et encrassent par conséquent moins les grilles que les charbons employés en France. Il résulte de là que les entrées d'air par la grille sont moins fréquemment obstruées, et que par conséquent la combustion doit donner lieu à moins de fumée : c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer sans doute la facilité avec laquelle cette fumée disparaît sous la seule influence du tirage produit par l'échappement dans la cheminée : aussi les diverses compagnies suppléent-elles à cet échappement, pendant les temps d'arrêt, par un jet de vapeur spécial dirigé dans la cheminée, et qui suffit à peu près à la suppression de la fumée, tout autant par l'action physique que cette vapeur exerce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour entraîner, au moment de sa condensation, les particules charbonneuses, que par l'excès d'air qu'elle peut aider à introduire dans un foyer sans activité. Il en est tout autrement pendant la marche, et l'échappement détermine alors une introduction d'air considérable.

Les tableaux qui accompagnent le Mémoire de M. Clark établissent les chiffres de la consommation par tonne et par kilomètre : ces consommations sont les suivantes :

Indication des appareils.	Consommation par tonne et par kilomètre.
M. Mac-Connell	0k,088
M. Beathe.....	0 ,067
M. Cudworth.....	0 ,063

Les chiffres fournis par le procédé de M. Clark sont les plus favorables, et cette circonstance doit être attribuée sans doute à ce que son insufflation de vapeur dans la boîte à feu n'est pas nécessaire pendant la totalité du parcours : ses orifices d'entrée d'air sont suffisants lorsqu'ils obéissent à l'action de l'échappement dans la cheminée, et son soufflage ne fonctionne le plus ordinairement que pendant les temps d'arrêt.

Le problème du remplacement du coke par le combustible naturel, tel qu'il sort des houillères, est certainement une des plus importantes questions du moment : tous les faits que nous avons indiqués semblent établir que ce remplacement n'est possible qu'à la condition d'admettre une quantité d'air surabondante dans la boîte à feu.

Les expériences récemment faites par la Société industrielle de Mulhouse ont établi que cette condition ne saurait être avantageuse que si la chaleur, habituellement perdue par les gaz de la combustion, pouvait être utilisée dans des réchauffeurs spéciaux de l'eau d'alimentation. Tel n'est pas le cas dans les locomotives, mais ces nouveaux procédés doivent cependant produire une économie notable, résultant de ce que le kilogramme de houille coûte moins cher que le kilogramme de coke; voici, d'ailleurs, quant à la consommation en poids, quelques chiffres comparatifs : M. Mac-Connell dépense une fois et demi autant de charbon que de coke; M. Cudworth seulement 0,94 de charbon, par rapport au poids du coke consommé dans les mêmes circonstances, mais ce résultat tient à ce qu'il em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployait un charbon d'un pouvoir calorifique exceptionnel (*Lord Ward's coal* et *Ruabon coal*). M. Clark a dépensé sur différentes lignes 1,08 du poids du coke, et l'on doit considérer ce chiffre comme s'approchant de la véritable valeur comparative des deux combustibles.

Cette même transformation s'opère en France avec tout autant d'activité qu'en Angleterre, et notre Compagnie du Nord, par exemple, tend de plus en plus à remplacer le coke par du charbon : on en jugera par le tableau suivant de la consommation annuelle :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU

donnant par nature de combustible la consommation des locomotives du chemin de fer du Nord, de 1854 à 1861.

ANNÉES.	PARCOURS des locomotives françaises.	CONSOMMATION EN TONNES DE 1000 kil. HOUILLE NON CARBONISÉE. Coke.	Grosse houille.	Briquettes.	Tout venant.	Total.	Ensemble.	PROPORTION pour 1000 kilogr. de consommation. Coke.	Grosse houille.	Briquettes.	Tout venant.	Total.	Ensemble.	CONSOMMATION moyenne par kilomètre.
1854	7723313	74533	2413	»		2413	76946	969	31	0	0	31	1000	9.9
1855	9131517	67951	20646	3792		24438	92389	736	223	41	0	264	1000	10.1
1856	9380509	53695	26358	5620		31978	85673	627	308	65	0	373	1000	9.1
1857	9695113	39156	40707	9000		49707	88863	440	460	100	0	560	1000	9.2
1858	10559913	39232	47823	9386		57209	96441	407	497	96	0	593	1000	9.1
1859	11012559	44068	49517	14358		63875	107953	407	460	133	0	593	1000	9.8
1860	11739446	43741	47624	31796		79420	123161	355	385	260	0	645	1000	10.5
1861	12548018	40030	38154	47699	3004	88857	12887	311	296	370	23	689	1000	10.2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé de M. Clark a été employé avec le plus grand succès aux générateurs de l'Exposition; nous avons obtenu le même résultat par l'application du procédé Thierry à l'une des chaudières du Conservatoire, et l'on peut aujourd'hui considérer pour certain que l'injection de la vapeur dans le foyer résout d'une manière complète le problème de la fumivorité, sans une augmentation notable dans la dépense du combustible.

La fumée n'apparaît que pendant l'allumage, jusqu'à ce que le jet de vapeur puisse fonctionner : c'est là un inconvénient que nous avons évité récemment en ajoutant à l'appareil un petit fourneau à gaz capable de produire dès les premiers instants la vapeur nécessaire à l'alimentation du jet.

Nous ne quitterons pas M. Clark sans dire un mot de son réchauffeur de l'eau d'alimentation, qui n'est autre chose que l'injecteur Giffard, appliqué dans un but différent : l'eau envoyée par la pompe s'introduit par un orifice annulaire autour du jet de vapeur, qui se condense en totalité et porte l'eau à une température élevée. La différence consiste précisément en cette circonstance, et M. Clark, après avoir obtenu dans la pratique courante des locomotives une température de 50° pour l'eau d'alimentation, a pu porter cette température jusqu'à 90° dans une machine fixe de 20 chevaux. On sait que l'injecteur Giffard ne fonctionne pas à cette température, mais on pourrait peut-être arriver à un résultat satisfaisant en associant à l'appareil alimentaire un injecteur spécialement chargé du réchauffement.

Nous citerons encore parmi les appareils destinés à empêcher la fumée le système de M. Chodsko, qui reproduit avec quelques modifications de détail la grille à deux étages déjà proposée pour cet objet, et le système de M. Palazot de Bordeaux, qui fait arriver derrière la grille la quantité d'air nécessaire à la complète combustion des gaz fumeux : ces deux appareils peuvent donner de bons résultats lorsqu'ils sont convenablement conduits, et ils étaient tous deux exposés au palais de Kensington.

Les machines à vapeur sont en très-grand nombre à l'Exposition, mais elles ne présentent non plus que des modifications de détail, dont la somme cependant finira par produire une transformation assez notable dans la construction de ces moteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne parlerons pas des machines ordinaires, agencées plutôt au point de vue de la simplicité de la construction qu'à celui de la meilleure utilisation du combustible. Beaucoup de machines anglaises sont dans ce cas : absence d'enveloppe, absence de condensation; ce sont là les anciennes conditions de nos machines; mais les enveloppes sont aujourd'hui chez nous d'un emploi général, et l'on doit certainement à MM. Thomas et Laurens d'avoir fait connaître et d'avoir réalisé les avantages de l'extension de cette pratique jusqu'aux couvercles des cylindres.

Comme machines réalisant les meilleures conditions sous le rapport de la consommation de vapeur dans un seul cylindre, nous en trouvons dans l'exposition française les différents types: la machine Farcot, de 60 chevaux, pouvant fonctionner avec ou sans condensateur, est munie du nouveau modérateur à bras croisés, qui satisfait à cette condition des modérateurs paraboliques de régler la machine à la même vitesse pour toutes les puissances auxquelles on la fait fonctionner; l'introduction pour la puissance normale est seulement de 1/15 de la course à la pression de 5 atmosphères.

Dans cette machine, l'assemblage du cylindre intérieur avec l'enveloppe est obtenu au moyen d'un cercle en fer interposé avec mattage : ce mode d'assemblage remplace d'une manière heureuse les masticages toujours incertains, qui finissaient toujours par se détruire et donner passage à des fuites de vapeur.

Dans une machine, également de 60 chevaux, construite par M. Lecouteux, la pression sur le tiroir est en partie équilibrée par l'emploi d'une contre-plaque et l'interposition d'une lame de caoutchouc : le choix de cette matière, entre deux surfaces métalliques immobiles, nous paraît parfaitement convenable pour déterminer cet isolement, sans craindre de produire le moindre grippement entre les parties rottantes du tiroir : ce perfectionnement aux tiroirs à entraînement nous paraît être d'un réel intérêt. A l'exemple de M. Farcot, M. Lecouteux a d'ailleurs fractionné les orifices de manière à rendre l'ouverture et la fermeture des lumières plus rapides.

M. Cail, et MM. Varrall, Elwell et Poulot emploient la détente de Meyer, à deux excentriques, variable à la main au moyen du déplacement des plaques de détente, par une même vis à pas opposés; ces deux usines ont plus ou moins modifié dans ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détails la disposition primitive, mais ce qui recommande surtout la machine de M. Varrall, c'est la variété du modérateur parabolique, que ce constructeur a réalisé d'une manière très-commode, en articulant les tiges du manchon un peu en dehors des tiges des boules du pendule. Cette disposition est certainement la plus simple de celles par lesquelles on a cherché à atteindre la possibilité de régler la marche à une vitesse constante.

MM. Varrall, Elwell et Poulot ont en outre chargé leur axe central d'un poids considérable, comme nous le verrons en parlant du régulateur américain de Porter. Ce poids additionnel dans la machine exposée est de 47 kilogrammes, et nous verrons l'influence que son action doit exercer nécessairement sur la régularité de la machine.

Nous avons aussi remarqué que, suivant la pratique anglaise, plusieurs des pièces de cette machine sont entièrement terminées sur le tour, sans aucun travail ultérieur à la lime. Nos constructeurs gagneraient beaucoup à entrer dans cette voie tout à la fois favorable, selon nous, à la pureté de l'exécution et au prix de la main-d'œuvre.

La machine également horizontale dont MM. Thomas et Laurens ont seulement exposé les dessins, diffère des précédentes en ce que le modérateur à boules est remplacé par un modérateur à air, qui fonctionne très-bien également, et en ce que la limite de la course des plaques de détente est déterminée par une cale en forme de trapèze, qui remplit le même objet que la rame.

« Le régulateur, dit la notice jointe aux dessins, agit sur la pression de la vapeur pour les puissances supérieures à la force normale de la machine, et sur la durée de l'introduction pour les puissances inférieures à cette limite. » Dans le réglage par le modérateur, il est certain que l'on peut satisfaire à la dépense de la machine, soit en admettant davantage avec une pression trop faible, soit en admettant le moins possible avec la pression normale; cette dernière solution est évidemment la meilleure, et dans la crainte que le chauffeur ne préfère la première, MM. Thomas et Laurens veulent que l'on soit obligé de fixer à la main la limite de l'admission, suivant les diverses conditions du travail; il nous semble qu'une surveillance convenable serait toujours facile à exercer à cet égard, et que la détente par le régulateur est à tous les points de vue préférable. Lorsque la machine est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-chargée, le degré le plus élevé de la pression est pour ainsi dire obligatoire, et même dans l'opinion de ces messieurs, il n'y a plus aucun inconvénient à confier au régulateur le soin d'agir automatiquement sur le tiroir de détente.

Toutes ces machines sont supérieures à la plupart des machines anglaises, et même à toutes celles de l'Exposition, si nous en exceptons toutefois la machine du système américain de Corliss, qui est représentée par deux modèles de vingt chevaux, construits dans deux usines différentes du Zollverein. Le cylindre de cette machine est aussi horizontal, à enveloppe de vapeur sur les couvercles et sur le cylindre, mais elle diffère de toutes les autres par le mode d'attache de ce cylindre, et par tous les détails de la distribution. Le bâti se compose d'une grande poutre horizontale, sur le côté de laquelle le cylindre est boulonné, ce qui donne à l'ensemble un aspect tout particulier : les glissières, au lieu d'être dans le même plan horizontal, sont placées l'une au-dessus de l'autre ; mais comme elles sont fortement reliées au bâti, elles présentent toute la rigidité désirable. La détente est variable par l'action d'un modérateur de Porter à contre-poids, qui détermine par un déclanchement la fermeture rapide de l'admission à l'instant convenable. Les tiroirs sont remplacés par quatre robinets de dispositions particulières, qui sont symétriquement commandés par un plateau central animé d'un mouvement de rotation alternatif ; les organes de cette distribution ont été décrits et figurés en détail dans le *Polytechnisches Journal* de Dingler, tome 161, page 321 (1861), et l'on trouvera dans l'article qui a été consacré à cette machine toutes les particularités qu'il importe de connaître à cet égard. On y a reproduit plusieurs diagrammes qui permettent d'apprécier le bon fonctionnement de cette machine, dans laquelle on peut obtenir séparement l'avance convenable, soit à l'admission, soit à l'échappement, puisque la fonction de chacun des tiroirs circulaires est limitée à l'une ou l'autre de ces fonctions.

On assure que la machine Corliss fonctionne couramment en Amérique, avec une consommation de 1 kilogramme de charbon par force de cheval et par heure, et cette indication, jointe à celles que l'on peut tirer de l'examen des diagrammes, suffira sans doute pour que nos constructeurs en étudient avec soin les dispositions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous aurons à parler ultérieurement d'une autre machine américaine de Allen, également remarquable par les circonstances de sa distribution.

Parmi quelques dispositions originales de machines à un seul cylindre, celle de M. Cowan mérite une mention particulière. MM. Burgh et Cowan, qui en sont les inventeurs, ont cherché à obtenir les avantages que présentent les machines à fourreau par rapport à l'allongement de la bielle, sans tomber dans l'inconvénient de ces énormes *stuffing-box* que l'emploi même des fourreaux rendait nécessaires.

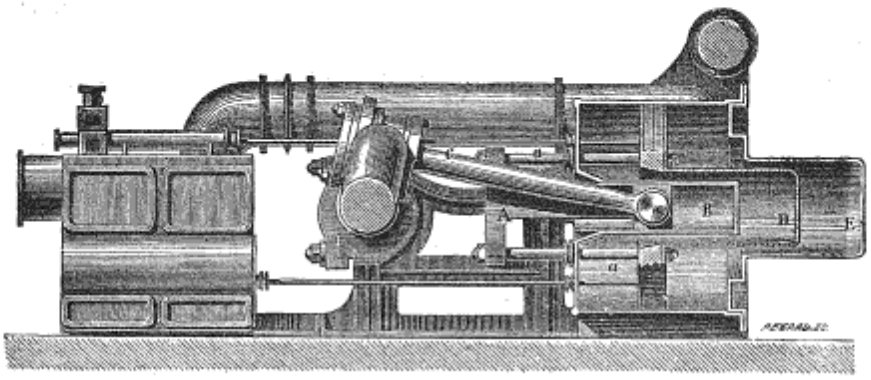


Fig. 3.

Dans leur disposition, le piston annulaire est muni de deux tiges *a a*, faisant corps avec une forte pièce à T, désignée sur la figure par A; c'est cette pièce qui se prolonge dans le fourreau fixe B, dans l'intérieur duquel elle glisse, et qui porte l'extrémité de la bielle motrice C. Quant au piston, il est prolongé par une sorte de poche D, assez profonde pour ne jamais rencontrer le fourreau, et le cylindre lui-même est muni d'une poche semblable E, pour laisser place à cet appendice du piston. Cette disposition est très-ramassée, mais la saillie du fond du cylindre compense pour une certaine part la diminution de longueur totale, que l'on cherche à obtenir par l'emploi des fourreaux. D'un autre côté, les *stuffing-box* sont réduits à leurs dimensions ordinaires, et le piston n'a besoin que de la seule garniture extérieure, qu'on serait obligé de lui donner pour toute machine de même dimension.

Les machines horizontales sont en Angleterre comme en France

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les plus employées, et sous ce rapport l'Exposition actuelle est très-remarquable. Depuis dix ans il s'est fait un changement radical dans l'opinion publique à l'égard des machines de cette espèce. Les locomotives, les locomobiles, les bateaux ont montré les avantages de cette disposition : l'installation est plus facile, la fondation moins coûteuse pour les machines fixes, le nombre des pièces est diminué, et elles sont toutes d'un abord plus facile.

Ces avantages ont été si généralement reconnus que l'on a cherché à y appliquer le principe de Woolf; c'est là peut-être le caractère le plus saillant de l'Exposition actuelle, relativement aux dispositions générales des machines à vapeur.

Des tentatives analogues avaient été faites en France, particulièrement à Rouen, où la machine de Woolf est en grand honneur à cause de sa régularité, mais jamais nous n'avions vu autant de tentatives de ce genre.

En Belgique, M. de Landtsheer place ses deux cylindres l'un à côté de l'autre, et les fait agir sur des manivelles dans le prolongement l'une de l'autre : en désignant par A et A′ les extrémités contiguës des deux cylindres, par B et B′ les extrémités opposées, il fait arriver les vapeurs de la chambre A dans la chambre A′, celles de la chambre B dans la chambre B′, et il arrive ainsi à faire mouvoir constamment les pistons en sens contraires l'un de l'autre, tandis qu'ils marchent dans le même sens dans la machine de Woolf ordinaire. Le système de M. de Landtsheer n'est représenté que par un dessin, mais par l'accouplement de deux systèmes semblables, à angle droit sur un même arbre, et il est facile de voir qu'il obtient précisément le même résultat qu'avec deux machines doubles à balancier, c'est-à-dire la régularité la plus parfaite que l'on ait encore obtenue dans les machines à vapeur.

M. Scribe de Gand a cherché la même solution au moyen de deux cylindres placés bout à bout; l'un des pistons est conduit, par une tige centrale, à la manière ordinaire, l'autre par deux tiges latérales guidées par le premier cylindre, et l'on voit que les deux pistons ainsi attelés sur un même arbre et marchant dans le même sens, exigent que la vapeur d'échappement de la chambre extrême du petit cylindre soit ramenée pour produire son action de détente dans la chambre opposée du grand cylin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dre : il y a là un parcours considérable, tandis que les deux chambres séparées seulement par leurs couvercles donnent lieu, vers le milieu de la machine, à une distribution bien plus favorable. Cette disposition est bien encombrante par sa longueur, et l'on assure cependant que plus de cinquante machines de ce système fonctionnent dans les principales filatures de la Belgique. Le modèle qui figure à l'Exposition de Londres est de 30 chevaux : le constructeur compte sur une diminution de plus de 40 p. 100 dans le prix de revient, par rapport aux machines à balanciers ordinaires.

La machine suédoise de Bergsund est aussi à deux cylindres accouplés suivant le principe de Woolf, mais ici le petit cylindre est placé dans le grand : cette machine de 60 chevaux est destinée à une chaloupe canonnière : elle doit fonctionner à 120 tours par minute, et la détente est au total prolongée jusqu'à cinq fois le volume primitif; on a eu soin d'équilibrer par des contrepoids les différentes pièces, condition sans laquelle il serait impossible de marcher régulièrement avec une si grande vitesse.

Le condenseur est disposé dans le bâti même de la machine, par conséquent de manière à occuper le moins de place, et le changement de marche s'opère comme dans la machine de Carlsund, si bien appréciée en 1855, au moyen d'une bague excentrée, que l'on manœuvre par une glissière taillée en hélice : cet organe très-simple est parfaitement approprié à sa destination.

Nous avons dit qu'en Angleterre aussi la machine horizontale à deux cylindres dans lesquels la vapeur fonctionne d'après le principe de Woolf paraissait être l'objet d'un grand nombre de dispositions; la figure ci-jointe représente l'une des applications

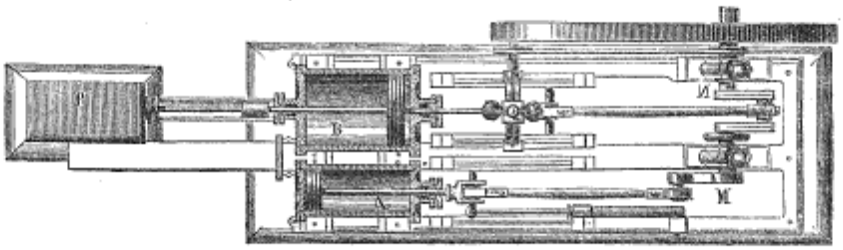


Fig. 4.

les plus simples de ce principe : dans cette machine de MM. Car-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rett, Marshall et Cie de Leeds, les deux pistons ont la même course et leurs bielles sont fixées sur des manivelles M et N à 180 degrés l'une de l'autre : il en résulte que le cylindre B se remplit de vapeur pendant que le piston A marche en sens contraire du premier, et que les deux cylindres, ainsi placés l'un à côté de l'autre, permettent à la vapeur de passer directement de A à B par une communication établie contre les fonds adjacents des deux cylindres. La distribution peut alors se faire par un seul tiroir, chargé tout à la fois de permettre à la vapeur nouvelle d'entrer dans le petit cylindre A, et à celle qui a déjà fourni dans ce premier cylindre son travail de pleine pression, de pénétrer dans le grand cylindre B de détente. Cet unique tiroir est représenté en coupe dans la figure 5, mais il semble que l'on pourrait utilement réduire le volume de la boîte de distribution qui paraît ici très-exagéré; la durée de l'introduction dans le petit cylindre est d'ailleurs réglée par l'action du modérateur, le tiroir commun permettant ainsi de fonctionner toujours suivant la puissance dépensée, dans les conditions d'économie les plus satisfaisantes. On remarquera d'ailleurs que le piston du grand cylindre est soutenu par sa tige, qui se prolonge de manière à faire fonctionner la pompe à air à double effet qui est placée dans le même axe.

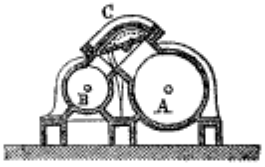


Fig. 5.

Afin d'éviter les temps morts auxquels donneraient lieu les deux manivelles, placées comme nous l'avons dit dans le prolongement l'une de l'autre, MM. Carrett, Marshall et Cie leur font d'ailleurs faire un petit angle afin que la machine puisse se mettre facilement en marche, et qu'il y ait dans toutes les positions des pistons une petite force agissante.

Les dimensions de cette jolie machine sont les suivantes :

Course commune $0^m,786$: diamètre $0^m,347$ et $0^m,533$, ce qui correspond à un rapport de 1 à 3 entre les sections; force normale, 14 chevaux.

Nous pourrions citer quelques autres exemples de dispositions analogues, mais nous avons hâte de parler des diverses dispositions proposées pour réchauffer la vapeur après sa sortie du premier cylindre et avant son admission dans le second.

Dans le courant de 1860 nous avons assisté, sur la Seine, aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expériences de M. Normand fils du Havre, sur le bateau à vapeur le *Furet*, transformé par lui d'une manière analogue. L'un des cylindres de ce bateau fonctionnait alors comme cylindre de détente d'une machine de Woolf, et la vapeur d'échappement du premier cylindre n'y arrivait qu'après avoir parcouru, dans toute sa longueur, un tuyau de conduite placé dans la chaudière même; c'est cette même idée qui est aujourd'hui, en Angleterre, l'objet des principales préoccupations.

Nous en trouvons une première application à une machine fixe dans le modèle exposé par M. May et Cie de Birmingham.

Voici la description de cette intéressante machine :

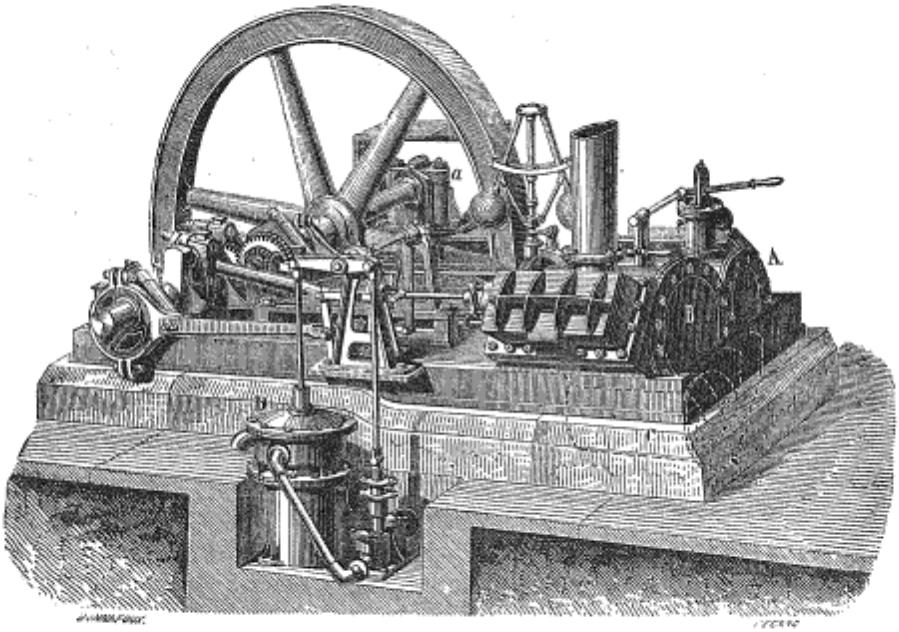


Fig. 6.

Les cylindres ont respectivement 0m,25 et 0m,53 de diamètre, et la course de chacun des deux pistons est de 0m,610; une chemise de vapeur alimentée directement par la chaudière enveloppe les deux cylindres. La vapeur s'introduit dans le petit cylindre A (*fig.* 6) à la pression même de la chaudière, et son introduction cesse à partir de la moitié de la course comme dans certaines machines à détente; elle s'échappe ensuite dans un réservoir C, placé sous la plaque de fondation, et entièrement enveloppé de vapeur; elle est emmagasinée dans ce réservoir C jusqu'à ce que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la manivelle *b* du plus grand cylindre, calée à angle droit de la manivelle *a* du petit, aient amené le piston correspondant à l'extrémité de sa course; alors seulement le tiroir du grand cylindre s'ouvre à l'admission et laisse entrer dans ce cylindre la vapeur du réservoir, également jusqu'à demi-course : elle agit enfin par sa détente et s'échappe dans le condenseur D, qui dans la machine exposée était un condenseur à surface : le mouvement de la pompe à air est commandé par la traverse de la tige du grand piston. On s'est approché le mieux possible des conditions les plus favorables à la continuité d'une action uniforme en traçant théoriquement les diagrammes auxquels diverses combinaisons auraient conduit.

On remarquera que la vapeur est déjà détendue au double de son volume primitif dans le premier cylindre, et que ce volume détendu, après être venu occuper pendant l'introduction la moitié du volume du grand cylindre, remplit en fin de compte ce volume tout entier, et comme ces volumes sont dans le même rapport que les carrés des diamètres $0{,}53^2 : 0{,}25^2 = 4{,}5$, on voit que chaque demi-cylindre du grand cylindre se détend jusqu'à occuper un volume neuf fois plus considérable que son volume primitif.

Le même principe est encore réalisé dans la locomobile de M. Wenham, exposée sous le nom de *Thermo-expansive steam engine*.

La patente de Wenham est du 23 mai 1860, et nous y lisons à peu près que :

« Cette invention est principalement applicable aux machines marines à condensation, par la détente de la vapeur à haute pression, ainsi qu'il suit : Le pignon d'un arbre à manivelles, tournant par l'action d'un ou plusieurs cylindres à haute pression, engrène avec l'arbre principal des machines à condensation, soit au moyen d'une roue dentée, soit au moyen de tout autre organe, les machines à haute pression faisant ainsi un plus grand nombre de courses ou de révolutions que les machines à condensation. La vapeur à haute pression arrive directement de la chaudière aux machines sans condensation, et après y avoir agi par sa détente, elle se rend dans une série de tubes placés dans la boîte à fumée pour s'y surchauffer, et ensuite dans les cylindres à condensation où elle peut encore agir par détente avant de se rendre dans les conduits. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La locomobile exposée répond exactement à cette description de la patente, et voici maintenant la traduction littérale de la note appendue à cette locomobile.

Puissance mesurée au frein : 10 chevaux et demi.

Consommation de combustible en 10 heures : 152k,21.

Consommation d'eau en 10 heures : 1170 litres.

Pression effective : 6 atmosphères et demie.

Diamètres des cylindres : 0,127 et 0,216.

Poids de la machine : 2500 kilog.

« La machine qui était destinée à l'Exposition n'ayant pas été terminée, on lui a substitué celle-ci (qui est destinée à faire comprendre le principe). »

Cette dernière indication n'était pas inutile, car l'exécution laissait beaucoup à désirer.

Quoi qu'il en soit, nous voyons que les chiffres ci-dessus reviennent à une consommation de 1k,45 par cheval et par heure en combustible, et en eau à 11k,53 seulement. Ce dernier chiffre surtout est remarquable, et suppose une vaporisation très-admissible de 7 kilog. d'eau par kilogramme de charbon.

Voilà donc trois dispositions, nous dirons même trois résultats analogues, car les essais ont donné pour chacune d'elles des chiffres également avantageux. Depuis les expériences de 1860, M. Normand n'a cessé de donner ses soins à cette question importante : il a trouvé dans plusieurs circonstances une économie notable, mais seulement pour les machines sans enveloppes, telles que sont la plupart des machines de mer. Si nous sommes bien informé, on construirait en ce moment deux grands steamers sur le même principe, déjà appliqué au *Loiret*, dont la machine se compose de trois cylindres parallèles, celui du milieu alimentant les deux autres, qui représenteraient ensemble le deuxième cylindre de Woolf. On nous assure également qu'en Angleterre, après l'essai qui en a été fait par un industriel, l'amirauté serait disposée à augmenter encore le champ de cette application, en portant jusqu'à quatre le nombre de cylindres successifs, de capacités nécessairement croissantes, entre chacun desquels la température primitive de la vapeur serait ainsi *restaurée* par un réchauffage méthodique.

L'importance que semble prendre cette question nous fait un devoir de revendiquer pour notre compatriote le bénéfice d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

antériorité qui nous semble surabondamment constatée par ses essais de 1860 et par la communication que nous avons faite de ses premiers résultats à la séance de la Société d'encouragement du 5 décembre [1]. Le brevet de M. Normand est d'ailleurs daté du 26 juin 1856.

A la suite de ces appréciations générales nous dirons quelques mots sur un certain nombre d'organes spéciaux sur lesquels il nous paraît utile d'appeler l'attention de nos constructeurs.

La figure ci-jointe représente une disposition proposée par Allen pour opérer plus rapidement l'ouverture et la fermeture des orifices de distribution.

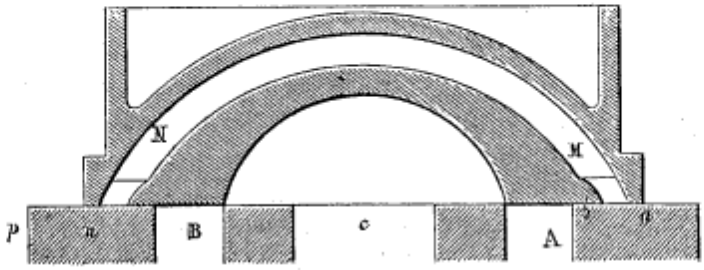


Fig. 7.

L'introduction se faisant en A et en B, et l'échappement en *c*, les choses sont ainsi disposées que le canal MN intervienne pour faciliter l'introduction par l'ouverture d'orifices supplémentaires. Le tiroir marchant de droite à gauche, l'admission commencera, comme à l'ordinaire, aussitôt que l'arête *a* sera venue coïncider avec l'arête *b*, la vapeur entrera librement en A, mais en même temps l'arête *n* aura dépassé l'arête *p* et la vapeur entrant aussitôt dans le conduit supplémentaire MN débouchera aussi par son orifice M dans la lumière d'introduction A. Pendant toute la durée de l'admission, la vapeur entrera donc comme si l'orifice ordinaire était d'une largeur double, ce qui est d'un grand intérêt pour la meilleure utilisation de la vapeur.

Dans la disposition que représente la figure 7, les largeurs de bande sont réglées pour que la détente commence aux deux tiers de la course.

1. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, t. LIX, page 740.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme exemple de distribution à détente variable à un seul excentrique nous citerons encore la machine de ce même Allen, ouvrier mécanicien de New-York. Cette petite machine fonctionne avec une régularité parfaite, à une vitesse de 150 tours; elle a quatre orifices spéciaux, destinés deux à deux à la distribution, à chacune des extrémités du cylindre. L'excentrique unique est calé sur l'arbre dans la direction de la manivelle; son mouvement horizontal fait osciller la bielle de suspension avec laquelle la coulisse est articulée, et son mouvement vertical détermine pour cette coulisse un mouvement de va-et-vient autour de son pivot, qui devient ainsi le centre de rotation d'un mouvement de sonnette. Cette disposition, très-remarquable par sa simplicité, est compliquée dans la machine qui nous occupe en ce que l'on a voulu obtenir tous les déplacements de tiroirs avec de très-petites amplitudes dans les organes que nous venons de décrire, et que pour obtenir ce résultat, il a été nécessaire d'avoir recours à des leviers multiplicateurs dont les articulations doivent prendre rapidement du jeu par l'usé.

Cette question des distributions à un seul excentrique est certainement l'une des plus intéressantes et des plus nouvelles, en ce qui concerne la simplification des machines à vapeur et le meilleur emploi de ce fluide.

M. Elwell, de Paris, s'est beaucoup occupé de ce problème, et il est parvenu à le résoudre par des procédés analogues, mais plus sûrs, soit par une coulisse rectiligne, soit par une coulisse circulaire, et sans avoir recours aux leviers d'Allen; les épures qu'il a bien voulu nous communiquer de ces solutions sont tout à fait remarquables : l'admission est identiquement la même dans les deux chambres du cylindre, et le déplacement du coulisseau dans la coulisse peut, dans tous les cas, être déterminé par l'action d'un modérateur.

Le diagramme ci-joint (*fig.* 8) est la reproduction fidèle de l'un de ceux obtenus sur la machine Allen, avec l'indicateur de Richard. Dans cet instrument qui a le mérite d'être de très-petite dimension, les oscillations du piston de l'indicateur sont amplifiées au moyen d'un petit parallélogramme qui porte le crayon : il faut que l'instrument soit bien parfait pour fournir de pareilles tracés à une vitesse de 150 tours par minute.

La figure 8 représente deux diagrammes conjugués obtenus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

successivement sur les deux chambres du cylindre : la symétrie de ces courbes constate le bon fonctionnement dans les deux sens.

Fig. 8.

C'est encore sur la même machine Allen que M. Porter a installé son modérateur à boules, muni du contre-poids, que nous avons déjà signalé à propos de la machine Varrall Elwell et Poulot, et dont le brevet en France porte la date du 24 juin 1858.

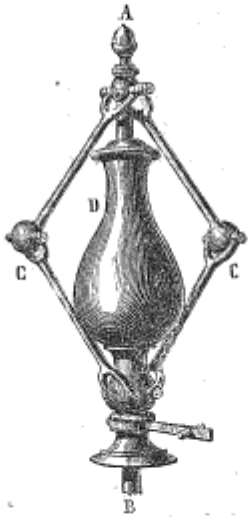


Fig. 9.

La figure 9 fait comprendre à première vue les dispositions de cet appareil : A est la tige verticale qui entraîne le régulateur dans son mouvement et qui détermine par l'action de la force centrifuge l'écartement des articulations CC, ce qui ne peut avoir lieu qu'en relevant en même temps les extrémités inférieures des contre-bielles CB et du contre-poids D, qu'elles supportent. Ce régulateur ne diffère donc essentiellement de ceux que nous sommes habitués à employer que par l'addition de ce contre-poids, et l'on est en général fort étonné de ce que l'augmentation des résistances puisse ajouter à la sensibilité de l'instrument. On peut cependant se rendre compte des raisons de cette sensibilité tout à fait exceptionnelle.

Si dans un régulateur ordinaire, arrivé à un état d'équilibre on désigne par F la force centrifuge, agissant à une distance h du centre de suspension, et par p le poids des boules agissant à la distance r, on aura nécessairement l'égalité des moments :

$$F h = p r$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait d'ailleurs que l'expression de la force centrifuge du poids p est, pour la vitesse angulaire ω et le rayon r,

$$F = \frac{p}{g}\omega^2 r.$$

Si l'on tire de cette dernière équation la valeur de ω^2 et si l'on remplace F par sa valeur, tirée de la première équation, on trouve successivement

$$\omega^2 = \frac{gF}{pr} = \frac{g}{pr} \times \frac{pr}{h} = \frac{g}{h}.$$

Si le mouvement s'accélère, les boules tendront à s'écarter de leurs positions primitives, mais pour obéir à cette tendance il faudra que la force développée soit assez énergique pour vaincre la résistance du manchon que nous désignerons par R. Le régulateur sera donc paresseux jusqu'au moment où la vitesse angulaire sera devenue ω' et qu'en vertu de cette vitesse la nouvelle force centrifuge F', plus grande que F, sera capable de vaincre à la fois la résistance du poids p et celle du manchon R.

A ce moment les valeurs de h et de r n'ont pas encore changé et l'on devra avoir

$$F'h = (p + R)r \qquad F' = \frac{p}{g}\omega'^2,$$

d'où l'on tire comme précédemment

$$\omega'^2 = \frac{gF'}{pr} = \frac{g}{pr} \times \frac{(p+R)r}{h} = \frac{g}{h}\,\frac{p+R}{p}.$$

Ce régulatenr sera donc insensible toutes les fois que la vitesse angulaire ω', qui lui sera transmise, ne sera pas assez grande pour satisfaire à la relation

$$\frac{\omega'^2}{\omega^2} = \frac{p+R}{p} = 1 + \frac{R}{p}.$$

Plus p sera petit par rapport à R et plus l'instrument sera paresseux.

On devra donc donner à p une assez grande valeur, mais le contre-poids de M. Porter permet également de résoudre la question : si, en effet, nous désignons par P son action verticale sur les boules, les raisonnements qui précèdent se traduiront dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le même ordre par les égalités suivantes, dans lesquelles nous n'aurons point à faire participer le poids P, au développement de la force centrifuge

$$Fh = (p+P)\,r \qquad F = \frac{p}{g}\,\omega^2 r,$$

d'où

$$\omega^2 = \frac{g}{pr}\,F = \frac{g}{pr} \times (p+P)\,\frac{r}{h} = \frac{g}{h}\,\frac{p+P}{p}$$

$$F'h = (p+P+R)\,r \qquad F' = \frac{p}{g}\,\omega'^2 r;$$

d'où

$$\omega'^2 = \frac{g}{pr}\,F' = \frac{g}{pr} \times (p+P+R)\,\frac{r}{h} = \frac{g}{h}\,\frac{p+P+R}{p}$$

et enfin :

$$\frac{\omega'^2}{\omega^2} = \frac{p+P+R}{p+P} = 1 + \frac{R}{p+P},$$

d'où l'on voit que l'addition du contre-poids satisfait parfaitement à la condition indiquée. Si l'on voulait rechercher jusqu'à quelle vitesse angulaire ω'', plus petite que ω, le régulateur se-sait insensible, on trouverait en opérant de la même façon

$$F''h = (p+P-R')\,r$$

et

$$\frac{\omega''^2}{\omega^2} = 1 - \frac{R'}{p+P}.$$

L'emploi du contre-poids P assurera donc le bon fonctionnement de l'appareil dans les deux sens et le régulateur sera tout aussi sensible que si l'on avait donné aux boules, un poids total $p+P$.

La solution de M. Porter sera même préférable à celle qui consisterait à augmenter le poids des boules, parce qu'elle n'exigera pas de donner aux organes accessoires des dimensions aussi grandes. En fait, le régulateur de M. Porter fonctionne de la manière la plus satisfaisante. Il peut d'ailleurs s'appliquer aux machines marines en plaçant horizontalement la tige A et en remplaçant le contre-poids par un ressort assez énergique.

La généralité des machines locomobiles offre bien peu de différence avec les types auxquels les différents concours agricoles nous ont habitués. Les moyens de réchauffage utilisés en 1860

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Farcot, et par MM. Barbier et Daubrée, l'introduction du cylindre dans le dôme de vapeur, l'emploi de l'hydratmo-purificateur de M. Wagner, dont nous osons à peine prononcer le nom barbare, enfin l'extension donnée aux chaudières à foyer amovible, tels sont les faits un peu importants que l'on peut signaler comme perfectionnements dans la construction de ces machines qui jouent maintenant un rôle si considérable dans les travaux agricoles et dans ceux de l'industrie. Disons cependant que leur application aux grandes machines à battre a conduit les constructeurs à augmenter leur puissance, et l'Exposition actuelle présente un assez grand nombre de locomobiles à deux cylindres pouvant facilement développer 10 et 12 chevaux-vapeur.

Nous verrons en parlant des travaux agricoles que même pour le labourage à la vapeur, on cherche maintenant à employer un moteur qui n'ait plus à se déplacer pendant toute la durée du travail; on évite ainsi la difficulté de conduire de lourds fardeaux sur des terrains en culture, offrant presque toujours une résistance insuffisante. Cependant nous voyons reparaître l'ingénieuse machine de Boydell qui porte sa voie avec elle : elle se compose simplement de six sabots en bois, articulés sur chacune des roues : ces sabots sont retenus auprès de la jante par des brides en anse de panier ; par suite de la liberté de cet assemblage, le sabot vient se placer, par une des extrémités, entre la roue et le sol, et pendant que la roue chemine sur ce sabot, la bride reste relativement assez en retard pour que la saillie qui retient la bride se déplace et vienne d'elle-même dans la meilleure position pour relever le sabot aussitôt qu'il ne doit plus agir. Cette combinaison très-simple est presque une solution du problème.

Mais si l'on cherche de moins en moins à permettre à ces machines de se déplacer sur les terrains en culture, il n'en est pas de même en ce qui concerne les routes. On peut même dire qu'il s'est créé en quelques années, en Angleterre, une industrie toute nouvelle, et encore inconnue chez nous, c'est celle des machines de traction, véritables locomotives sur routes ordinaires disposées de façon à remorquer des poids considérables, soit pour transporter les approvisionnements ou les produits des usines isolées, soit pour alimenter, comme réseau secondaire, les stations des chemins de fer avec ces produits. A Londres même ces ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chines fonctionnent dans les rues, mais pendant la nuit seulement, et il résulte des expériences faites, que les transports opérés avec ces machines, surtout dans les contrées montagneuses, coûtent beaucoup moins cher que par les chevaux.

Certaines compagnies possèdent jusqu'à vingt de ces machines de traction, et nous nous bornerons à décrire celles que nous avons vues à l'œuvre.

La figure ci-jointe représente une des *traction-engines* de MM. Aveling et Porter de Rochester.

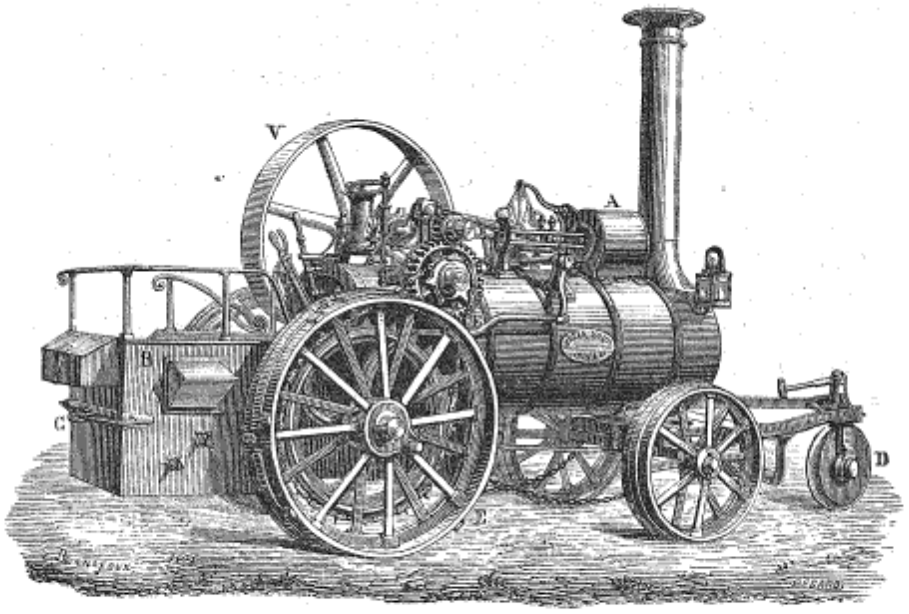


Fig. 10.

A Cylindre à vapeur avec enveloppe, placé de manière à échapper directement dans la cheminée.

B Tender pouvant contenir l'eau et le charbon nécessaires pour un voyage de 12 à 15 kilomètres.

C Crochet d'attelage.

D Roue en biseau servant de gouvernail et solidaire avec l'avant-train.

E Chaîne sans fin transmettant le mouvement à la roue motrice E′, après un premier ralentissement obtenu par l'intermédiaire de deux engrenages.

Les roues motrices sont folles sur l'essieu ; elles peuvent être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendues indépendantes par l'enlèvement de la forte goupille *e* mobile à la main, et elles ont leurs jantes doublées avec de fortes nervures en fer, interrompues de distance en distance et destinées à s'imprimer sur le sol.

V Volant destiné à transmettre le mouvement aux machines opératoires lorsqu'on se sert de la machine à poste fixe.

Deux hommes sont nécessaires pour la manœuvre en route, le chauffeur ne s'occupe de rien autre chose que de la surveillance du foyer ; le conducteur se place dans le triangle formé entre la roue gouvernail et l'avant-train.

Ces locomotives étant destinées à remorquer de fortes charges sur des rampes qui peuvent aller jusqu'à un sixième (0,16) il faut aussi qu'elles puissent les descendre, et elles sont à cet effet munies de freins puissants qui fonctionnent sous la main du mécanicien.

En recourant à la patente de M. Aveling de 9 octobre 1860, nous avons reconnu que la roue en biseau placée à l'avant de la lecomotive est le caractère principal de l'invention ; le conducteur assis tranquillement sur une planchette, qui correspond à la place occupée ordinairement par la barre d'attelage, tient à la main la barre horizontale de ce gouvernail et détermine avec la plus grande facilité tous les changements de direction nécessaires ; si l'on avait occasionnellement à transporter la machine par des chevaux, il suffirait de démonter, en même temps que la roue gouvernail, les pièces par l'intermédiaire desquelles on lui transmet le mouvement, et deux chevaux s'attelleraient alors à la manière ordinaire aux crochets d'attelage du banc du conducteur.

C'est à une machine de ce système qu'ont été confiés tous les transports des engins et des matériaux employés au concours des machines à labourer de Farningham : nous avons nous-même pris place dans un des convois, chargé de près de 20 tonnes.

La machine de Bray construite dans des conditions analogues est plus spécialement appropriée au déplacement des grands poids dans les usines. L'une d'elles est en service courant aux dock-yards de Woolwich, et le rapport qui a été publié par les fonctionnaires de cet établissement de l'État ne laisse aucun doute sur son efficacité. Une autre machine du même système,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le numéro 16, je crois, a fait la plus grande partie du transport des grosses pièces destinées à l'Exposition; il nous a été donné de lui voir remorquer à unedistance de dix milles (16 kilomètres) une chaudière à vapeur du poids de 25 tonnes.

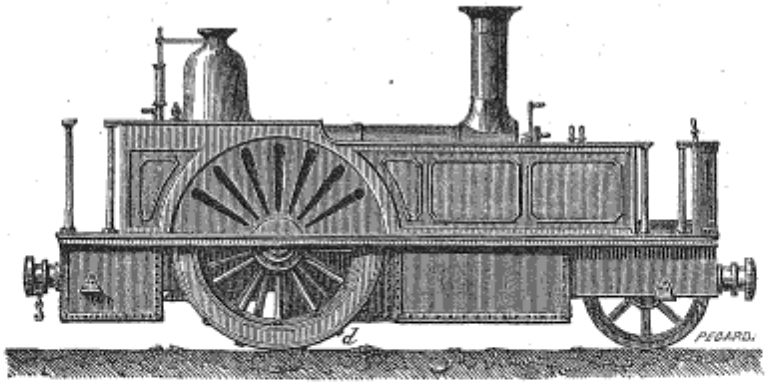


Fig. 11.

La *traction-engine* de M. Bray se fait remarquer surtout par les dispositions prises pour empêcher les roues de glisser. On voit par la figure qu'elle ressemble beaucoup par son aspect général aux petites locomotives tenders qu'on emploie sur certaines lignes, mais l'adhérence devant être très-grande et la machine devant fonctionner sur des terrains de diverses natures, on a eu recours à un procédé très-ingénieux pour modifier cette adhérence suivant les besoins. A cet effet, la jante de la roue est percée sur toute sa périphérie d'un certain nombre de trous, dans chacun desquels est logée une dent solide *d* à laquelle on donnera, suivant les besoins, une saillie plus ou moins grande; la sortie de ces dents est déterminée par un excentrique qui entoure le moyeu : on manœuvre à volonté cet exentrique de manière que le maximum de saillie ait lieu en tel point de la circonférence que l'on voudra; si le sol est très-meuble, la dent devra mordre fortement et l'excentrique sera placé de manière que la dent tout entière se cramponne sur le sol. Si, au contraire, l'adhérence est suffisante par elle-même, l'excentrique sera tourné en sens inverse, et ce sera à la partie supérieure que la dent sortira de son alvéole de toute sa longueur.

Cette disposition n'est d'ailleurs prise que pour les deux roues motrices seulement; la troisième roue qui est à l'avant sert spé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cialement à produire les changements de direction, et elle ne porte toujours qu'une faible part du poids total.

Lorsque l'appareil doit servir aux manœuvres d'atelier on lui fait traîner une grue à vapeur, on l'équipe des cordages nécessaires pour opérer au besoin par traction, et en débrayant ses roues on peut aussi s'en servir comme une locomobile ordinaire pour tourner tout arbre moteur.

On voit par tous ces détails que la *traction-engine* constitue dès à présent un nouveau genre de machines à vapeur d'un intérêt réel.

Tout à côté de ces machines de traction se trouve une voiture à vapeur destinée au transport des voyageurs, à grande vitesse. La machine comporte deux cylindres placés sous le tablier et dont les pistons sont attelés aux roues motrices directement par des bielles : le conducteur est assis à l'avant et, au moyen d'une transmission qu'il fait fonctionner à la main, il fait tourner d'une seule pièce tout l'avant-train quand il veut modifier la direction. Les deux cylindres développent ensemble une puissance de 4 chevaux et ils doivent suffire au service de 12 voyageurs, avec une vitesse de 20 kilomètres à l'heure sur routes ordinaires. Cette machine, très-bien exécutée d'ailleurs, sort des ateliers de M. Cowan (Yarrow and Hilditch's patent).

Les essais de voitures à vapeur ont peu réussi sur les routes ordinaires, et bien que la première locomotive, celle de Cugnot, que possède le Conservatoire, fût destinée à cet objet, la question est à peine aujourd'hui plus avancée que cent ans plus tôt. (La machine de Cugnot date de 1770.)

M. Goldworthy Gurney, qui s'est beaucoup occupé de la ventilation du nouveau parlement, a bien voulu nous remettre un exemplaire de la notice [1] qu'il a récemment publiée sur ses excursions de 1829; les procès-verbaux de ces expériences sont vraiment curieux à consulter aujourd'hui, et comme le constate un comité de la Chambre des communes en 1831, dans un rapport spécial : « l'enquête est de nature à faire penser que la substitution des moyens mécaniques au travail des animaux pour la locomotion sur les routes ordinaires est un des plus importants perfection-

1. Account of the invention of the steam-jet and its application to steamboats and locomotive engines. Londres, 1859.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nements qui aient été introduits dans les moyens de transport. Le comité la regarde dès lors comme absolument pratique. »

Nous serions donc moins avancés aujourd'hui.

Dans cet opuscule, M. Gurney revendique, avec toute apparence de raison, l'invention du jet de vapeur pour activer la combustion. Malgré tous les insuccès qui se sont succédé, nous serions donc redevables à ces recherches, que nous regardons comme stériles, non-seulement de la première idée de locomotion, mais encore du tirage artificiel, qui leur a donné pour ainsi dire une seconde vie, en les douant, dans les chaudières tubulaires, d'une activité de production jusqu'alors inconnue.

Il nous reste à dire quelques mots des machines à air et des machines à gaz. Si la machine Ericcson s'est multipliée dans ces dernières années en Amérique, si elle a pris en Allemagne une certaine faveur, si elle cherche même à pénétrer en Angleterre sous la forme même que nous avons fait connaître à nos lecteurs dans notre numéro du 1er avril 1861, elle est partout limitée aux petites forces, et son excès de volume nous paraît, à cet égard, être un obstacle infranchissable.

Nous avons vu chez M. Napier un petit modèle qui fonctionnait certainement mieux que celui sur lequel nous avons opéré. MM. Fawcett et Preston, de Liverpool, se proposent de se livrer à cette fabrication sur une grande échelle, et une petite pompe à incendie construite par M. Neil témoigne de l'intérêt qui s'attache à l'emploi de l'air comme moteur.

Nous donnons, par la figure ci-jointe, une idée assez exacte d'une autre machine à air chaud de M. Wilcox, qui nous vient également d'Amérique, et dans laquelle on a conservé le principe du régénérateur d'Ericcson. Elle se compose simplement d'un soubassement formant fourneau, sur lequel sont établis deux cylindres verticaux A et B. Le premier cylindre A est directement placé au-dessus du foyer F, et c'est dans sa chambre inférieure que l'air est porté à la plus haute température. Cet air est d'abord aspiré, à la température ordinaire, dans la chambre supérieure de ce cylindre, comprimé un peu pendant le mouvement de retour du piston, puis chassé par lui au travers d'un robinet M de distribution et par des canaux remplis de feuilles métalliques, au contact desquelles il se réchauffe dans le bas du cylindre à simple effet B, chargé d'utiliser une partie seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la chaleur perdue du foyer. Enfin cet air arrive dans le fond du cylindre A, où il développe le plus grand travail moteur avant

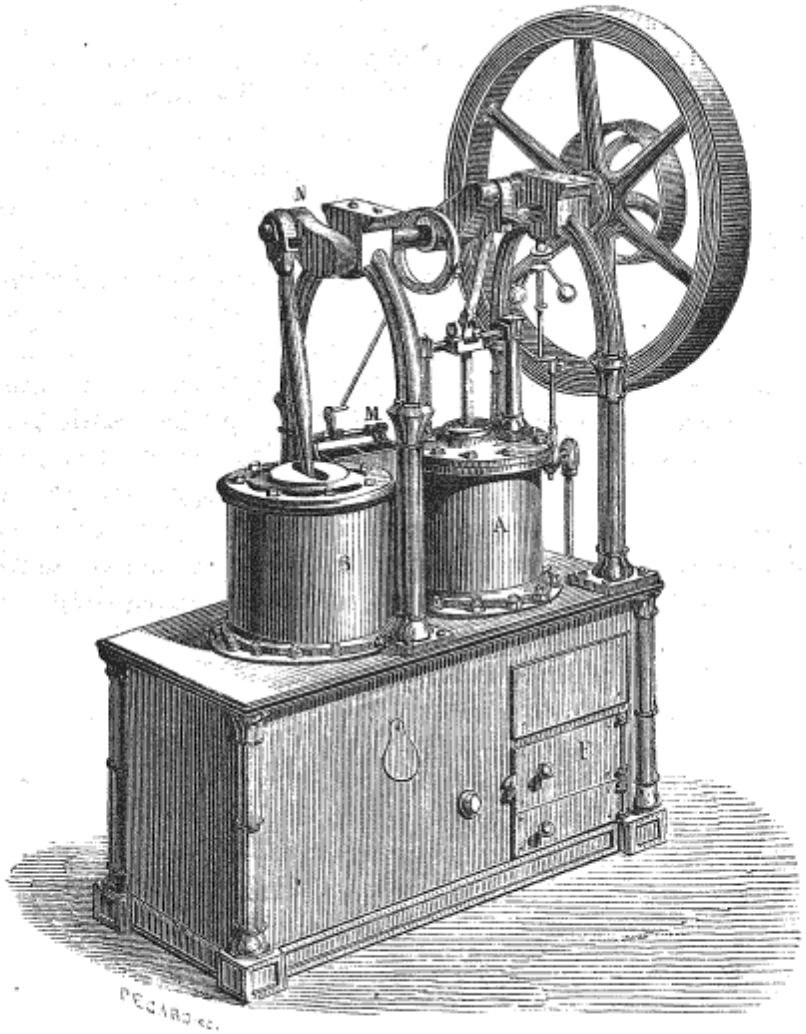


Fig. 12.

de s'échapper par les feuilles métalliques chargées de le dépouiller de la plus grande partie de son calorique, avant qu'il ne se perde dans l'atmosphère.

Quant aux organes de transmission, ils ressemblent beaucoup à ceux d'une machine verticale à deux cylindres; l'arbre moteur horizontal est coudé pour recevoir l'action de la bielle motrice,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il porte à son extrémité une autre manivelle N, au bouton de laquelle est assemblée la tige articulée du piston B. Un modérateur à boules agit d'ailleurs à la manière ordinaire pour faciliter ou entraver, suivant qu'il en est besoin, l'introduction de l'air, sur lequel la chaleur doit développer son action motrice.

Cet appareil fonctionne avec régularité; il a, comme toutes les machines à air chaud, un volume exagéré par rapport au travail qu'il développe. M. Wilcox assure qu'il ne dépense pas plus de 3 à 4 kilogrammes d'anthracite par force de cheval et par heure.

La machine Lenoir ne s'est point modifiée depuis que nous avons fait connaître les résultats de nos expériences de l'an dernier. Elle a reçu à Londres tout l'accueil qu'elle méritait; mais son rôle est également limité : elle n'est applicable avec avantage qu'aux petites forces, et nous espérons que les détails, peut-être trop étendus, dans lesquels nous sommes entré sur les machines à vapeur aideront à faire voir qu'elle ne saurait être menacée par ces machines ingénieuses, qui, en gravitant autour d'elle et en utilisant une partie des principes qu'elle met en œuvre, ne font que rehausser ses mérites, sans parvenir à les égaler.

H. T.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 10.

RENSEIGNEMENTS SUR LA VENTILATION

RECUEILLIS EN ANGLETERRE EN 1862.

PAR M. le général MORIN.

Les moyens d'assainir et de chauffer les lieux habités de tous genres ont, depuis un certain nombre d'années, appelé l'attention des savants et des ingénieurs anglais. Leurs plus grands établissements, les chambres du parlement, l'hôtel des postes, plusieurs hôpitaux, les salles de réunion, quelques habitations particulières, d'immenses locaux, comme le palais de Sydenham, ont été l'objet de tentatives plus ou moins heureuses, dont l'examen ne peut que profiter aux progrès de l'art, si simple en apparence et cependant si difficile, de la ventilation.

L'Exposition universelle de 1862, en m'appelant à Londres, m'a fourni l'occasion de visiter quelques établissements, sur lesquels j'ai pu me procurer des renseignements, dont les uns officiels, les autres officieux, sont de nature à faire connaître les opinions des hommes qui se sont le plus occupés de la question, les dispositions diverses adoptées, ainsi que les résultats obtenus et les inconvénients signalés.

Je donnerai donc, dans cette note, une analyse des documents officiels et une description succincte des dispositions que j'ai visitées ou sur lesquelles il m'a été fourni des renseignements, en suivant à peu près l'ordre des dates et en me réservant de compléter plus tard, s'il m'est possible, les données que j'ai recueillies.

Théorie pratique de la ventilation, par M. le docteur Reid. L'un des documents les plus anciens et les plus complets est l'ou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vrage que le docteur Reid a publié en 1844 sous le titre de *Illustrations of the theory and practice of ventilation*. Cet ouvrage, qui contient une foule d'observations et de remarques très-justes sur les effets si variés de la circulation de l'air, met en évidence les difficultés de la question en même temps qu'il en établit assez bien la solution.

Malheureusement l'auteur, appelé, par suite de ses travaux et d'une enquête au parlement, à modifier les dispositions et les appareils déjà adoptés, ne fut pas libre de suivre complétement ses idées et se laissa aller à recourir à des moyens à peu près inverses. De là résulta un insuccès, si ce n'est complet, au moins assez grand pour que la direction du service lui fût retirée.

Mais son ouvrage n'en a pas moins le mérite réel d'élucider la question, et c'est ce qui m'a engagé à en donner l'extrait suivant.

M. Reid, qui était à Édimbourg chargé d'un cours de chimie, avait utilisé de diverses manières la puissance de l'appel pour obtenir des effets de ventilation, auxquels il attribuait des résultats probablement un peu exagérés, mais qui, jusqu'à un certain point, peuvent être au moins fort voisins de la vérité. Il en cite quelques-uns que je crois devoir reproduire, malgré la couleur, tant soit peu britannique, de ces exemples et de son appréciation.

Exemples des avantages d'une ventilation convenable cités par le docteur Reid. « Il y a quelques années, dit-il, environ cinquante « membres d'un des clubs de la Société royale à Édimbourg dî- « nèrent dans un appartement que j'avais fait construire et d'où « les produits de la combustion des becs de gaz étaient exclus à « l'aide d'un tuyau fixé aux appareils et caché dans le pendentif « gothique auquel ils étaient suspendus. Une abondante quan- « tité d'air à une douce température circulait dans l'apparte- « ment pendant toute la soirée, et son effet était varié de temps « à autre en y mêlant des substances odoriférantes, de manière « à pouvoir produire successivement les parfums d'un champ de « lavande ou d'un bosquet d'orangers.

« Pendant tout le temps du dîner, les convives ne firent au- « cune remarque spéciale; mais le maître d'hôtel qui avait fourni « le repas et qui était familier avec leurs habitudes, parce qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« les traitait ordinairement, fit remarquer aux commissaires que « l'on avait consommé trois fois plus de vin que ne le faisait or- « dinairement la même société, dans la même salle éclairée au « gaz et non ventilée. Il ajouta qu'il avait été surpris de voir « des convives, qui ne buvaient habituellement que deux petits « verres de vin, consommer, sans hésiter, plus d'une demi-bou- « teille; que d'autres, dont l'usage était de boire une demi-bou- « teille, en avaient pris une et demie, et qu'en définitive, à la fin « du repas, il avait été obligé de faire chercher beaucoup plus « de voitures qu'à l'ordinaire pour reconduire les convives chez « eux. »

Le docteur Reid a soin d'ajouter que des informations ultérieures, prises sur la santé de ces convives, lui avaient appris qu'il n'était résulté pour aucun d'eux de conséquence fâcheuse de ce festin, et qu'ils ne s'étaient pas même aperçus de l'excès de leur consommation.

A l'inverse, et comme effet moins avantageux d'une abondante ventilation, le docteur cite l'exemple de certaines manufactures, où le grand renouvellement de l'air avait développé chez les ouvriers un tel surcroît d'appétit, que la paye, qui leur suffisait auparavant, était devenue trop faible pour satisfaire leur faim. Il ajoute enfin que, dans toute maison bien ventilée, la dépense en vins et en nourriture est plus considérable que dans celles qui le sont mal, et qu'une fête donnée dans des salons où l'on étouffe et où l'air est saturé de vapeurs est beaucoup plus économique que si elle avait lieu à l'air libre.

Malgré l'apparence un peu excentrique de ces réflexions, on ne peut s'empêcher de reconnaître que les conséquences en sont justes, et qu'une ventilation convenable ne peut que contribuer à entretenir toutes les fonctions dans un état satisfaisant, en même temps qu'elle laisse plus de lucidité à l'intelligence.

Difficultés provenant de la divergence des opinions et des sensations. Le docteur Reid énumère longuement les difficultés et les tribulations qu'éprouve tout ingénieur qui s'occupe de ventilation, par suite de la différence des appréciations personnelles. Tandis qu'un membre du parlement se plaignait de l'excès de la chaleur, un autre venait déclarer qu'il souffrait du froid ; l'un demandait une température de 11 à 12°, l'autre celle de 21 à 22°, etc. En

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présence de pareilles divergences d'appréciation, et dans l'impossibilité d'y satisfaire, il faut établir des prescriptions générales, des moyens d'en constater l'exécution et des agents responsables.

Il y a aussi, pour les lieux de réunions nombreuses, à tenir compte de certaines circonstances.

A la Chambre des communes, on élevait la température à 16 ou 17° avant l'ouverture, et pendant la séance elle variait de 17 à 21°, selon l'activité de la ventilation, qui doit elle-même être réglée d'après le nombre des membres présents, la température à laquelle on peut abaisser l'air quand il fait chaud, et son degré d'hygrométricité.

Le docteur assure que, dans des séances de nuit, où les débats avaient duré longtemps, il lui est arrivé quelquefois de faire modifier plus de cinquante fois la marche des appareils.

Comme fait général, il a remarqué qu'avant l'heure du dîner on peut, avec avantage, diminuer l'activité de la ventilation et élever la température. A l'inverse, après dîner, les autres circonstances restant les mêmes, la température doit être abaissée, la ventilation activée et le degré d'hygrométricité diminué.

Vers la fin des longues séances, il convient d'élever un peu la température.

Il insiste ensuite sur les inconvénients particuliers que présente l'emplacement actuel du parlement : la fumée des bateaux à vapeur, celle des maisons voisines, l'odeur des cuisines, les huiles empyreumatiques des usines à gaz qui surnagent sur les eaux de la Tamise, les exhalaisons du cimetière de Westminster, celles des rues, et jusqu'à la fumée de tabac, etc. Le pauvre docteur voyait alors partout des ennemis de la ventilation. Qu'eût-il dit en 1862?

Influence de l'état hygrométrique de l'air sur les effets de la ventilation. Le docteur Reid[1] fait observer avec raison que l'air froid contient peu d'eau à l'état de vapeur dissoute, et que quand, après avoir été échauffé, il arrive en contact du corps, il lui enlève rapidement de l'humidité. La peau devient alors sèche et dure, les narines et les organes respiratoires sont affectés, et une

1. Page 189.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

disposition à la toux se manifeste. Il faut donc, en hiver, pour éviter ces effets, donner à l'air chauffé artificiellement le degré d'humidité correspondant à la température à laquelle on l'élève.

L'été, l'air est naturellement à peu près saturé de vapeur, et il faut chercher à le rafraîchir avant qu'il ne pénètre dans les lieux à ventiler, afin d'abaisser de quelques degrés seulement sa température.

Électrisation de l'air. Le développement de la vapeur étant toujours accompagné d'un dégagement d'électricité, c'est à cette circonstance que l'on attribue la formation de l'ozone, et il n'est pas improbable que la saturation hygrométrique de l'air artificiellement obtenu puisse avoir en outre l'avantage d'augmenter la proportion d'ozone qui existe naturellement dans l'air. C'est une expérience à faire.

Purification de l'air. Le docteur Reid [1] recommande :

1° D'empêcher l'introduction de la suie, que répand dans l'atmosphère des villes anglaises l'usage du charbon de terre, en obligeant l'air de traverser des toiles à larges mailles ou canevas;

2° De mouiller l'air, en le forçant à passer dans une sorte de poussière d'eau.

Ces deux conditions sont encore remplies au parlement, comme je l'indiquerai plus loin.

Quantité d'air extraite. Suivant le Dr Reid, le volume d'air qu'il convient d'admettre varie non-seulement avec le nombre des personnes, avec les saisons, avec l'état de l'atmosphère, mais encore avec les heures de la journée. Dans les séances avant les repas, il faut moins d'air que pour celles qui ont lieu après le dîner.

Le plus grand volume nécessaire à la Chambre des communes correspondrait, à Londres, à la saison d'automne, où l'air est chaud et humide, le vent peu sensible, venant généralement de l'est, le baromètre bas, le sol humide et la marée élevée. A ce moment, 50 000 pieds cubes par minute, ce qui revient à peu près à 84 000 mètres à l'heure, sont à peine suffisants si la Chambre des communes est pleine.

1. Page 210.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, d'après des relevés rapportés par le Dr Reid, le nombre des personnes présentes s'est élevé au plus à 800. Le volume ci-dessus correspondrait donc à 105 mètres cubes par heure et par individu, ce qui excède les évaluations que j'ai données, et que quelques personnes sont tentées de trouver exagérées.

Malgré ce chiffre élevé, la ventilation, même avec les améliorations qu'elle a reçues, ne paraît pas satisfaisante. Le mode d'introduction à travers des tapis que l'on a adopté et que j'indiquerai plus loin, doit apporter très-probablement, à l'arrivée de l'air nouveau par les orifices disposés à cet effet, un obstacle qui empêche son volume d'atteindre celui de l'évacuation et déterminer, comme j'ai eu l'occasion de le constater, des courants d'air très-considérables, entrant par les portes et les ouvertures accidentelles.

Dispositions proposées pour la Chambre des communes. M. le Dr Reid [1] donne la description d'un projet qu'il avait proposé pour la ventilation de la Chambre des communes et dans lequel l'admission de l'air devait avoir lieu par le plafond et l'extrac-

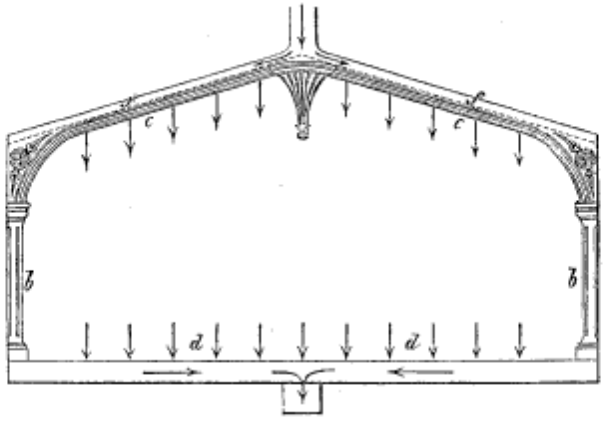


Fig. 1.

tion par le plancher. Les dispositions déjà existantes et que l'on ne voulut ou que l'on ne put sans doute pas changer, dans un

1. N° 682, page 302.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bâtiment construit, empêchèrent l'adoption de ce système rationnel et obligèrent l'auteur à laisser produire à l'inverse l'entrée par le sol et l'échappement par le haut, ce qui ne lui a pas réussi, non plus qu'à ses successeurs. A l'appui de la disposition qu'il proposait, le Dr Reid a fourni l'exemple d'une grande salle de réunion qu'il avait fait construire à Édimbourg et dont il donne la coupe que nous reproduisons dans la figure 1 ci-contre.

L'on voit de suite le mode d'introduction et de sortie proposé par l'auteur et qui consistait dans l'évacuation et l'introduction de l'air par appel.

Disposition pour éviter les inconvénients de l'emploi du gaz d'éclairage à l'intérieur. Une autre question, qui lui était aussi soumise, était celle de l'emploi du gaz d'éclairage à l'intérieur des salles et des moyens d'en éviter les inconvénients.

Il en indique les solutions suivantes que l'on comprendra de suite à l'examen des figures. Pour le cas d'un éclairage à l'aide de lustres placés au-dessous d'un pendentif, il propose ou de conduire les gaz brûlés par un tuyau traversant le pendentif et les évacuant directement à l'extérieur (*fig.* 2), ou de les verser

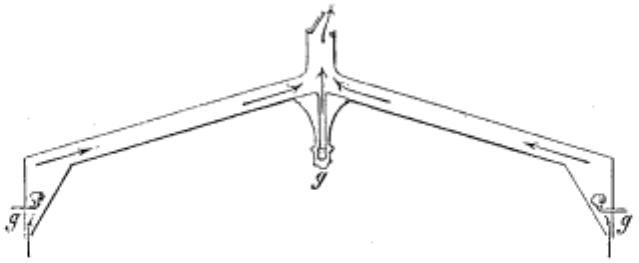


Fig. 2.

dans des conduits, qui, après avoir longé les longs pans de la toiture, redescendraient aux conduits inférieurs généraux de l'appel (*fig.* 3). Dans ce dernier cas, la chaleur du gaz et de la combustion pourrait être en partie utilisée pour élever l'hiver la température des locaux éclairés. Il indique que la même disposition peut être appliquée au cas où il y a des lustres ou un éclairage à travers des panneaux horizontaux ou inclinés. La figure 4 fait comprendre la disposition exécutée pour éclairer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout le pourtour d'un plafond par une corniche en panneaux transparents.

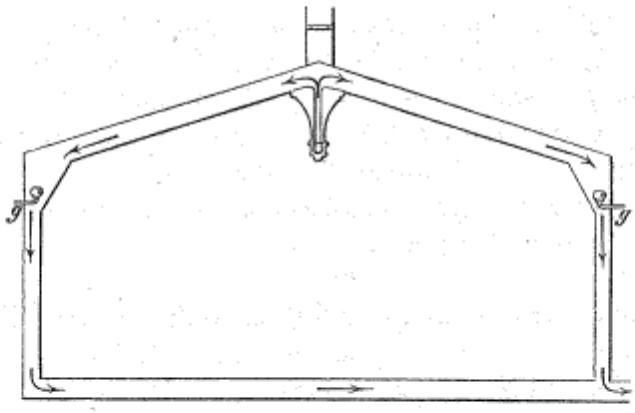


Fig. 3.

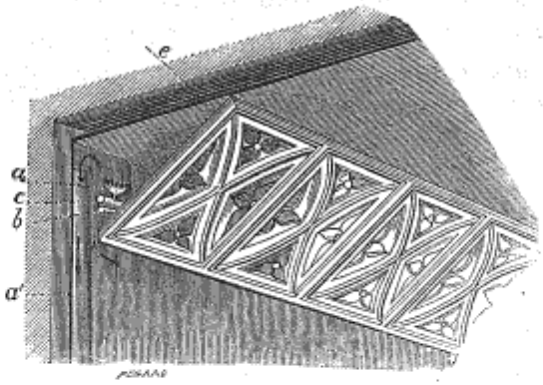


Fig. 4.

Le gaz afflue par deux tubes, l'un *c* destiné à alimenter les becs permanents, l'autre *b* qui ne sert qu'à l'allumage. Le premier porte environ 60 becs et le second est percé d'une infinité de trous. En allumant celui-ci en un seul point, la flamme se communique, de proche en proche, sur toute sa longueur et allume tous les becs permanents du tuyau *c*. Cela fait, on ferme le robinet du tuyau d'allumage *b* et les becs permanents seuls restent lumineux.

Par ce dispositif, une seule ouverture est nécessaire pour l'allumage général, et le léger échappement de gaz qui se produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne présente pas d'inconvénients, parce que la corniche creuse est toujours soumise à l'action de l'appel général de ventilation.

L'auteur indique enfin, par une sorte de plan général qu'il est inutile de reproduire, que, pour la Chambre des communes, les lustres principaux placés au plafond devaient avoir leurs conduits spéciaux d'évacuation des gaz brûlés, et que ces conduits recevaient par des branchements particuliers les gaz de tous les autres appareils. Des vannes régulatrices étaient d'ailleurs disposées de manière à modérer le tirage particulier de chacun des appareils.

Enquête de 1854. En 1854, la Chambre des lords a fait une enquête très-détaillée sur les résultats obtenus avec les différents appareils de chauffage, de ventilation et d'éclairage employés ou à employer dans le nouveau palais du parlement. Les questions relatives à ces parties du service sont traitées et décidées séparément par chacune des deux Chambres, quoique les lieux de leurs séances et toutes leurs dépendances soient situés dans le même bâtiment et très-rapprochés les uns des autres.

Déjà, à cette époque, la salle de la Chambre des communes était chauffée et ventilée par les appareils que nous décrirons plus loin, mais la Chambre des lords l'était encore au moyen de ceux que le Dr Reid avait établis.

Dans cette enquête, M. Goldsworthy Gurney, à qui la Chambre des lords a définitivement confié la direction des travaux et du service du chauffage et de la ventilation des parties du palais qui lui sont affectées et qui avaient déjà reçu les mêmes attributions de la Chambre des communes, a exprimé des opinions que nous allons chercher à résumer ainsi qu'il suit :

Les émanations de la transpiration cutanée altèrent davantage la pureté de l'air que les effets de la respiration.

L'extraction de ces émanations au niveau ou au travers du plancher les entraîne avant qu'elles n'aient pu s'élever et se mêler à l'air qui doit être respiré, et plus tôt elles peuvent être enlevées mieux cela vaut [1]. Il insiste pour montrer qu'une grande partie de l'air vicié tend naturellement à se maintenir

1. Nos 432, page 39, et 434, page 42 des procès-verbaux de l'enquête de la Chambre des lords, 24 mars 1854.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près du sol, tandis que l'air provenant de la respiration et de la chaleur développée par le contact des corps tendrait à faire monter l'azote, à moins qu'une cause contraire ne s'y oppose.

Son opinion définitive est *qu'il est désirable que l'air nouveau arrive par le haut et que l'air vicié soit extrait par le bas* [1].

Il ajoute [2] que, dans les lieux où il a établi une ventilation, l'air entre par le plafond et sort par le plancher, mais que dans certains cas on peut renverser le mouvement avec grande facilité, par l'action d'un petit foyer, tandis que l'emploi d'une machine de 20 chevaux, alors en usage au parlement, cause une sujétion dont on peut se dispenser.

Il assure que les courants descendants ont été trouvés plus agréables et plus efficaces que les courants ascendants.

Relativement à l'influence relative de la température, de la vitesse et du degré d'hygrométricité de l'air, il s'exprime en ces termes [3] :

« Des courants partiels à la surface du corps sont incommodes, parce qu'ils lui enlèvent la chaleur par l'effet de l'évaporation. Il y a en outre une autre cause de la sensation du froid, c'est l'état hygrométrique de l'atmosphère. J'ai entendu, dit-il, des personnes se plaindre du froid dans des lieux où le thermomètre marquait 21 degrés, et j'en ai également vu d'autres qui avaient trop chaud, quand la température n'était que de 15°,5. La cause n'était pas, dans le premier cas, l'évaporation produite par les courants d'air, mais l'état de sécheresse de l'air qui produit exactement le même effet. Lorsque l'hygromètre marque 8 à 9 degrés (mesure anglaise), l'air est sec, il dessèche la peau comme un courant et produit la même sensation. Le terme le plus convenable d'hygrométricité est à 4 ou 5 degrés. »

M. Ch. Barry, architecte du palais, déclare qu'il est tout à fait impossible d'éviter le désagrément de courants partiels, quand l'air est admis par le plancher et près des personnes [4].

M. Ed. Pleydell Bouverie, membre du parlement, interrogé dans l'enquête, dit [5] que le projet de M. G. Gurney, dans sa per-

1. N° 447, page 41, de l'enquête de la Chambre des lords.
2. N°s 469, 470, 471, 472.
3. N° 694, page 67.
4. N° 505, page 47 de l'enquête de la Chambre des lords.
5. N° 766, page 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fection, était de faire arriver l'air par le haut, mais qu'il n'a eu ni le temps, ni les moyens de le faire à la Chambre des communes et qu'il a été obligé de le faire affluer par le bas.

Lord Ch. Fox Russell [1] déclare que la ventilation a été très-améliorée par M. G. Gurney, et il pense que sous ce rapport le plus grand perfectionnement consiste en ce que l'on a obtenu l'effet si désirable de la fraîcheur de l'air chaud, ce qui n'avait jamais existé dans cette Chambre. L'air chaud semblait toujours auparavant torride, brûlé, tandis que maintenant l'on a de l'air chaud et en même temps rafraîchissant. (Cela tient évidemment au procédé employé pour donner en tout temps à l'air le degré d'humidité convenable.)

A côté de ces déclarations favorables aux dispositions que M. G. Gurney a été obligé d'adopter, contrairement à son opinion, il y a certaines objections assez graves contre l'introduction de l'air par le plancher, et qu'il importe de prendre en considération.

M. R. Vernon-Smith, membre de la Chambre des communes, reconnaît que les dispositions adoptées par M. G. Gurney ont apporté un grand perfectionnement au système précédent, que l'on n'éprouve plus dans la chambre cette sensation oppressive que l'on ressentait toujours avec le précédent dispositif, et qu'il est sensible pour chacun que l'air paraît plus frais et plus léger.

Mais qu'il s'élève beaucoup de poussière au-dessous des personnes; que quand on arrive dans la chambre, quoique les tapis posés sur le grillage en fonte soient, à ce que l'on assure, battus tous les matins, l'on aperçoit encore une grande quantité de poussière qui s'élève; quand on frappe quelque peu avec les pieds, il s'en dégage encore davantage.

Cet inconvénient existait avec l'ancien dispositif, et il n'a pas disparu avec le nouveau, où l'on a été obligé de conserver l'admission de l'air par le plancher.

M. Ed. Stilling-Flut-Cayley, membre du Parlement, reproche à l'introduction de l'air par le plancher, que cet air est souvent trop froid, ce qu'il attribue à l'emploi de la fonte, malgré la double épaisseur du tapis. Cette explication est probablement erronée, et la sensation éprouvée tient uniquement à ce que l'air

1. N° 839, page 83.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affluent est toujours un peu plus frais que l'air intérieur, et surtout à une température inférieure à celle du corps.

De ce résumé de l'enquête de la Chambre des lords l'on peut conclure que les opinions ont été unanimes pour reconnaître la supériorité des dispositions adoptées par M. G. Gurney, qui a procédé par aspiration, sur celles de M. Reid, mais que M. Gurney, s'il avait été complétement libre, aurait préféré, comme M. Reid lui-même, l'introduction de l'air par le haut et l'appel par le plancher, à la disposition contraire qu'il a dû conserver, et que, malgré les précautions qu'il a prises, il n'a pu éviter les inconvénients de l'élévation de la poussière et du refroidissement des pieds par l'effet de l'air affluent à travers le plancher.

D'une autre part, les effets favorables des moyens employés pour conserver à l'air le degré convenable d'hygrométricité et pour le rafraîchir en été, paraissent avoir eu l'approbation générale et mériter une sérieuse attention.

Chauffage et ventilation des salles des séances du parlement. D'après ce qui précède, on voit que l'on a essayé, pour assurer le chauffage et la ventilation de ces salles et des bureaux qui en dépendent, divers procédés avant d'arriver à celui qui est aujourd'hui en usage depuis trois ans et dont on se dit satisfait.

Vers 1845 à 1847, on a essayé le système de l'insufflation à l'aide de deux ventilateurs qui existent encore, mais qui ne fonctionnent plus depuis longtemps. L'un se composait de deux roues à aubes planes, de 6 mètres de diamètre sur 1 mètre environ de largeur chacune; l'autre de 6 mètres de diamètre, à aubes courbes, entourées de deux enveloppes tronconiques, offrant à la circonférence extérieure une largeur de $0^m,75$. L'air que ces ventilateurs devaient refouler était, au préalable, chauffé par des jeux de tuyaux à vapeur verticaux en très-grand nombre et de $0^m,10$ à $0^m,12$ de diamètre.

Tous ces appareils sont complétement abandonnés. On a également renoncé à l'emploi de l'eau chaude, auquel on reprochait, dit-on, la lenteur de l'échauffement.

Le système qui fonctionne aujourd'hui d'une manière qui paraît assez satisfaisante, au moins quant à la température, est uniquement basé sur l'aspiration.

Sous chacune des salles d'assemblée des lords ou des com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munes se trouve, au rez-de-chaussée, une salle de même dimension et d'environ 5m,50 de hauteur, partagée par un plancher intermédiaire, dont la plus grande partie est formée par des grilles. Sur le sol inférieur règnent quatre rangées parallèles de tuyaux chauffés à la vapeur et qui n'ont que 0m,025 de diamètre intérieur. Ces tuyaux sont, de distance en distance, renflés et entourés de plaques de tôle carrées destinées à absorber par conductibilité (*fig.* 5) et à transmettre à l'air la chaleur abandonnée par la vapeur condensée, que des tuyaux de retour ramènent aux chaudières.

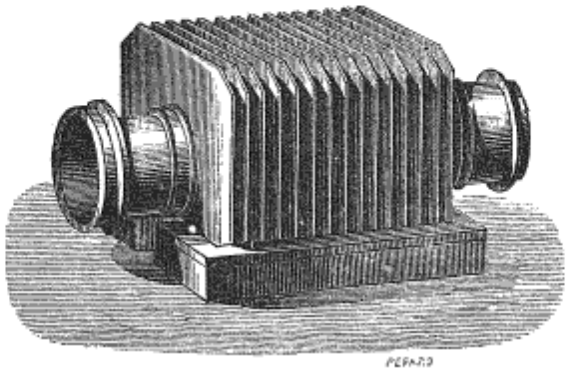


Fig. 5.

Les tuyaux principaux d'arrivée de la vapeur ont environ 0m,025 de diamètre intérieur. Ils sont soigneusement enveloppés. Ceux de retour d'eau ont à peu près 0m,014 de diamètre.

L'air nouveau, que l'on veut faire pénétrer dans les salles, entre dans ces chambres inférieures par de très-larges ouvertures, égales en surface au moins à la moitié de chacun des grands côtés, et devant lesquelles sont étendues verticalement des espèces de rideaux en canevas à grandes mailles, que l'air est obligé de traverser avant d'entrer dans les salles et contre lesquelles il se débarrasse de la poussière. Cet air est pris au rez-de-chaussée et au niveau des cours.

Afin qu'il ne devienne pas trop sec, même l'hiver, par suite de l'échauffement qu'il éprouve, on a placé les tuyaux de retour de vapeur dans une auge où il y a de l'eau, qui, échauffée par celle qui provient de la condensation, se transforme en partie en vapeur. L'été, pour rafraîchir l'air, on a disposé devant chaque orifice d'entrée de l'air un petit tuyau percé d'un orifice capil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laire et qui, au moyen d'un robinet, permet de répandre en avant du canevas et en dehors de la salle une sorte de poussière aqueuse qui, en se vaporisant, refroidit très-notablement cet air au moment où il arrive.

Cette évaporation de l'eau produit un effet très-remarquable : car, d'après ce que l'on m'a assuré, quand la température extérieure était de 26° environ, l'on a pu abaisser celle de l'air dans les chambres à air à 18° et même à 12°. Si ce résultat, que je chercherai à faire constater, est exact, il y aurait là un moyen assuré de rafraîchir l'air à introduire pendant l'été dans les lieux à ventiler. Il convient d'ailleurs de remarquer que le volume d'eau ainsi répandu dans l'air est excessivement faible, qu'il est divisé en poussière aqueuse à peine perceptible, et qu'il en arrive très-peu sur le sol, qui est dallé et pourrait être bitumé.

L'air qui est ainsi entré par appel dans la chambre inférieure pénètre dans la salle d'assemblée, située immédiatement au-dessus, à travers des grillages en fonte qui règnent sur toute son étendue et qui laissent libre pour son passage au moins le tiers de leur surface totale. Cet air débouche sous tous les gradins latéraux et sous tous les bancs et passages. Sur les marches et dans une partie des couloirs, les grilles sont simplement recouvertes d'une sorte de filet ou tapis de sparterie à larges mailles, laissant des ouvertures à peu près égales en surface à celles des orifices des grilles. Mais, aux places des membres des assemblées, il y a sur les grilles un premier tapis aussi en sparterie, à tissu très-ouvert, que l'on recouvre d'un vrai tapis, assez mince et perméable à l'air.

Cette disposition, qui a pour but d'éviter aux personnes l'inconvénient de l'arrivée de l'air frais vers les jambes, apporte un obstacle sensible à l'introduction de l'air, et il paraît même que, pour quelques personnes, elle n'est pas encore suffisante, attendu que j'ai vu, à quelques places, qu'entre les deux tapis on en a inséré un troisième en toile peinte et tout à fait imperméable.

Un autre inconvénient du passage de l'air à travers les tapis, c'est de donner lieu à l'élévation d'une grande quantité de poussière dès qu'on marche dessus. C'est ce qui a été déclaré dans l'enquête de 1854, comme on l'a dit plus haut.

Outre ces orifices d'accès de l'air, on en a ménagé d'autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus libres dans certains endroits, soit par des conduits verticaux, qui débouchent à 2 mètres environ au-dessus du sol, soit dans quelques parois verticales des passages de circulation.

D'une autre part, la température à laquelle on élève l'air dans la chambre à air est, à très-peu près, celle que l'on veut conserver dans la salle pendant l'hiver. Ainsi, quand l'air est à zéro à l'extérieur, on peut l'échauffer dans la chambre à air à 16 ou 17°, et la température de la salle ne dépasse pas, assure-t-on, 18 à 20°. On a vu que l'été, par l'évaporation de l'eau, on peut aussi ramener l'air extérieur à 18° environ.

Il résulte de là que, dans toutes les saisons, l'air introduit est à une température très-peu différente de celle que l'on veut maintenir dans les salles d'assemblée. Ce résultat mérite confirmation; mais on comprend de suite qu'il ne peut être obtenu que par l'admission et l'extraction d'une quantité d'air assez considérable, à moins que l'étendue des surfaces refroidissantes des murs et des fenêtres ne compense l'effet de l'échauffement produit par la présence des membres et du public.

L'extraction de l'air vicié se fait par l'aspiration énergique que produit une cheminée qui est ménagée dans une des hautes tours du palais. Cette cheminée a environ 115 mètres de hauteur sur 1m,80 de diamètre intérieur à la base; on la chauffe à l'aide du coke.

L'air vicié sort des salles de deux façons différentes. Dans la partie assez restreinte qui est occupée par le public, il est appelé à travers les grilles qui ne sont recouvertes d'aucun tapis et à travers les contre-marches de quelques gradins voisins. Dans les autres parties de la salle, l'air nouveau arrivant au contraire par les planchers, l'air vicié s'échappe par les caissons du plafond, dans lesquels de nombreux passages sont ouverts. Dans les deux cas, cet air vicié descend vers des conduits inférieurs, qui le mènent à la base de la grande cheminée d'appel.

Ainsi l'évacuation se fait par appel en bas, comme dans les anciennes chambres du parlement.

En résumé, le système de la ventilation par insufflation a été abandonné, après des essais infructueux, et remplacé par l'introduction et l'extraction par appel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Chambre des communes a 22m,27 de longueur, 13m,72 de largeur et 12m,50 de hauteur au centre du plafond, ce qui correspond à une capacité de 3922 mètres cubes environ. La chambre à air ayant 5m,50 de hauteur et la même superficie, on voit que la capacité de cette chambre est d'environ $\frac{5,50}{12,50} = \frac{1}{2,3}$ de celle de la salle d'assemblée. Cette large proportion facilite beaucoup l'arrivée de l'air et l'uniformité de sa température.

Le nombre des membres de cette Chambre est de 373. En tenant compte des absents et de la présence du public, il n'y a au plus que 800 personnes dans la salle, et le rapport de sa capacité à celui des personnes présentes est d'environ 70 à 80 mètres cubes par personne.

Aucune expérience n'a été faite pour déterminer les volumes d'air entrés, et je n'ai pu me procurer d'autres résultats que ceux que j'ai rapportés précédemment. Quelques pairs que j'ai consultés se plaignent que l'air intérieur des salles est lourd et porte au sommeil. Ils assurent qu'ils sont parfois obligés de réclamer l'ouverture des fenêtres; mais il faut observer que les séances ont lieu le soir, après le dîner, et se prolongent souvent assez tard.

Salle des ingénieurs civils à Londres. Cette salle peut contenir 200 personnes. Elle est éclairée par deux lustres relevés à fleur du plafond et presque logés dans sa surface, qui est, à cet endroit, garnie d'une plaque de fonte percée d'un grand nombre de trous et communiquant avec un tuyau d'échappement de l'air. C'est par ces deux tuyaux que se fait l'évacuation de l'air vicié fortement échauffé et appelé par les lustres.

L'air nouveau arrive par un grand nombre de trous de 1 pouce ou 0m,025 environ de diamètre, percés sous les bancs, presqu'en arrière et le plus loin possible des jambes des assistants. L'arrivée de l'air est très-sensible.

Le dessous de l'amphithéâtre peut communiquer avec l'air extérieur, qui n'est pas chauffé.

Le 13 mai 1862, à la séance à laquelle nous avons assisté, il faisait très-chaud dans cette salle, et il y avait une certaine odeur de gaz. Il nous a été assuré que l'été il y faisait excessivement chaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre de trous percés dans le plancher, quoique déjà considérable et pouvant, dans certain cas, donner lieu à une introduction d'air assez gênante, n'est cependant pas suffisant pour alimenter l'appel que détermine la chaleur développée par la combustion du gaz. Il en résulte qu'il s'établit par la porte supérieure d'admission, dans les amphithéâtres, un courant d'air rapide et incommode.

Maison particulière à Londres. L'intérieur de cette maison est éclairé au gaz. Il y a au rez-de-chaussée, dans la salle à manger, deux lustres de trois becs chacun et autant au premier étage, dans les deux salons. Au-dessus de chaque lustre, au plafond, est une rosace offrant à l'air chaud et aux produits de la combustion des passages d'évacuation.

Dans l'épaisseur du plafond on a ménagé un canal de $0^m,20$ environ de hauteur sur $0^m,30$ de large, qui conduit l'air vicié dans une cheminée située dans le mur mitoyen et qui contient un poêle annulaire à eau chaude, destiné à activer l'appel.

Dans la salle à manger, où le buffet est placé dans une sorte d'alcôve, il y a en outre, à l'un des angles, vers le plafond, une large ouverture, tout à fait libre, de $0^m,30$ de diamètre environ, formant l'origine d'un tuyau qui se rend dans la cheminée de l'usine contiguë. Enfin la cheminée, chauffée au charbon, contribue aussi à l'évacuation. On obtient ainsi l'évacuation de l'air vicié par un appel activé par la chaleur.

L'introduction de l'air nouveau est déterminée à l'aide d'un ventilateur dont la vitesse est réglée par divers appareils ingénieux qu'il est inutile de décrire. Elle se fait 1° par les joints du plancher, qui est composé de madriers d'environ $0^m,15$ à $0^m,16$ de largeur, laissant entre eux des ouvertures de $0^m,006$ à 0,008 à peu près; 2° par un intervalle de même dimension qui règne à peu près tout autour des pièces, sous la plinthe, qui est au bas du lambris. Les planchers sont, à cet effet, établis à une distance convenable du plafond de l'étage inférieur.

Mais, comme cette introduction d'air, relativement frais, serait parfois très-gênante, le plancher est, selon l'usage anglais, recouvert d'un tapis qui repose sur une sorte de thibaude végétale. C'est à travers ces deux tissus, dont le supérieur est en moquette assez épaisse, que l'air doit passer pour entrer dans les apparte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments. On conçoit facilement qu'il éprouve au passage une résistance très-sensible, qui, pour être vaincue, exige que l'air acquière, par l'action du ventilateur, une certaine pression. Cet effet se manifeste d'une manière très-notable dès que l'on ouvre la communication, qui permet à l'air d'affluer sous le plancher. Le tapis se soulève alors sur la plus grande partie de son étendue et jusque vers les extrémités de la pièce, en se bombant de $0^m.10$ à $0^m,12$ au moins dans les endroits où il n'y a ni meubles ni personnes. Le passage de l'air à travers ces tapis est cependant assez sensible, car en posant une bougie allumée à sa surface, la flamme de cette bougie est légèrement agitée. Quant aux orifices ménagés sous la plinthe du lambris, on y sent très-bien à la main l'arrivée de l'air, et elle doit y être naturellement d'autant plus rapide, qu'il y a sur le tapis plus de meubles et de personnes qui gênent l'arrivée de l'air à travers son tissu. Cette dernière circonstance doit avoir pour résultat de restreindre d'autant plus l'arrivée de l'air à travers le tapis qu'il y a plus de monde dans les appartements, ce qui montre l'un des inconvénients d'une semblable disposition pour des appartements de réception.

Des ventelles mobiles à volonté, de l'intérieur de l'appartement permettent de régler, de modérer ou de suspendre, à volonté et selon les circonstances, l'arrivée et l'évacuation de l'air.

Cette maison renferme une foule de dispositions ingénieuses pour assurer l'ouverture et la fermeture des portes dès qu'on s'en approche, pour éclairer l'intérieur par des becs de gaz placés au dehors, pour fermer les volets sans y toucher, etc.

Palais de Sydenham. Ce bâtiment est établi sur un terrain en pente assez prononcée pour que d'un côté l'on arrive de plain-pied au rez-de-chaussée, tandis que de l'autre cet étage est à plus de 4 mètres au-dessus du sol. Cette circonstance a permis d'établir sur toute l'étendue du rez-de-chaussée un vaste espace vide, dont on a tiré parti pour la ventilation et pour le chauffage.

La température qu'il est nécessaire d'entretenir dans l'espace destiné aux plantes tropicales, que l'on nomme le *Tropical department*, étant bien supérieure à celle dont on peut se contenter pour le reste de l'édifice, l'on a été obligé d'établir une séparation à peu près complète dans toute la hauteur du bâtiment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elle est formée par un immense panneau vitré, qui, par l'effet de sa transparence, interrompt le moins possible la continuité de l'aspect général. Dans le même but, on a placé sous cette partie, un nombre proportionnellement beaucoup plus considérable de chaudières et de tuyaux de chauffage.

Le plancher du rez-de-chaussée est formé de madriers de $0^m,22$ de largeur moyenne, séparés les uns des autres à peu près uniformément de $0^m,015$ à $0^m,018$, de sorte que l'espace vide qui permet, comme on va le voir, le passage de l'air, est d'environ 1/12 de la surface totale, ou de 1/15 en tenant compte des parties recouvertes par différents objets.

C'est sous ce plancher, et du côté de la pente générale du terrain, que sont établies les chaudières, au nombre de vingt-cinq, destinées à procurer partout la température convenable, qui est d'environ 16 à 18 degrés dans l'ensemble, et de 30 à 35 degrés pour la partie réservée aux plantes tropicales.

Toutes ces chaudières sont semblables, et ont la forme d'un demi-cylindre annulaire de $1^m,30$ environ de diamètre intérieur, de $0^m,45$ d'épaisseur, et de $5^m,50$ de longueur. Au sommet de ce cylindre s'élèvent deux tuyaux de départ de l'eau chaude, de $0^m,20$ de diamètre, et vers le fond pénètrent deux tuyaux de retour du même diamètre, qui sont en communication avec les précédents, comme dans le chauffage par circulation d'eau par les tuyaux généraux d'aller et de retour. Dans ce système, analogue à celui des serres, il n'y a pas de récipient supérieur, et les chaudières étant d'ailleurs à basse pression, cela a permis d'employer des tuyaux de fonte d'assez grands diamètres, que l'on s'est contenté de réunir par un emboîtement, comme les conduites d'eau ordinaires. Tout le système des tuyaux d'aller et de retour étant sous le plancher du rez-de-chaussée et au-dessus d'un sol non utilisé, les fuites d'eau, assez faibles d'ailleurs, qui se produisent, n'ont pas d'inconvénient, mais il n'en serait pas de même dans d'autres conditions.

Chaque chaudière alimente à peu près en moyenne 3200 mètres de tuyaux de circulation (aller et retour compris), et la totalité du développement de tous ces tuyaux est d'environ 75 à 80 kilomètres, c'est-à-dire à peu près la distance de Londres à Douvres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'air nouveau qui doit être admis dans l'intérieur, est introduit sous les planchers par de larges et nombreuses ouvertures ménagées dans les soubassements du bâtiment. Il s'y trouve en contact avec les tuyaux de circulation de l'eau, et est ainsi naturellement appelé dans l'intérieur. Si l'on se rappelle que l'espace libre laissé dans le plancher est d'environ 1/15 de sa surface, et par conséquent de $0^{mq},066$ par mètre carré, l'on voit qu'en supposant seulement à l'air une vitesse d'admission de $0^{m},20$ par seconde, à peine sensible aux organes les plus délicats, l'on peut, par ce dispositif, introduire, par heure et par mètre carré de plancher, $0^{mq},066 \times 0^{m},20 \times 3,600 = 47^{mc},52$ d'air, et comme il n'y a jamais une personne par mètre carré de superficie du plancher, il s'ensuit que, par ces dispositions très-simples, l'on obtient une ventilation très-abondante et en même temps très-peu sensible.

Il est cependant probable que, dans les emplacements destinés au public qui assiste à des concerts, à des lectures, la chaleur développée par les personnes venant en aide à l'élévation de la température inférieure, la vitesse de l'air doit être plus grande que nous ne l'avons supposé; mais elle ne doit sans doute jamais atteindre une intensité gênante.

Quant au département tropical, où l'on ne fait que circuler, et où la température est élevée, la vitesse d'arrivée de l'air est insensible pour les promeneurs.

Ce système d'admission de l'air conviendrait parfaitement aux édifices qui ont une destination analogue, tels que les musées, les lieux d'exposition, de promenade, etc. Nous l'avions indiqué en 1855 pour l'Exposition universelle; et pour n'avoir pas voulu l'adopter et avoir eu recours à une simple et unique galerie souterraine, on a éprouvé de grands inconvénients et des difficultés que l'on n'a pu surmonter.

Une disposition analogue, mais que je crois incomplète faute d'espace et surtout d'orifices suffisants d'admission de l'air, existe à l'Exposition universelle de cette année à Londres.

Au palais de Sydenham l'évacuation de l'air est assurée à l'étage des galeries au moyen d'ouvertures garnies de persiennes mobiles à volonté, et dans les parties supérieures par des moyens analogues. Les joints nombreux et inévitables qu'offrent toujours les panneaux vitrés assurent d'ailleurs des sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

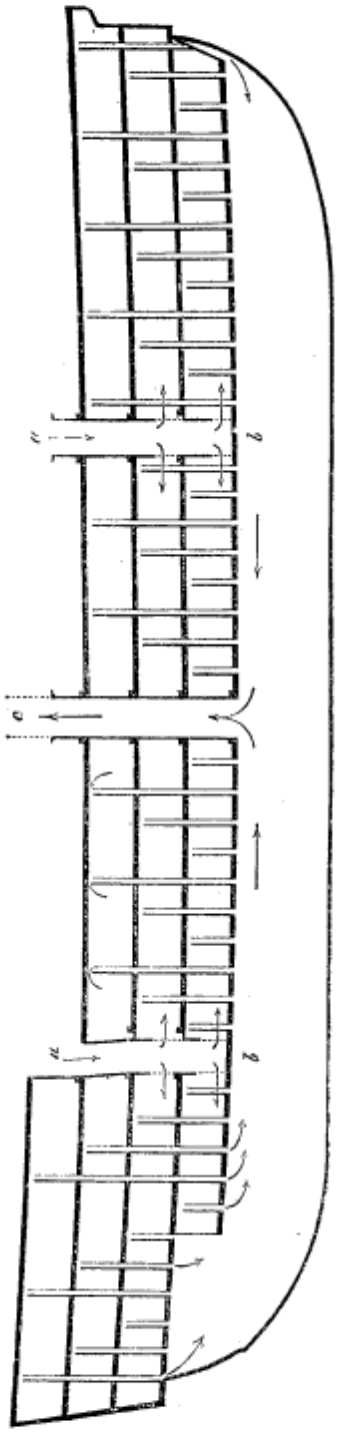


Fig. 6.

faces d'écoulement plus que suffisantes. En été, l'échauffement des vitrages par le soleil est encore un auxiliaire puissant pour cette ventilation, qui se fait ainsi exclusivement par voie d'appel naturel, dû aux seules différences de température et sans moyens auxiliaires d'échauffement.

Ventilation des vaisseaux. Le docteur Reid, après avoir cité l'exemple d'un accident très-grave arrivé au vaisseau de la marine royale *le Minden*, en 1819-20, dans lequel un maître d'équipage et cinq hommes furent presque complétement asphyxiés en descendant dans la cale, indique diverses dispositions propres à assurer la ventilation de toutes les parties d'un navire.

La plus générale est représentée dans la figure 6 ci-contre. L'air nouveau entrerait par deux conduits adaptés aux écoutilles *a a*, qui, par des ouvertures convenablement réglées, le répartiraient à tous les étages supérieurs à la cale. Des conduits verticaux ayant leurs bouches supérieures près du plafond et distribués sur toute la longueur du bâtiment à tribord et à bâbord, conduiraient, séparément et sans communication entre eux, l'air vicié des entre-ponts dans la cale, au milieu de laquelle un conduit d'évacuation vertical, placé au-dessous de l'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coutille centrale, déterminerait l'appel général de l'air vicié. Des registres convenablement placés permettraient de régler l'évacuation selon les besoins particuliers des diverses parties du bâtiment.

L'appel d'air vicié pourrait être, selon les cas, activé par un foyer spécial, par la chaleur surabondante des fourneaux de cuisine ou de distillation de l'eau, et enfin par des ventilateurs aspirants. Les cheminées d'introduction et d'évacuation pourraient être terminées par des chapeaux mobiles qui permettraient de profiter de l'action du vent ou de la vitesse de marche du navire, pour activer l'entrée et la sortie de l'air.

Sur les bateaux à vapeur, l'action centrifuge des roues pourrait être mise directement à profit, ou bien l'on pourrait avoir recours à la puissance motrice de la machine pour faire agir des ventilateurs.

Les dispositions peuvent être très-variées, selon la nature de la construction et la destination des bâtiments, mais on conçoit qu'il n'y a pas de difficulté sérieuse qui s'oppose à l'introduction d'une amélioration si importante pour l'état sanitaire des marins.

Échappement du gaz de l'éclairage à l'extérieur. L'usage de l'éclairage au gaz dans l'intérieur des lieux publics, des magasins et même des appartements privés, a, depuis plusieurs années, conduit en Angleterre à adopter des moyens d'assurer l'évacuation des produits de la combustion à l'extérieur, pour éviter ou atténuer les inconvénients de leur odeur et de la chaleur qu'ils développent.

L'on en a vu un exemple ingénieux dans ce que nous avons dit de la ventilation d'une maison particulière, où le courant déterminé par la chaleur de ces gaz, aidé par un appareil de chauffage, servait à la ventilation. La salle des séances de la Société des Ingénieurs civils nous en a offert un autre ; mais en dehors de la question de ventilation, l'on rencontre fréquemment en Angleterre des dispositions ayant simplement pour objet l'évacuation des gaz chauds produits par la combustion. Le restaurant français établi dans Regent's street offre une disposition analogue à celle que nous avons essayée au Conservatoire. Le lustre à gaz est recouvert par un chapeau formant réflecteur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et prolongé par un tuyau vertical de petit diamètre, qui conduit les gaz à l'extérieur de la salle.

Des dispositions analogues devraient être employées dans les magasins; et, en les combinant convenablement, l'on pourrait utiliser une partie assez considérable de la chaleur développée par tous les appareils d'éclairage, pour assurer l'évacuation de l'air vicié et l'arrivée de l'air nouveau. Cela serait surtout facile dans les restaurants et les cafés, où la chaleur perdue des foyers toujours allumés pour leur service, pourrait être ainsi mise à profit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 11.

NOTE SUR LES CANONS

DES SYSTÈMES DE MM. ARMSTRONG ET WHITWORTH.

PAR M. le général MORIN.

Parmi les nombreux et splendides produits que l'Angleterre expose cette année à l'admiration des visiteurs, l'on a pu remarquer le développement tout à fait inaccoutumé qu'elle a donné à l'exposition des engins de guerre. En montrant, dans tous leurs détails, ses nouvelles armes et leurs projectiles avec une apparence de libéralité qui n'est pas dans ses habitudes, elle a voulu sans doute pouvoir dire à ses amis et à ses ennemis : « Voilà ce que j'ai à votre service pour les jours de danger. » Peu s'en est fallu peut-être qu'elle ne produisît dans son nouveau palais de l'Industrie quelques échantillons vivants de ses volontaires, qui s'y seraient certainement prêtés de très-bonne grâce avec tout le flegme britannique.

Sans prétendre approfondir ces côtés de la question et sans m'aviser surtout de transformer les *Annales du Conservatoire* en Annales d'artillerie, je crois que nos lecteurs m'excuseront de leur faire connaître succinctement deux des systèmes de bouches à feu sur lesquels l'attention publique s'est principalement portée depuis quelque temps, les canons de M. Armstrong et ceux de M. Whitworth.

Si les premiers ont obtenu jusqu'ici la préférence du gouvernement anglais, l'opinion est loin d'être unanime sur ce point et le parlement a retenti, à ce sujet, de réclamations énergiques de la part de personnes parfaitement autorisées à les faire entendre.

Pour ne pas entrer dans le fond de la question, ce qui serait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'écarter beaucoup trop du but que nous poursuivons dans la publication des *Annales du Conservatoire*, nous nous bornerons donc à donner quelques renseignements et à formuler quelques observations sur les deux systèmes qui sont en présence.

Canons Armstrong. La fabrication de ces canons se compose de celle de l'âme proprement dite et de celle d'une enveloppe destinée à la renforcer. L'âme en fer forgé est formée de plusieurs tronçons soudés entre eux et dont chacun est fait à part, avec une barre à section carrée enroulée en hélice serrée, que l'on chauffe au blanc soudant et que l'on soude au marteau-pilon.

Ce procédé, très-ancien, est celui que l'on suivait en Angleterre pour la fabrication des canons des fusils rayés des rifles. Il était en usage en 1842. Enfin, il a aussi été employé par M. Treadwell pour la fabrication de l'obusier de vingt-quatre, qu'il a envoyé d'Amérique en 1844. La soudure de cet obusier avait été faite à la presse hydraulique, le marteau-pilon n'étant pas encore inventé.

MM. Pétin et Gaudet avaient proposé, en 1847, un procédé analogue pour fabriquer des canons en fer forgé, et ils opèrent de même depuis longtemps, pour faire des roues de wagon et de locomotive, qui ne présentent pas de joints de soudure dans des plans passant par l'axe, ni dans celui de joints plus ou moins inclinés sur la tangente à la circonférence, avec ou sans coin de soudure, comme on le faisait auparavant.

L'enroulement du fer en hélice a l'avantage de ne présenter de joints de soudure et de chances de défauts que dans des plans à peu près perpendiculaires à l'axe ou très-peu inclinés sur cet axe, ce qui atténue la probabilité d'éclatement, selon des plans méridiens, mais n'exclut pas celle de l'éclatement selon des plans perpendiculaires à l'axe. On attribue à ce mode de fabrication la propriété de n'exposer le fer qu'à des efforts exercés dans le sens de la longueur de ses fibres; mais cet avantage est fort incertain, parce que les fibres apparentes du fer sont plutôt le résultat de l'étirage qu'il a subi que la conséquence de sa constitution, et que le martelage en change le sens.

Après avoir formé le nombre de manchons nécessaires pour l'âme d'un même canon, on les chauffe successivement au blanc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et on les soude l'un sur l'autre, en opérant à très-peu près comme on le faisait pour les produits dont on vient de parler.

Ce procédé n'est donc pas nouveau. Appliqué à de bons fers bien soudants par des ouvriers habiles, il peut réussir ; mais il est très-dispendieux, d'une exécution difficile et présente un très-grand nombre de joints de soudure, ce qui s'est toujours opposé jusqu'ici à l'adoption des canons en fer forgé.

Pour parer à cet inconvénient très-grave, M. Armstrong, après avoir ainsi préparé l'âme de ses canons sous la forme d'un cylindre, la fait tourner avec beaucoup de précision et l'enveloppe de longs anneaux ou manchons parfaitement alésés, que l'on place à chaud autour du premier et du second renfort. En se refroidissant, les anneaux se serrent contre l'âme et lui apportent un surcroît de résistance, absolument de la même manière qu'on le pratique en France pour le coulage des canons en fonte et que nous l'avons fait au reste dès 1834 pour celui des récepteurs des pendules balistiques.

Le cercle du second renfort, qui correspond à l'emplacement des tourillons, est entaillé pour ménager un logement à l'anneau qui porte ces tourillons et qui est forgé à part.

Ce dispositif est analogue à celui que M. Treadwell avait adopté pour son obusier.

Toute cette fabrication du canon est exécutée avec le plus grand soin et avec une précision remarquable ; mais elle est très-délicate et très-dipendieuse, sans offrir les avantages que l'on peut, à beaucoup moins de frais, obtenir d'une âme en acier fondu.

Chargement par la culasse et obturation des gaz. Dans ce système, le chargement par la culasse se fait en introduisant le projectile et la charge par une ouverture cylindrique qu'offre la culasse et qui a un diamètre légèrement supérieur à celui de l'âme. Une autre ouverture à section rectangulaire est ménagée dans la pièce à sa partie supérieure et descend jusqu'au delà de l'arête inférieure de l'âme. C'est par cette ouverture que l'on introduit de haut en bas une sorte de coin à poignée, destiné à servir d'obturateur pour s'opposer à l'échappement des gaz. Cette pièce en fer présente antérieurement un tronc de cône en cuivre rouge,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui s'ajuste dans une portion creuse de même forme ménagée dans l'âme en arrière de la charge.

Lorsque l'obturateur est à sa place, on l'y serre fortement à l'aide de la culasse, qui est à vis, et l'on comprime le tronc de cône en cuivre dans le logement qui lui est réservé.

Ce dispositif, qui présente un joint tronconique, est analogue à ce qui a été fait et proposé depuis bien longtemps pour les armes portatives. Le tronc de cône en cuivre, par sa compressibilité, se prête assez bien à la fermeture hermétique du joint. Il est cependant probable qu'il doit se déformer assez vite et qu'il faut le remplacer souvent pour éviter les fuites de gaz. Il faut d'ailleurs remarquer que, pour peu que l'action des gaz fasse reculer cet obturateur, il en résulte qu'un passage annulaire plus ou moins grand leur est ouvert.

M. le commandant Humbert, qui était récemment encore sous-directeur de l'arsenal de la Fère, a proposé un moyen fort simple de diminuer cet inconvénient et auquel l'on n'a pas, je crois, accordé assez d'attention. Il permettrait de remplacer le tronc de cône en cuivre rouge par un autre en acier, et consiste dans l'emploi d'une simple calotte de papier fort ou de carton très-mince, dont on coiffe le tronc de cône avant de le serrer dans son logement. La compressibilité du papier rend le joint beaucoup plus hermétique. Des essais nombreux, faits à la Fère, ont montré que le papier n'était pas brûlé dans le tir, soit avec un fusil, soit avec un canon de douze.

Par cette simple addition à la gargousse, l'on pourrait prolonger beaucoup la durée de l'obturateur et mieux assurer l'herméticité du joint. Ce moyen simple mérite donc d'être essayé avec soin.

Les rayures, en grand nombre, de ce canon sont analogues à celles qui étaient autrefois pratiquées dans les carabines à balles forcées, qui se chargeaient au maillet par la volée, ce que d'ailleurs il était naturel d'imiter, puisque l'inventeur emploie un projectile enveloppé de plomb. Ce projectile ayant un diamètre extérieur un peu plus grand que celui de l'âme, son enveloppe en plomb se force dans les rayures, où il est obligé de prendre un mouvement de rotation. Le peu de résistance du plomb a d'ailleurs obligé à multiplier les rayures autant qu'il a été possible.

Ce mode de direction par le forcement du plomb supprime le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent et offre certains avantages ; la vitesse imprimée est plus grande, et l'absence du vent empêche, au moment de la sortie, le projectile de prendre un mouvement anomal. Il en résulte donc plus de vitesse, plus de portée et plus de justesse, toutes choses égales d'ailleurs.

Mais ces avantages sont compensés par des inconvénients nombreux. La fabrication des projectiles est délicate ; il faut des précautions particulières pour que l'enveloppe de plomb se maintienne exactement, car, si elle venait à se séparer, il n'y aurait plus de mouvement de rotation. La conservation de ces projectiles dans les transports, dans les parcs, dans les batteries, exige de grands soins et des précautions minutieuses, difficiles à prendre à la guerre. Le moindre choc peut déformer l'enveloppe et gêner l'introduction du projectile dans l'âme.

La chaleur développée par les gaz de la poudre et l'échauffement de la pièce peuvent déterminer et paraissent déterminer fréquemment la fusion d'une partie du plomb, qui alors encrasse les rayures et empêche le forcement complet. Aussi se croit-on obligé de laver la pièce après chaque coup de canon, d'abord, sans doute, pour la refroidir, et peut-être bien aussi pour enlever la crasse de la poudre, qui peu à peu pourrait bientôt remplir les rayures peu profondes et nuire au forcement.

Application. Abstraction faite des considérations militaires qui paraissent rendre impropre au service et inutilement compliqué l'emploi de canons chargés par la culasse par les armées en campagne, les projectiles du système Armstrong ne semblent pouvoir être admis tout au plus que pour la flotte, où il est possible de les tenir à l'abri des divers accidents qui pourraient les dégrader. Dans les batteries de côte, il serait déjà difficile de ne pas les placer près des pièces en piles plus ou moins considérables, mais toujours exposés à des chances diverses d'accidents.

Modifications au système de construction. Quelle que soit l'opinion que l'on se forme du système de M. Armstrong, il paraît évident que la construction même du canon pourrait être considérablement simplifiée et améliorée par l'emploi d'une âme en acier fondu bien travaillée au marteau et cerclée en acier puddlé, comme on l'a fait en France pour les pièces récemment essayées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier fondu, tel qu'on le prépare aujourd'hui en grand, acquiert par un martelage énergique, surtout lorsqu'il n'est pas en trop grande masse, une homogénéité, une ténacité considérable. Une âme cylindrique, comme celle des canons Armstrong, serait certainement obtenue à bien meilleur marché en acier fondu martelé qu'en fer par le procédé de cet ingénieur; elle offrirait en même temps beaucoup plus de sécurité et de résistance en tous sens.

Cette question ne saurait d'ailleurs faire doute dans l'esprit des officiers qui se sont occupés de ces canons.

Système de M. Whithworth. Cet ingénieur a adopté pour la construction et pour le chargement des canons qu'il propose d'employer un mode de fabrication et des dispositions beaucoup plus simples et beaucoup plus pratiques.

L'âme de ses canons est faite en acier, auquel on donne le nom de métal homogène, mais qui, d'après les renseignements que nous avons pris à Sheffield, n'est en réalité que de l'acier de qualité moyenne que l'on peut employer fondu ou corroyé, selon les besoins. Cette âme reçoit une culasse fixe ou mobile, d'après le mode de chargement que l'on veut adopter, car le fond du système de bouches à feu proposé par M. Whitworth est indépendant du mode de chargement, ce qui n'a pas lieu pour celui de M. Armstrong. La surface extérieure de l'âme est légèrement conique et parfaitement tournée à l'intérieur; elle est renforcée par des bagues alésées avec soin et introduites à froid à l'aide de la presse hydraulique, ce qui évite les inconvénients d'un chauffage parfois inégal, que l'on peut reprocher au cerclage à chaud. Le premier renfort reçoit successivement ainsi deux bagues superposées; le second n'en reçoit qu'une, sur laquelle se fixe à vis le manchon qui porte les tourillons.

Ce mode de fabrication est, comme on le voit, beaucoup plus simple que celui de M. Armstrong, et il est tout à fait analogue à celui que l'on essaye en France. Il permettrait d'utiliser les bagues extérieures et celle des tourillons quand l'âme serait hors de service, et cette âme peut d'ailleurs être faite avec tel métal qu'on voudra, et en particulier en bon acier fondu.

Pour les pièces ordinaires qui se chargent par la volée, le bouton de culasse se fixe à vis et à demeure; pour celles qui doivent être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chargées par la culasse, celle-ci est composée d'une partie mobile autour d'un axe vertical, établi sur la droite de la partie fixe, et qui porte avec elle la vis de culasse; celle-ci, à filets assez fins, mais nombreux et d'un pas assez faible, étant dévissée, la culasse mobile peut tourner autour de son axe, être dirigée à droite et démasquer complétement l'orifice, pour permettre l'introduction de la charge.

Le bouton de culasse est percé, dans le sens de l'axe de la pièce, d'un trou pour l'introduction de l'étoupille fulminante.

Le mouvement de rotation des projectiles est obtenu au moyen de rayures à profil courbe, qui, au lieu d'être creuses, sont en saillie sur la partie cylindrique de l'âme. Ces sortes de filets, dont le pas est à peu près le double de la longueur de l'âme, n'ont pas le même profil aux deux bords; du côté où appuie le boulet, le contour a un rayon de courbure plus petit que de l'autre.

Le boulet, au lieu d'ailettes en saillie, présente des rayures hélicoïdes creuses, à profil courbe, faites à la machine, et qui au besoin peuvent être obtenues à la fonte.

Pour les carabines, l'intérieur de l'âme présente la section d'un polygone rectiligne.

A l'aide de ces dispositions, le projectile, d'une fabrication très-simple, peut être introduit dans l'âme à frottement libre, soit par la volée, à la manière ordinaire, soit par la culasse. Il a, pour le service de terre, une forme ovoïde allongée dont la longueur peut atteindre deux fois à trois fois son diamètre; mais pour le service de la marine, et principalement pour obtenir le percement des plaques, la forme ovoïde est considérablement modifiée : les deux extrémités sont tronquées par un plan perpendiculaire à l'axe et offrant une section circulaire à contours à peu près vifs et d'un diamètre peu inférieur à celui de la pièce. M. Whitworth a été conduit à l'adoption de cette forme par l'observation du tir à la mer. Il a remarqué que quand le projectile ovoïde rencontre la surface de l'eau, il se relève et n'y pénètre pas, ce qui peut faire perdre beaucoup de coups, tandis que le projectile tronqué est plutôt sollicité à pénétrer dans l'eau par la résistance même du fluide aux premiers instants de sa pénétration.

L'expérience a prouvé, assure-t-on, que des projectiles de cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme pouvaient encore traverser les plaques de 0m.121 après avoir pénétré de plus de 9 à 10m dans l'eau. Je crains cependant que ce résultat ne soit un peu exagéré, parce que la résistance de l'eau au mouvement des projectiles est tellement grande, qu'elle détruit rapidement leur force vive.

L'un de ces boulets, qui avait percé une plaque en la choquant bien directement par sa base plane, offrait tous les caractères que nous avons signalés en 1836 pour les effets de rupture observés dans le choc des boulets sur les corps durs et en particulier sur la fonte. Il avait choqué la plaque presque perpendiculairement, de sorte que sa base antérieure avait rencontré cette plaque à plat sur la plus grande partie de son étendue. Cette base était devenue celle d'un cône qui s'était formé dans le boulet et qui avait été enveloppé par d'autres cônes analogues, débordant le premier par des bandes annulaires.

Les gargousses de M. Whitworth, pour les pièces qui se chargent par la culasse, sont terminées par un culot en fer-blanc analogue à celui de cuivre ou de papier que l'on a depuis longtemps proposé et employé pour les armes portatives qui se chargent par la culasse, et qui, en s'ouvrant un peu sous l'action des gaz, servent naturellement d'obturateur. Ce procédé est semblable à celui que l'on essaye avec succès en France en se servant de plaques d'acier. Il convient d'ailleurs de faire de nouveau remarquer que ce système de culots expansifs utilise l'action du gaz de la poudre pour assurer l'obturation, et qu'il est en lui-même bien plus rationnel que celui des tampons tronconiques métalliques, qui, pour peu qu'ils cèdent à la pression des gaz, leur ouvrent une issue, ce qui effectivement arrive avec les obturations de M. Armstrong après un certain nombre de coups.

M. Whitworth a appliqué son système de rayures à tous les calibres et jusqu'aux armes portatives des plus faibles. Ses balles, en fer ou en fonte à extrémités plates, traversent des feuilles de tôle de 8 à 10 millimètres d'épaisseur à 200 mètres de distance, même quand elles frappent sous des angles de 45° et de 30°.

L'on a toutefois reproché aux armes et aux canons présentés par M. Whitworth la très-grande précision donnée à certaines parties et en particulier au projectile, qui n'a que très-peu de vent, ce qui, après quelques coups, doit occasionner des difficultés pour le chargement. Ce défaut, qui est la conséquence na-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

turelle des habitudes de l'auteur, bien connu de tous les ingénieurs pour l'admirable précision de toutes les machines qui sortent de ses ateliers, peut être facilement évité en augmentant dans une certaine mesure le jeu du boulet dans l'âme, ou ce qu'on nomme le vent; l'expérience indiquerait à quelle limite il convient de s'arrêter.

Ce qui a sans doute conduit M. Whitworth à diminuer autant qu'il l'a pu et peut être au delà de ce que comportent les conditions du service, le vent de ses projectiles, c'était l'apparente nécessité d'obtenir des vitesses, des portées et une justesse de tir égales à celles des bouches à feu du système de M. Armstrong et à celles des fusils rayés d'Enfield, tirant tous à projectiles forcés.

Mais quand il s'agit du service de guerre, où les bouches à feu, les armes, les munitions, les projectiles sont exposés à tant de circonstances imprévues, d'accidents de tir et de transport, l'excessive précision est non-seulement superflue, mais elle peut même devenir un embarras et présenter de graves inconvénients. A ce point de vue, l'exécution admirable des bouches à feu exposées par l'arsenal de Woolwich, qui atteignent presque la perfection des instruments d'astronomie, nous semble une exagération qu'il ne convient pas d'imiter.

Le système de bouches à feu et d'armes portatives de M. Whitworth me paraît au contraire d'une exécution et d'un service plus faciles et plus sûrs. Il comporte un degré de précision suffisant qui peut être limité à ce que l'expérience ferait regarder comme nécessaire. La fabrication des projectiles n'offre aucune difficulté, soit qu'on y creuse les rayures à la machine, soit qu'on se contente de les obtenir à la fonte. En employant pour les former de la fonte douce et faisant l'âme en acier, les bouches à feu pourraient très-probablement fournir un tir très-prolongé sans se dégrader.

Il semble donc très-digne d'être étudié avec attention, en y apportant les modifications que peuvent exiger les conditions du service pour le rendre pratique.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, l'opinion des hommes compétents en Angleterre paraît encore fort partagée entre les systèmes de bouches à feu de M. Armstrong et de M. Whitworth. Pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'en citer qu'un exemple, je choisirai le suivant, qui est authentique.

Dans une discussion qui eut lieu le 25 juin 1857 au parlement anglais, M. H. Vivian cite sans contradiction les faits et les conclusions suivantes, extraites de plusieurs rapports :

« Au commencement de 1857, M. Whitworth, sur l'invitation « de lord Panmure, alors ministre de la guerre, envoya une de « ses carabines à l'école de tir d'Hythe, et il fut constaté que « l'écart moyen du tir de cette arme à 470 mètres n'était guère « que de $0^m,114$, tandis que jusqu'à cette époque on n'avait pas « obtenu d'écart moyen inférieur à $0^m,600$ à cette distance. »

Dans le rapport d'une commission qui n'était pas favorable au système de M. Whitworth on trouve les conclusions suivantes des expériences :

« Il paraît, d'après les résultats contenus dans le tableau, que « la carabine de M. Whitworth a, dans tous les cas, plus de jus- « tesse que celle d'Enfield.

« On ne peut douter, d'après les expériences déjà faites, que « les combinaisons adoptées par M. Whitworth pour le diamètre, « la longueur du projectile et le pas des rayures n'aient obtenu, « dans certaines circonstances, une grande supériorité de jus- « tesse de tir sur les dispositions de la carabine d'Enfield de « 1853. »

Le général Hutchinson, président de la même commission, avait, dans le rapport, exprimé l'opinion « que des carabines « rayées à la manière ordinaire ne peuvent tirer que des projec- « tiles d'un métal tendre, et qu'un ennemi attaqué avec une ca- « rabine à rayures et à projectile polygonal, par suite de la « grande pénétration de ces projectiles en métal dur, éprouve- « rait des pertes sérieuses avant d'avoir trouvé un abri assez « résistant pour le protéger, et qu'enfin, dans les approches « d'une position fortifiée, les gabions ordinaires et les fagots de « sape ne seraient que d'une faible protection. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 14.

PHOTOGRAPHIE.

PAR M. E. BECQUEREL.

A l'Exposition de Londres, les œuvres de la photographie sont remarquables, et si parmi les produits étrangers on trouve de très-belles reproductions photographiques, il n'y a pas de réunion d'épreuves plus complète et mieux entendue que celle de l'Exposition française. Là, à côté des vues les mieux rendues, se trouvent de très-beaux portraits, puis des reproductions agrandies dont on s'est beaucoup occupé dans les deux dernières années, ainsi que des épreuves dites épreuves au charbon, c'est-à-dire obtenues au moyen de substances inaltérables, au lieu d'être produites à l'aide de composés métalliques d'argent ou d'or; on y remarque également des reproductions d'objets d'histoire naturelle si utiles pour l'étude des sciences, ainsi que des spécimens de tirage d'épreuves par la litho-photographie et au moyen de la gravure photographique.

Nous ne parlerons pas, dans cet article, des images obtenues à l'aide des méthodes généralement en usage, mais bien des parties essentiellement nouvelles de la photographie, ainsi que des recherches les plus curieuses qui ont été faites depuis la dernière Exposition, pour perfectionner les procédés photographiques et les faire servir à l'étude de questions qui n'avaient pu être abordées jusqu'ici. Les résultats les plus intéressants qui ont été obtenus depuis l'Exposition de 1855, et dont nous parlerons dans cet article, sont relatifs :

1° Aux épreuves dites au charbon, c'est-à-dire obtenues avec une matière quelconque;

2° Aux agrandissements des épreuves photographiques;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Aux applications de la photographie à l'étude de l'astronomie.

4° *Épreuves positives dites au charbon. Litho-photographie et gravure héliographique.*

Peu de temps après la découverte de Daguerre et avant même les recherches de M. Talbot qui ont conduit aux procédés photographiques sur papier aujourd'hui en usage, on avait compris l'importance qu'il y avait à obtenir sur papier des épreuves inaltérables et l'on avait cherché à graver les plaques Daguerriennes pour les faire servir à l'impression comme des planches gravées ordinaires. Ces procédés, très-curieux du reste au point de vue des réactions chimiques obtenues, ne conduisirent pas à des résultats assez satisfaisants pour que les arts pussent en tirer parti. Bientôt, la photographie sur papier s'étant développée, et les épreuves négatives sur verre ayant permis d'obtenir des clichés dont la netteté ne laissait rien à désirer, on reconnut que les épreuves positives sur papier, faites avec des sels d'argent, ou bien constituées par des composés d'argent ou d'or, suivant les procédés de tirage employés, n'avaient pas l'inaltérabilité que l'on devait désirer pour assurer la durée nécessaire à ces épreuves.

En 1855 M. Poitevin, ingénieur civil, fit connaître un procédé de lithographie photographique fondé sur un principe nouveau en photographie, et qui consiste en ce qu'un mélange de bichromate de potasse et d'une matière organique (albumine, gélatine, gomme arabique, etc.) donne une matière insoluble après une exposition préalable à la lumière, par suite d'une réduction partielle de l'acide chromique libre. Voici en quoi consiste ce procédé : en étendant sur une pierre lithographique un mélange d'albumine et de bichromate de potasse, puis en exposant celle-ci sous un cliché négatif à l'action des rayons solaires, on observe un effet tel que dans les parties où la lumière agit, c'est-à-dire dans les ombres de l'image positive à produire, l'albumine devient insoluble. En rentrant alors la pierre dans une chambre noire, l'humectant avec de l'eau, puis passant à sa surface un rouleau à l'encre grasse, la surface de la pierre ne retient l'encre que dans les parties modifiées par l'impression lumineuse et devenues non-seulement insolubles, mais graisseuses et analogues physi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quement à l'encre d'imprimerie elle-même. Les autres parties où la matière organique est restée soluble, s'enlèvent avec le corps gras qui s'était attaché momentanément aux blancs de la pierre. On obtient ainsi des épreuves positives à l'encre d'impression, qui, soumises au tirage mécanique de la lithographie, fournissent autant d'épreuves qu'une pierre dessinée au crayon.

Ce procédé de litho-photographie est exploité maintenant dans les ateliers de M. Lemercier, et l'on peut voir à l'Exposition des spécimens très-curieux d'épreuves obtenues de cette manière. Ce sont des reproductions d'armures anciennes et d'objets d'art tirés à l'encre noire ou bien avec des encres de diverses couleurs. Ces impressions polychromes sont extrêmement remarquables. Ce procédé est le seul, jusqu'ici, qui soit industriel et il reproduit avec facilité les impressions photographiques d'images négatives; seulement les demi-teintes, quelquefois, laissent à désirer et la grande netteté n'est obtenue avec certitude que lorsque les contours sont bien arrêtés. Néanmoins, dans l'état actuel des choses, il nous semble difficile d'obtenir de meilleurs résultats, et certainement ce procédé est appelé à recevoir de grands développements et à rendre de véritables services aux arts industriels.

Depuis cette époque, la réaction indiquée plus haut a été employée par différentes personnes, et la photo-zincographie de M. le colonel James, en Angleterre, dont on peut voir des épreuves à l'Exposition de cette année, ainsi que le procédé de M. Asser d'Amsterdam, ne font que reproduire la méthode de photo-lithographie dont nous venons de parler.

En même temps que M. Poitevin s'occupait d'appliquer à la lithographie l'action exercée par la lumière sur les matières organiques mélangés à l'acide chromique, il cherchait à obtenir directement sur papier des épreuves avec des poudres diverses, charbon, sanguine, etc.) ou bien avec de l'encre grasse. Quelques épreuves de ce genre furent assez satisfaisantes pour être admises, en 1855, à l'Exposition universelle, parmi les produits à bon marché, et valurent à leur auteur une mention honorable. A cette époque, M. Poitevin opérait de deux manières : 1° en recouvrant le papier d'un mélange analogue à celui dont il couvrait la pierre lithographique, et, après l'action préalable de la lumière au travers d'un cliché négatif, en appliquant, au tam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pon, de l'encre grasse sur le papier; l'encre grasse ne restait adhérente qu'aux parties devenues insolubles, et par conséquent lorsqu'on lavait le papier avec de l'eau, la surface présentait un dessin positif. 2° Dans la seconde méthode, il appliquait sur du papier une couche uniforme d'un mélange de bichromate de potasse et d'albumine, ou de gélatine et d'un autre corps uni à une substance colorante en poudre, telle que le charbon. Après la dessiccation de cette couche dans l'obscurité, si l'on impressionnait ce papier pendant quelques minutes à la lumière sous le cliché négatif, et qu'on vînt à le laver à l'eau ordinaire, froide ou tiéde, suivant la matière organique employée, on trouvait que les parties non impressionnées se dissolvaient, et que le dessin en couleur inerte apparaissait retenu et emprisonné par la matière organique devenue insoluble dans toutes les parties qui avaient subi l'action de la lumière, et cela dans la proportion de l'intensité lumineuse active.

Ces principes ont servi de points de départ aux procédés mis en usage par MM. Pouncy à Londres, Garnier et Salmon à Paris, et Testud de Beauregard également à Paris; c'est en effet ce qui résulte d'un rapport fait à la Société française de photographie en 1859. Mais les épreuves obtenues ainsi manquaient toutes de demi-teintes.

Plus récemment, en 1860, M. Fargier de Lyon vint utiliser les couches épaisses formées avec un mélange de gélatine, de bichromate de potasse et de poudre charbonneuse pour obtenir des impressions très-belles et très-fines, mais d'un emploi difficile en raison de la manipulation d'une partie du procédé : en effet, le perfectionnement apporté par M. Fargier au procédé de M. Poitevin, dont nous venons de parler en dernier lieu, consiste en ce que, après avoir opéré sur le mélange en question et l'avoir impressionné au travers d'un cliché négatif comme on l'a dit plus haut, on coule sur la surface impressionnée une couche épaisse de collodion, on plonge la surface dans un bain d'eau chaude qui dissout la gélatine non solidifiée; celle au contraire qui est devenue insoluble, et qui retient les particules de noir formant les ombres, reste adhérente à la pellicule de collodion qui nage dans le liquide. On fixe ensuite cette couche de collodion sur du papier gélatiné. Ce procédé a donné lieu aux épreuves exposées par M. Fargier et par M. Charavet. On peut voir d'après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces dernières reproductions obtenues à l'aide des beaux clichés faits par M. Robert, chef des travaux de peinture à la manufacture de Sèvres, qu'il y a autant de netteté et de demi-teintes sur les épreuves au charbon que sur les épreuves faites avec des sels d'argent.

M. Poitevin, en continuant ses recherches, essaya de reproduire les images positives au moyen d'autres substances actives que les précédentes. Il reconnut qu'un mélange de perchlorure de fer et d'acide tartrique, étendu sur du papier, n'est pas hygroscopique, mais qu'il le devient rapidement si la lumière vient à le frapper[1]; c'est précisément l'inverse de ce que sir John Herschell avait remarqué en 1842, au moyen de l'ammonio-citrate de fer, et de ce que MM. Garnier et Salmon avaient vu en opérant avec un mélange de sucre et de bichromate de potasse. En partant de là, M. Poitevin fut conduit à une nouvelle méthode de production des images en charbon, méthode qui consiste à placer le cliché négatif sur une surface en verre recouverte ainsi par un mélange d'acide tartrique et de perchlorure de fer, à exposer ces surfaces à l'action de la lumière, puis ensuite, dans l'obscurité, à promener sur le verre un pinceau en blaireau contenant de la poudre de charbon, ou une poussière quelconque. Cette poussière adhère aussitôt aux parties qui ont été impressionnées par la lumière et qui sont devenues hygroscopiques, c'est-à-dire sur les noirs de l'image positive. On verse alors une couche de collodion sur la lame de verre, puis on reporte sur une feuille de papier cette couche, qui emporte avec elle tout ce qui s'est déposé sur le verre, et le dessin se trouve ainsi transporté sur le papier.

Cette opération se fait avec une sûreté et une rapidité vraiment étonnantes, et il faut en avoir été témoin pour en comprendre toute la simplicité. Les épreuves présentées par M. Poitevin à l'Exposition universelle sont toutes faites par ce dernier procédé, et les ombres sont formées soit par du charbon en poudre, soit par de la plombagine, de la sanguine, ou une poudre colorante quelconque, et l'on conçoit, d'après cela, que non-seulement ces épreuves positives ont toutes les qualités de durée que l'on doit désirer, mais encore qu'elles sont obtenues à l'aide d'une

1. Voir Poitevin, *Traité de l'impression photographique sans sels d'argent*, etc. Paris, Lieber éditeur, 1862.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthode essentiellement pratique, et qui certainement se répandra parmi les personnes s'occupant de photographie. Du reste, à l'Exposition, on peut voir des épreuves obtenues au moyen de cette méthode par M. Pierre Petit; celles de M. Jolly-Granged'or, qui sont des têtes destinées à l'étude du dessin; celles de M. Léon Vidal, qui sont des vues de Marseille, et celles de M. Bobin, qui sont des reproductions de cartes géographiques et topographiques parfaitement exécutées.

Nous donnerons encore quelques détails sur ces procédés, pour montrer comment ils se sont développés depuis la dernière Exposition. En 1856, M. le duc de Luynes proposa un prix d'après un programme dont les bases, ainsi que le jugement du concours, furent arrêtées par la Société française de photographie. Il fut divisé en deux: un prix de 8,000 francs pour la gravure et la lithographie; un prix de 2,000 francs destiné à récompenser l'auteur ou les auteurs qui, dans une période de deux années, auraient fait faire le plus de progrès au tirage des épreuves positives et à leur conservation. Parmi les considérants du rapport, se trouve un passage que nous devons citer :

« Le carbone est de toutes les matières que la chimie nous a « fait connaître, la plus fixe et la plus inaltérable à l'action de tous « les agents chimiques aux températures ordinaires de notre atmo- « sphère.....La conservation des anciens manuscrits nous prouve « que le charbon fixé sur le papier à l'état de noir de fumée, se « conserve sans altération pendant bien des siècles. Il est donc « évident que si l'on parvenait à produire les noirs du dessin « photographique par le charbon, on aurait pour la conservation « des épreuves la même garantie que pour nos livres imprimés, « et c'est la plus forte que l'on puisse espérer et désirer. »

Ces prix, qui avaient pour objet de stimuler le zèle des personnes qui se livrent aux recherches photographiques, remplissent parfaitement le but que s'était proposé son auteur, et sans aucun doute ont exercé une certaine influence sur le développement qui a été donné aux procédés dont nous avons parlé plus haut. Il y a un an, le premier prix, relatif à la gravure et à la lithographie photographique, ne fut pas donné, et le concours fut prorogé jusqu'en 1864. La commission constata néanmoins les résultats importants obtenus par M. Poitevin pour la litho-photographie dont nous avons parlé plus haut, et comme on peut le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir d'après les spécimens exposés par M. Poitevin et par M. Lemercier; ceux obtenus par M. Charles Nègre, pour la gravure, ainsi que par M. Pretsch, en Angleterre, également pour la gravure. Le deuxième prix, il y a deux ans, fut ajourné une première fois; cette année, au mois de mars, il a été donné en entier à M. Poitevin, et un encouragement a été proposé pour M. Fargier, en raison des perfectionnements qu'il a apportés dans l'emploi du procédé dont nous avons parlé plus haut.

Nous ne sommes entrés dans ces détails que pour montrer combien la question de la production des images photographiques positives et inaltérables, a fait de progrès depuis la dernière Exposition, et quelle est l'importance des recherches qui ont été faites dans cette voie ; certainement les travaux de M. Poitevin doivent occuper une place élevée dans l'histoire de la photographie, et sont appelés à exercer une influence aussi grande sur l'avancement des méthodes d'opération en usage, que celles de M. Talbot à l'origine de la photographie, peu après la découverte de Daguerre.

Nous avons cité plus haut les recherches qui ont été faites pour la gravure héliographique, et la mention qui avait eu lieu en faveur de M. Charles Nègre, à la Société de photographie. On peut voir à l'Exposition universelle les magnifiques planches de cet habile artiste, et surtout les belles reproductions du portail de la cathédrale de Chartres. M. Nègre, en partant des procédés de gravure connus avant lui, a été conduit à une méthode toute particulière, mais dans laquelle l'habileté du graveur entre pour quelque chose, et où le travail photographique seul n'est pas assez nettement en évidence : néanmoins, les résultats auxquels il est parvenu sont fort remarquables.

Nous citerons également les planches faites par M. Pretsch, et les épreuves qui sont placées dans l'Exposition anglaise.

2° *Agrandissement des épreuves photographiques.*

Il y a trois ans environ, M. Woodward, de Baltimore, faisait connaître à la Société de photographie de Paris un système d'appareil qu'il nommait chambre solaire, et à l'aide duquel il produisait sur papier des images positives agrandies d'un cliché de plus petite dimension. Cet appareil n'avait rien de nouveau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans son principe, puisqu'il n'était qu'une sorte d'appareil dans le genre de la lanterne magique ou du microscope solaire, à l'aide desquels on produit un système de rayons lumineux convergents qui ensuite, traversant l'image transparente à reproduire, puis rencontrant un système de lentilles objectives, donnent sur un tableau noir placé au delà une image agrandie de la première image transparente.

Différents appareils, qui ont servi à Charles, et qui existent encore au Conservatoire impérial des arts et métiers, présentent des dispositions de ce genre. Cependant, c'est à partir de l'époque de la publication de M. Woodward que l'on s'occupa de tous côtés de l'agrandissement des épreuves photographiques, et les spécimens nombreux qui se trouvent à l'Exposition montrent quels sont les résultats que l'on peut obtenir en opérant ainsi.

D'après le principe de l'appareil, il est nécessaire de placer le cliché de façon à ce qu'il y ait le plus possible de lumière qui le traverse, afin que l'image à reproduire soit le plus éclairée possible. Pour atteindre ce but, après avoir fait réfléchir les rayons solaires sur le miroir d'un héliostat qui les rend fixes, on concentre ces rayons au moyen d'un système de lentilles qu'on nomme condenseurs, et l'on place le cliché sur la route des rayons déjà réfractés; les rayons, continuant alors leur route, forment un cône dont le sommet est à peu de distance au delà du cliché. D'après M. Woodward, il faut placer le système de convergence objectif de façon à ce que le second verre de cet objectif soit au sommet même du cône lumineux; alors, à une certaine distance, on trouve une position telle que l'image amplifiée du cliché sert à donner une épreuve positive agrandie.

A la suite de la publication de M. Woodward, on chercha quelle était la meilleure position du centre optique de l'objectif par rapport au sommet du cône des rayons concentrés par le condenseur. Les uns voulurent placer l'objectif avant le sommet du cône, les autres après; d'autres, au moyen d'une lentille de divergence, rendirent parallèles entre eux les rayons qui traversent le cliché. Il est évident que dans toutes ces dispositions, à une position donnée du cliché par rapport aux lentilles objectives, correspond toujours une image au foyer conjugué de la première; mais si la totalité des rayons qui sont concentrés par le système lenticulaire, que l'on nomme le condenseur, passent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le cliché, on sera assuré du maximum d'éclairement de l'image produite. L'expérience seule peut guider sur la disposition qui serait la meilleure, et nous devons dire que les épreuves que nous avons vues d'après ces trois modes d'opérer ont présenté des résultats satisfaisants. Nous pensons néanmoins que la disposition qui consiste à placer la lentille objective un peu en avant du sommet du cône lumineux, fait concourir efficacement les différents parties de cette lentile à la formation de l'image, et doit conduire à des épreuves plus nettes que par les autres dispositions.

Dans plusieurs circonstances on peut avoir recours à un appareil plus simple que le précédent, et qui consiste en une chambre obscure, analogue à celle qui sert à obtenir les épreuves négatives ordinaires, mais où l'image et l'objet ont changé réciproquement de place. En mettant en effet le cliché à reproduire près du foyer de l'objectif, l'image se trouve formée plus loin de cet objectif, et se trouve amplifiée. Le temps de la pose seulement doit être plus long que dans les conditions indiquées plus haut.

M. J. Dubosc a disposé dans un appareil le régulateur électrique qu'il a construit de façon à éclairer le cliché qu'on veut agrandir, et à substituer ainsi cet éclairage à celui de la lumière solaire directe. Dans ce cas, l'on n'a pas besoin d'héliostat.

On peut voir à l'Exposition, d'après les belles études d'animaux, exposées par M. le comte Aguado et par son frère, quel effet on peut obtenir dans les agrandissements des clichés photographiques, soit à la lumière solaire, soit à la lumière électrique. Sans doute, les contours perdent un peu de leur netteté quand on examine ces épreuves de près, mais à quelque distance ce défaut disparaît et l'effet est des plus satisfaisants.

M. Ed. Delessert a exposé de très-belles vues agrandies, et M. Disdéri des portraits : M. Vilette s'est servi de l'appareil de M. Dubosc, et de la lumière électrique.

M. Bertch, qui a opéré en rendant parallèles les rayons qui traversent le cliché, a exposé de très-belles épreuves. Il a présenté surtout des reproductions d'objets microscopiques d'une grande netteté. Nous devons citer comme ayant exposé également des objets d'histoire naturelle, M. Lakerbauer, dont les épreuves représentant des objets microscopiques ont été probablement obtenues avec un appareil du genre du microscope solaire, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Philippe Poteau, qui a reproduit des objets destinés à l'étude de l'histoire naturelle, avec des dimensions plus ou moins grandes.

Quant à M. Bobin, dont nous avons déjà parlé à l'occasion des épreuves au charbon, il a exposé de très-belles épreuves agrandies des cartes géographiques du dépôt de la guerre. M. le colonel James (Angleterre) a exposé des plans de cartes, exécutés par des procédés analogues.

Parmi les produits étrangers, nous n'avons distingué comme épreuves de ce genre que les belles reproductions de M. Claudet (Angleterre), qui sont parfaitement nettes, et montrent que M. Claudet, dont on connaît les recherches dans les différentes branches de l'art photographique, a étudié avec soin tout ce qui concerne l'agrandissement des épreuves.

3° *Photographie des astres. Effet stéréoscopique des épreuves obtenues.*

Dans ces dernières années, les astronomes ont commencé à se servir de la photographie pour étudier un grand nombre de questions scientifiques du plus haut intérêt. On conçoit de quelle importance sont pour l'astronomie, par exemple, ces dessins, qui représentent la position des astres pendant les éclipses, ainsi que les effets lumineux qui se produisent près d'eux, dessins qui permettent de transmettre, pour les conserver et les étudier, les images de ces phénomènes passagers, qu'on était réduit à observer d'une manière fugitive. Il est également important d'avoir des images des astres, qui, observés à des intervalles déterminés, servent à reconnaître quels sont les changements qui peuvent se produire sur leur surface; déjà, par une étude attentive des taches du soleil, on sait que l'apparition de ces taches est un phénomène périodique, et au moyen des images photographiques obtenues à certaines périodes, et comparées entre elles, on aura des éléments utiles pour savoir quels sont les mouvements qui ont lieu sur la photosphère. Sans avoir besoin d'énumérer dans quelles circonstances on peut avoir recours aux méthodes photographiques, on comprend aisément quel puissant secours elles peuvent prêter à l'étude de l'astronomie.

Parmi les astronomes et les savants qui se sont occupés de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sujet, dans ces derniers temps, on peut citer le P. Secchi, en Italie, qui a reproduit des images du soleil et de la lune; M. Foucault, M. Girard, M. Bertch, qui ont obtenu des épreuves très-curieuses du soleil pendant l'éclipse du 18 juillet 1860; M. Liais, qui, en Amérique, a fait des observations analogues, et M. Warren Delarue, en Angleterre, qui depuis plus de deux ans se livre aux mêmes recherches, et dont les résultats sont exposés cette année.

M. Warren Delarue a fait élever, près de son habitation à Cranfort, un observatoire dans lequel un télescope newtonien de 13 pouces d'ouverture, construit dans ses ateliers et monté parallactiquement, permet de prendre des épreuves photographiques des astres; les dispositions qu'il a adoptées pour cela, et ainsi que nous avons pu le constater, sont extrêmement ingénieuses. D'un autre côté, il fait prendre les plus grands soins pour la préparation des glaces collodionnées, de sorte qu'il peut arriver à produire les épreuves avec certitude. Les images de la lune obtenues à l'aide de cet appareil ont plusieurs centimètres de diamètre; ensuite, à l'aide des moyens amplificateurs, on peut obtenir des épreuves positives, trois ou quatre fois plus étendues en diamètre, ce qui permet d'en saisir beaucoup mieux tous les détails. Celles du soleil ont à peu près la même dimension, et elles sont prises plusieurs fois par jour, presque instantanément. Les unes et les autres ont une grande netteté. Il a obtenu également, de cette manière, les épreuves des planètes, telles que Mars, Jupiter, Saturne, et l'on est frappé de la beauté des impressions, et des dessins qu'il a pu faire exécuter d'après ces dernières.

M. Warren Delarue, à l'aide de ces impressions photographiques, a pu réaliser une idée très-originale, et en même temps très-intéressante, et qui excite à juste titre l'attention : la distance des planètes à la terre est telle que leurs images apparaissent toujours comme des figures plates, sans relief. On ne pourrait appliquer là les principes de la stéréoscopie, car sur la surface terrestre on ne trouverait pas deux stations assez distantes pour donner l'angle visuel nécessaire, afin que les deux épreuves photographiques produisissent la sensation du relief dans un stéréoscope. Mais, au lieu de faire varier le point de vue, M. Warren Delarue a fait varier dans le même lieu l'instant de l'obser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vation, de quelques heures ou de plusieurs mois, suivant les astres à représenter; pour la planète Mars, par exemple, deux heures donnent une rotation d'une trentaine de degrés; pour la lune, la libration est telle, qu'au bout d'un temps qu'on peut calculer, l'observateur la voit un peu plus de côté qu'elle ne se trouvait auparavant. Deux épreuves, étant ramenées à avoir la même dimension, peuvent donc se trouver l'une par rapport à l'autre, dans les mêmes conditions que deux épreuves stéréoscopiques ordinaires, et placées dans un stéréoscope peuvent donner la sensation du relief. C'est ce qui a lieu, et l'effet de relief obtenu avec les images de la lune, provenant de l'observatoire de M. Delarue, produit un effet très-saisissant et permet d'étudier certains points de la conformation de notre satellite.

On voit donc que ces dernières épreuves photographiques sont importantes au point de vue scientifique, non-seulement parce qu'elles permettent de conserver l'image des astres à un moment donné, pour les comparer ensuite aux images que l'on peut obtenir plus tard, mais encore parce qu'elles donnent lieu à un effet de sensation de relief en dehors de ce que l'on peut reconnaître à la vue dans les conditions ordinaires. Il est même à désirer que dans les observatoires, on puisse se livrer à des travaux analogues à ceux qui ont été si heureusement exécutés par M. Warren Delarue[1].

1. M. Delarue a bien voulu faire don au Conservatoire de quelques-unes de ses épreuves de la lune, et de son album des principales planètes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 15.

HORLOGERIE

PAR M. BOQUILLON.

De toutes les catégories de produits qui peuvent figurer dans une exposition, la plus difficile à apprécier, au point de vue du progrès, qui doit nous préoccuper presque exclusivement, c'est, sans contredit, l'horlogerie. Aux connaissances théoriques, indispensables, il faudrait joindre une pratique assez longue pour pouvoir, en l'absence de renseignements clairs et précis, fournis par l'exposant, étudier le jeu souvent si rapide des organes en fonction. Il faudrait surtout, et c'est ce qui nous a le plus complétement manqué, trouver ce même exposant à sa vitrine pour l'interroger sur le but qu'il s'est proposé en employant telle disposition plutôt que telle autre, afin d'asseoir son jugement sur des bases certaines, au lieu de simples conjectures.

Si cette difficulté n'est pas tout à fait insurmontable pour les pièces d'un certain volume, et d'un abord suffisant, elle devient absolue, radicale, pour les pièces dont le mécanisme est entièrement caché par le boîtier qui les enveloppe.

C'est ce qui nous est arrivé pour la totalité des expositions étrangères à la France. Nulle part, pas même chez les Anglais, nous n'avons trouvé à qui parler; et nous sommes revenus de Londres sans avoir pu examiner sérieusement une seule pièce d'horlogerie qui ne fût pas française.

Disons cependant qu'en Suisse les renseignements ne nous ont pas toujours fait défaut, et qu'à diverses reprises il n'eût tenu qu'à nous de constater la parfaite exécution de la ciselure, des gravures, des émaux, et autres ornements qui enrichissent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîtiers des montres, et la multiplicité des indications données par certains cadrans. Mais, quand nous arrivions à formuler la seule question dont la réponse nous intéressât sérieusement : Quels progrès la Suisse a-t-elle réalisés depuis 1855, au point de vue purement chronométrique? la réponse invariable était que la main-d'œuvre s'était notablement perfectionnée, mais qu'on n'avait rien innové, quant aux effets produits, ni quant aux organes employés pour les produire. Tous étaient presque exclusivement empruntés à des montres de Paris.

Nous signalerons toutefois, non comme une nouveauté, mais comme répondant à un besoin né des conditions actuelles de locomotion, des montres à répétition, donnant non-seulement les quarts, mais encore les minutes écoulées depuis chacun d'eux. Ces montres se fabriquent aujourd'hui en grand nombre.

Nous signalons ce fait à nos fabricants de *pendules portatives*, dites de *voyage*, qui se bornent à répéter les quarts et laissent dans l'incertitude sur la grandeur de l'intervalle de temps qui s'est écoulé depuis le quart annoncé. Beaucoup de vieillards, affectés d'insomnie, trouveraient, dans l'indication plus précise de l'heure, un soulagement à leur ennui.

En résumé, notre récolte en chronométrie étrangère se réduit à peu près à zéro, et force nous est de nous rabattre presque uniquement sur l'exposition d'horlogerie française dont nous avions pu étudier quelques spécimens avant notre départ, et sur laquelle nous avons pu obtenir, à Londres, des renseignements plus détaillés, parce que les opérations du jury, qui fonctionnait alors, y avaient appelé un certain nombre d'exposants français.

Constatons d'abord qu'à une seule exception près, l'horlogerie monumentale fait complétement défaut au concours. Ce n'est pas que les maisons importantes qui, en France, ne redoutent aucune rivalité en ce genre d'industrie, aient dédaigné de s'y présenter; mais, l'exiguïté des emplacements qu'on leur offrait permettant à peine d'y loger leur plus petit modèle, elles ont sagement fait de s'abstenir devant les conditions d'infériorité qu'on leur imposait. La lutte, dans ces solennités industrielles, n'est acceptable qu'à la condition de pouvoir user de toutes les ressources qu'on possède, et que le soleil et l'espace soient également partagés entre les champions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A défaut de la *grosse horlogerie*, occupons-nous de la petite, et signalons, pour notre début, des conditions qui, nous le désirons bien sincèrement, seront acceptées de tous les intéressés, comme un progrès aussi réel que sérieux.

Dans les pièces portatives, montres ou chronomètres, le régulateur de leur marche est un balancier dont le mouvement circulaire alternatif remplit les mêmes fonctions que le pendule dans les pièces fixes. Dans ce dernier, c'est l'attraction terrestre qui, tendant à le ramener à la verticale lorsqu'on l'en a écarté, détermine en grande partie son mouvement d'oscillation; l'impulsion qu'il reçoit de la force motrice, par l'intermédiaire de l'échappement, ayant pour but unique de lui restituer périodiquement la quantité de mouvement que lui a fait perdre soit la résistance de l'air, soit le frottement des pièces qu'il a à dégager. Sans ce renouvellement périodique de la force perdue, l'amplitude de ses oscillations irait constamment en décroissant jusqu'au repos absolu.

Enfin, si la force motrice qui lui restitue la vitesse perdue vient à varier, l'amplitude des oscillations varie avec elle, ainsi que leur durée, les grandes oscillations, pour un même pendule, se faisant plus lentement que les petites. De là la nécessité de réduire cette amplitude à un minimum, et d'employer, entre la force motrice et le pendule, un intermédiaire dont l'action soit constante sur ce dernier, qui se trouve ainsi soustrait aux variations de la force motrice, quant aux impulsions qu'il en reçoit, mais qui, excepté dans deux cas seuls venus à notre connaissance, ne s'en trouve pas affranchi, quand il s'agit de dégager le rouage pour restituer, à l'intermédiaire qui prend ordinairement le nom de remontoir, le magasin de force qu'il a périodiquement et régulièrement distribué au pendule.

Il n'en est pas tout à fait de même pour le balancier circulaire alternatif, où la force attractive de la terre est remplacée par l'élasticité d'un ressort qui, dans les montres, prend la forme d'une volute, dans les chronomètres celle d'une vis cylindrique, dont l'une des extrémités est fixée à l'axe du balancier, et l'autre sur un point fixe de la montre ou du chronomètre.

Dans les deux cas, les conditions d'action du ressort, pour chaque double oscillation du balancier, comportent alternativement une augmentation du diamètre, soit de la spirale plate, soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la vis cylindrique ; en d'autres termes, l'éloignement de chacune des spires de l'axe du balancier ; puis une compression du ressort dont les spires se rapprochent de cet axe.

On comprend que, comme pour le pendule, la grandeur des arcs parcourus irait constamment en décroissant jusqu'au repos absolu, si la force motrice de la montre ou du chronomètre ne restituait périodiquement au balancier, la quantité de mouvement qu'il perd à chaque oscillation.

Or, quelque précaution qu'on prenne, la force motrice, qui réside aussi dans un ressort, point de départ du mouvement imprimé à tous les organes mobiles de la pièce, est nécessairement variable dans son intensité, d'où il résulte que l'amplitude des oscillations du balancier varie avec les variations de la force motrice. Cette variation dans l'amplitude des arcs du balancier est, comme pour le pendule, une cause de variation dans la durée des oscillations. Huyghens a détruit cette cause de perturbation en obligeant le pendule à parcourir des arcs de cycloïde. On est arrivé plus commodément près du but en atténuant la force motrice de manière à ne faire faire que de très-petits arcs au pendule : les petits arcs d'un cercle se confondant sensiblement avec les arcs de cycloïde de même grandeur.

On comprend qu'il n'en peut être de même, quant aux balanciers auxquels on demande au contraire de très-grands arcs, qu'une longue pratique a fait considérer comme préférables aux petits.

Pierre Leroi est le premier qui ait fait connaître, plus pratiquement que théoriquement, la possibilité de l'isochronisme du spiral, c'est-à-dire d'une même durée pour les grands et les petits arcs. Berthoud n'a guère donné, sur ce sujet, que des règles empiriques, s'appliquant très-bien aux pièces de sa propre fabrication. Le même tâtonnement, chez les horlogers qui se sont fait un nom en chronométrie, les a conduits à des résultats semblables.

Être élève d'un bon patron, imiter, avec le soin le plus scrupuleux, toutes les opérations qu'il pratique, telle a été, jusqu'à présent, la règle suivie pour la fabrication des spiraux plus ou moins isochrones.

En 1861, les *Annales des mines* ont publié un *Mémoire* de M. Phillips, ingénieur des mines, *sur le spiral réglant des chronomètres et*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des montres, mémoire dans lequel l'auteur établit la théorie analytique de cet organe important. Mais ce travail est loin d'être à la portée des praticiens et serait resté probablement ignoré de tous, si l'auteur n'en eût communiqué à la Société d'encouragement, qui l'a publié, t. LX, p. 657, numéro de novembre 1861, un extrait plus facile à comprendre. Il y annonce que toutes les conditions théoriques qui résultent de son travail ont été soigneusement soumises au *criterium* d'expériences pratiques qui toutes ont donné des résultats conformes à sa théorie. Nous avons vu, dans l'exposition de M. Phillips, des spécimens assez grands pour permettre de vérifier, avec la plus mauvaise vue, les résultats annoncés, et la conviction est passée dans notre esprit. Nous avons appris, en outre, avec un grand intérêt, qu'un certain nombre de chefs de maisons se proposent d'en expérimenter l'application sur leurs propres pièces et que déjà des résultats concluants auraient été obtenus par M. Dumas de Dieppe.

Nous regrettons que l'espace nous manque pour faire connaître à nos lecteurs les considérations au moyen desquelles M. Phillips a atteint le but depuis si longtemps cherché, et d'être obligé de nous borner à l'énoncé, trop succinct peut-être, des conditions à remplir.

Un résultat remarquable des expériences de M. Phillips, à part la question d'isochronisme, est celui-ci :

La durée des vibrations du spiral est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la racine carrée de sa longueur développée, ce qui l'assimile complétement au pendule, malgré la dissemblance, on pourrait dire radicale, soit entre les corps en mouvement, soit entre les forces qui les font mouvoir.

Parmi les conditions à accomplir, deux sont fondamentales et exigent :

1° Que le centre de gravité du spiral entier soit sur l'axe du balancier et y reste constamment pendant le mouvement ;

2° Que le spiral n'exerce, pendant son fonctionnement, aucun effort latéral contre les pivots du balancier ; en d'autres termes, et spécialement quant au spiral cylindrique, que ce spiral, pendant son jeu, s'ouvre et se ferme toujours bien concentriquement à l'axe.

Ces conditions dépendent de la forme des courbes terminales du spiral, forme dont M. Phillips a donné la loi. Ces courbes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent présenter une très-grande variété de formes différentes, qui toutes satisferont aux conditions indiquées.

D'autres avantages résultent de l'emploi des spiraux construits d'après cette loi. L'absence de toute pression contre l'axe du balancier réalise le spiral libre, c'est-à-dire celui dans lequel cet axe, n'étant soumis à aucune pression, est soustrait, autant que possible, au frottement et aux variations de celui-ci, résultant de l'épaississement des huiles; le spiral, s'ouvrant et se fermant toujours bien concentriquement à l'axe, au lieu d'être jeté de côté et d'autre, comme cela a lieu ordinairement, on évite la perturbation produite par l'inertie du spiral.

Quant au spiral plat des montres, les conclusions de l'auteur sont qu'on ne peut satisfaire à l'isochronisme que pour de petits arcs d'oscillation. Cependant on obtient de meilleurs résultats avec le spiral plat dit *ramené*, dont la petite portion qui correspond à son extrémité fixe se termine sous forme d'une courbe ramenée plus près du centre, et qui a pour objet de faire développer les spires plus concentriquement à l'axe.

Les pièces destinées à la démonstration, qui figurent à l'exposition, ont été exécutées, avec une habileté tout à fait remarquable, les unes par M. P. Garnier, les autres par M. Rosé. Ce dernier a, en outre, imaginé certaines conditions de fabrication, de trempe et de recuit, de l'efficacité desquelles il annonce être parfaitement sûr, mais dont, comme c'est son droit, il garde encore le secret.

La plus ancienne des maisons d'horlogerie qui figurent dans les galeries françaises est la maison *Bréguet*, qui, malgré les *on dit* de certaines concurrences, n'a pas cessé un instant de pratiquer la haute horlogerie avec la même habileté, avec le même succès que son fondateur, dont le petit-fils, M. L. Bréguet, porte dignement le nom vénéré, soit par la précision de ses chronomètres de marine, soit par l'originalité des pièces dites de fantaisie, dont il a pour ainsi dire encore le monopole, soit enfin par la richesse variée et le bon goût qui président à l'ornementation de ces mêmes pièces.

Les amateurs de ces sortes de curiosités sont devenus rares; et la surveillance qu'exige leur bonne exécution par des artistes, élèves de la maison, ne doit pas être tellement incessante qu'elle ait pu suffire à l'activité qui caractérise M. L. Bréguet. Sans rien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abandonner de l'héritage qui lui a été transmis, des conditions traditionnelles de l'établissement, il a pu se livrer à des travaux d'un autre ordre, et concourir efficacement à l'établissement du télégraphe électrique dans le monde entier, soit par la création d'appareils spéciaux, soit par l'exécution habile des nombreux appareils qui se disputent encore aujourd'hui le domaine télégraphique : car, aussitôt qu'apparaît une condition nouvelle, ayant chance d'avenir, M. L. Bréguet s'empresse d'acquérir de l'inventeur le droit de l'appliquer, afin de satisfaire à toutes les exigences, disons plus, à tous les caprices, soit des gouvernements, soit des compagnies de chemin de fer qui s'adressent à lui.

Mais revenons à la chronométrie proprement dite.

Son exposition, en ce genre, se compose d'un assortiment de montres fabriquées, de toutes pièces, soit dans ses ateliers, soit sur ses dessins, et se recommandant, non-seulement par la richesse, le bon goût et l'originalité du travail apparent, mais encore par leur parfaite exécution, comme mécanisme intérieur.

Nous en choisirons deux comme spécimen.

L'un est un chronomètre de poche, avec quantièmes de dates, de mois et de jours de semaine; remise à l'heure par le bouton du pendant; remise des quantièmes à l'extérieur de la boîte. — Le mécanisme des quantièmes n'est en communication avec le rouage que pendant trois minutes, et leurs trois aiguilles sautent simultanément. Aussitôt le sautage, ce mécanisme est entièrement dégagé du mouvement de la montre, dont on peut faire tourner les aiguilles en arrière sans faire sauter les quantièmes.

Dans toutes les montres à quantièmes, les deux mécanismes sont en rapport direct et constant au moins pendant plusieurs heures, dans les conditions les plus avantageuses; ce qui affecte notablement la marche de la montre. Dans le dispositif dont nous venons de parler, cet inconvénient est de beaucoup amoindri, s'il n'est pas entièrement évité. Ajoutons que c'est la *chaussée* qui fait sauter les quantièmes, au lieu de faire produire cet effet par la roue d'heures, comme on l'a pratiqué jusqu'à présent.

Nous croyons cette disposition nouvelle; elle nous paraît contenir un principe qui peut trouver d'autres applications utiles en horlogerie.

Le second spécimen dont nous nous occuperons est une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montre à remontoir et échappement à ancre. Depuis plus de trente ans la maison Bréguet a conservé, en l'améliorant constamment, au point de vue de l'application, le même principe de remontoir pour les montres. Les dentures des roues sont très-fines et se pénétrent à fond. La menée de l'engrenage comporte trois dents à la fois et ne commence qu'à deux degrés, au plus, avant la ligne des centres. Le pignon d'angle du remontoir, fixé à la tige du pendant, engrène directement avec la roue du remontoir. Il est exécuté par un procédé mécanique tout spécial, avec lequel on obtient directement son diamètre, le nombre de ses dents et leur angle.

L'échappement comporte des proportions différentes de celles qu'on donne généralement aux échappements à ancre : il est plus petit, les repos d'ancre sont plus courts, les tirages ou accrochements sont beaucoup moins forts. Le balancier, quoique plus petit, est plus lourd. Le plan d'impulsion est entièrement sur les dents de la roue d'échappement, et chaque levée, en pierre, de l'ancre, porte un réservoir d'huile dans lequel une dent de la roue d'échappement passe à chaque vibration. La levée totale est de 42°, et l'impulsion, ou levée réelle, de 36°. Sur sept tours que possède le ressort moteur, quatre sont seulement utilisés, ce qui supprime tout pelotage.

Les résultats fournis par plusieurs montres munies de cet échappement ont été très-remarquables; l'une d'elles, portée par son propriétaire et contrôlée, chaque semaine, pendant quatre mois, n'a présenté qu'une différence de 30 secondes avec un régulateur parfaitement réglé, et cela sans avoir donné de variations dans sa marche diurne.

M. *Achille Brocot* est l'heureux continuateur de l'honorable réputation acquise dans l'*horlogerie de commerce* par son père, auquel on doit un échappement aujourd'hui devenu vulgaire sous le nom d'*échappement Brocot*, et un dispositif de suspension du pendule non moins connu chez les fabricants d'horlogerie, qui emploient annuellement plus de 50 000 *suspensions Brocot*.

Depuis longtemps M. Achille Brocot s'est fait connaître, dans la même carrière que son père, par d'heureuses inspirations qui se sont traduites sous forme d'échappements nouveaux, extérieurement visibles, de quantièmes, de lunaisons, accomplissant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la période de leur mouvement avec une précision qu'on n'avait pas encore atteinte avant lui.

Aujourd'hui M. A. Brocot se présente à l'exposition de 1862 avec des dispositions non moins ingénieuses, atteignant les mêmes buts avec une précision de beaucoup plus grande encore.

Nous signalerons d'abord un échappement du genre de ceux dits libres, parce qu'une fois l'impulsion donnée, le pendule devient *libre*, c'est-à-dire sans aucune communication avec le rouage jusqu'au moment où, venant dégager celui-ci, il en reçoit une nouvelle impulsion.

Il est du genre de ceux dits *à coup perdu*, parce que le pendule ne reçoit l'impulsion que d'un seul côté, et, après avoir fait deux oscillations, aller et retour ; ce qui permet de faire marquer la seconde à des pièces de cheminée dont le pendule, comme longueur, ne comporte que la demi-seconde.

Cet échappement présente, en outre, une particularité originale qui consiste en ce que le pendule ne reçoit l'impulsion que lorsque le rouage est arrêté, et que la double oscillation se fait avec une entière indépendance du rouage, jusqu'au moment où le pendule vient dégager celui-ci, de sorte que la force impulsive est toujours constante. Toutefois, ce dispositif est encore soumis, mais dans des limites très-atténuées, aux variations de la force motrice qui, pressant plus ou moins sur la pièce d'arrêt, rend variable l'effort que fait le pendule pour opérer le dégagement du rouage.

Nous regrettons vivement que l'espace qui nous est accordé ne nous permette pas de faire connaître plus en détail ce mécanisme vraiment original.

Nous exprimerons le même regret à l'égard d'un nouveau quantième de M. A. Brocot, dont le mécanisme repose sur une condition, pour nous tout à fait nouvelle, et qui consiste en ce que le sautage journalier de chaque dent d'une roue à rochet de 31 dents, s'opère, pour les mois de 31 jours, par le mouvement de rétraction d'un levier armé d'un cliquet que le rouage de la sonnerie pousse en avant à minuit, et que, pour les mois de 30, de 29 et de 28 jours, cette même roue à rochet, lorsque se présentent les dents excédant le nombre de jours du mois, est poussée de la valeur d'une, deux ou trois dents par la rencontre d'une goupille fixée sur elle, avec l'extrémité de l'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des bras d'une équerre, mobile sur le même levier pendant le mouvement en avant de celui-ci. L'extrémité de l'autre bras de l'équerre, pour les mois de 31 jours, prend son point d'appui sur la circonférence d'un disque faisant sa révolution en 4 ans, par un sautage mensuel. Dans ce cas, l'équerre et la goupille ne se rencontrent pas; pour les autres mois, le point d'appui est au fond d'une encoche qui a pour but de déterminer cette rencontre en abaissant le bras horizontal de l'équerre, et dont la profondeur est en rapport avec le nombre de dents dont le rochet doit être repoussé par lui, pour mettre en prise le cliquet avec la 31e dent, qu'il fait sauter hors du mouvement de rétraction du levier.

Ce dispositif, aussi simple qu'ingénieux, présente une sûreté d'effets tout à fait remarquable et qu'on trouverait rarement dans les *quantièmes* dits *perpétuels*.

Les mêmes motifs nous obligent à passer sous silence tout ce qu'ont d'ingénieux les nouvelles dispositions relatives aux lunaisons et à l'équation du temps. Nous nous bornerons à dire, quant aux premières, qu'il n'est presque jamais nécessaire de les mettre d'accord, attendu le degré d'approximation auquel est parvenu M. A. Brocot, grâce à sa nouvelle méthode de calcul des rouages, dont nous dirons plus loin quelques mots.

Mais continuons notre revue en restant uniquement sur le terrain des faits matériels.

On sait que le retard ou l'avance d'une horloge dépend du trop ou du trop peu de longueur du pendule chargé de la régler, et qu'on les corrige soit en raccourcissant, soit en rallongeant ce même pendule, dont la longueur est très-variable dans les pièces dites de commerce; attendu que l'artiste, chargé de l'exécution d'un sujet, est presque toujours trop jaloux de la dignité de l'art pour s'abaisser à tenir compte des nécessités professionnelles qui viendront se briser contre un caprice de son imagination, nécessités qui consistent essentiellement dans l'emploi d'un pendule lourd et d'une certaine longueur.

Il en résulte que, lorsqu'une pièce vient à varier sous l'influence de l'une des mille causes de perturbation qui l'assaillent, le possesseur de cette pièce ou l'horloger qui la remonte en est réduit au tâtonnement, surtout s'il ne connaît pas la longueur du pendule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour y remédier, M. A. Brocot a disposé la suspension de son père de manière que, soit par l'oreille, soit par le tact, on reconnaisse de quelle quantité a marché la vis qui sert à allonger ou à raccourcir le pendule, selon le sens dans lequel on la fait tourner. La cadran porte, dans ce but, le nombre de divisions qu'il faut avoir entendues ou senties à la main pour faire avancer ou retarder le pendule d'une minute en vingt-quatre heures; et les choses sont disposées de manière que ce nombre corresponde au nombre de centimètres que comporte la longueur du pendule. On arrive donc, de prime-saut, à un réglage très-approximatif en proportionnant le nombre des divisions entendues ou senties, à la grandeur de la variation en 24 heures.

M. A. Brocot ne s'en est pas tenu à ce progrès pour ainsi dire accessoire. Il a voulu aussi donner au fabricant un procédé, aussi rapide que certain, pour régler très-approximativement la longueur pratique d'un pendule pris pour ainsi dire au hasard.

Le calcul lui a démontré que, pour une avance ou un retard d'une minute par heure, on se rapproche très-près du pendule réglant en allongeant ou en raccourcissant le pendule essayé d'un trentième de sa longueur actuelle. Il suffit donc d'observer de combien retarde ou avance, au bout d'une heure, un pendule quelconque adapté à un échappement, pour savoir de combien il faut l'allonger ou le raccourcir, pour le régler d'une manière approchée, qui arrive facilement à l'exactitude au moyen des conditions décrites de l'avance-retard.

Pour rendre ces conditions encore plus pratiques, M. A. Brocot a construit une table donnant, pour des écarts de dix en dix secondes par heure, la quantité exacte dont le pendule essayé, considéré comme unité, doit être allongé ou raccourci.

Elle donne également les quantités approchées dont ce pendule doit être modifié, pour les écarts produits en 24 heures.

Enfin, comme moyen pratique, dispensant de tout calcul, il a construit une échelle dont la description serait trop longue pour notre cadre, et sur laquelle, après l'observation de la marche du pendule, il suffit de poser celui-ci, dans les conditions voulues, pour avoir graphiquement la quantité très-approchée dont il faut l'allonger ou le raccourcir.

En 1857, M. Rosé a présenté à la Société des horlogers une méthode très-remarquable, au point de vue mathématique, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calculer les meilleures proportions à donner aux divers organes du barillet dans les pièces à ressort.

Cette méthode, on le comprend, était loin d'être à la portée de tous les praticiens, auxquels M. A. Brocot a rendu un véritable service en arrivant aux mêmes résultats au moyen du seul calcul numérique.

Une des conclusions de cette méthode est que le ressort présente le plus grand nombre possible de tours utilisables lorsqu'il occupe, dans le barillet, la moitié de la surface circulaire comprise entre l'arbre et le bord intérieur de la virole; ou, ce qui revient au même, lorsqu'il a la moitié de la longueur qui occuperait tout le vide du barillet.

Mais, dans aucun des cas possibles, le diamètre de l'arbre n'est arbitraire; il doit avoir, avec celui du barillet, un rapport que l'usage a consacré comme le meilleur. Pour résoudre pratiquement le problème dans tous les cas qui peuvent se présenter, M. A. Brocot a imaginé une espèce de compas qui donne simultanément le diamètre de l'arbre et celui du vide, lorsque ses longues branches, introduites dans le barillet, ont été écartées de manière à mesurer son diamètre intérieur.

Enfin, à défaut de cet instrument, il a établi les conditions pratiques qui permettent le tracé géométrique au moyen duquel on partage en deux anneaux de surface égale la surface annulaire comprise entre la virole et l'arbre.

Lorsqu'une pièce d'horlogerie n'a pour but que la mesure du temps divisé en fractions commensurables entre elles, telles que les heures, les minutes, les secondes, etc., le calcul des rouages qui donneront cette mesure ne présente aucune difficulté réelle. Mais si, comme dans les pièces que la mode couvre aujourd'hui de sa protection, on veut joindre, à cette mesure régulière du temps moyen, la représentation de certains phénomènes astronomiques, tels que la révolution de la lune autour de la terre, ses phases, etc., le calcul, par les méthodes ordinaires, se trouve hors de la portée de l'immense majorité des horlogers praticiens, parce que la durée de la révolution lunaire n'est pas commensurable avec celle des mobiles (roues ou pignons) qui composent le rouage d'une pièce spécialement destinée à diviser le jour moyen en heures, minutes et secondes.

Ajoutons que ce que les auteurs de traités sur l'horlogerie ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

écrit sur ce sujet est loin d'avoir la clarté nécessaire, et qu'enfin les nombres qu'ils ont choisis, soit pour leur démonstration, soit dans les pièces qu'ils ont exécutées, n'ont qu'un degré d'approximation souvent très-éloigné de la vérité, exigent des roues trop nombrées et impliquent un tâtonnement aussi long que fastidieux.

La science a bien à sa disposition la méthode des fractions continues ; mais cette méthode n'est à la portée que du petit nombre, et les résultats qu'elle donne sont si limités qu'il est très-rare que l'un d'eux offre la solution du problème cherché.

Le problème, énoncé dans sa généralité, est celui-ci :

Un mobile quelconque du rouage dont la vitesse est connue, étant choisi comme roue motrice, ou point de départ, trouver, pour les mobiles qu'il conduira, les nombres de dents qui donneront, au dernier de ces mobiles, une vitesse approchant le plus possible de l'exactitude.

M. A. Brocot est arrivé à établir une méthode pratique, à la portée du plus grand nombre, pour atteindre le but avec tel degré d'approximation qu'on voudra.

Voici la base fondamentale de cette méthode :

Le rapport des vitesses entre les deux mobiles extrêmes peut toujours s'exprimer par une fraction ordinaire.

Or, si les nombres représentant les deux vitesses sont incommensurables entre eux, comme dans le cas qui nous occupe, les nombres qu'on pourra tirer de cette fraction ne seront pas exacts et donneront, au dernier mobile, une vitesse ou trop grande ou trop petite. S'ils approchent assez de l'exactitude pour le but qu'on veut atteindre, on pourra s'en contenter; sinon, il faudra recourir à d'autres nombres se rapprochant davantage de la vérité.

D'un autre côté, et c'est le cas le plus fréquent, on arrive à des nombres premiers qu'on ne peut pas décomposer et qui sont trop considérables pour prendre la forme de dents sur une roue de grandeur convenable : nouvelle cause de rejet du rapport trouvé.

La base du travail de M. A. Brocot consiste dans les modifications que subissent entre eux des rapports ou des fractions additionnés terme à terme.

Si on additionne ainsi deux fractions ou deux rapports donnant, l'un un résultat trop faible, l'autre un résultat trop fort, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle fraction, sans être une moyenne entre les deux, donnera un résultat plus fort que celui de la première et plus faible que celui de la seconde. Si sa décomposition présente un nombre premier trop considérable, on pourra l'additionner terme à terme avec les deux fractions dont elle dérive, et ainsi de suite; obtenant par là, à volonté, de nouvelles fractions se rapprochant de plus en plus de l'exactitude, et parmi lesquelles on peut trouver des nombres successivement décomposables et s'appliquant à des mobiles de dimensions convenables.

Pour rendre sa méthode plus pratique, M. Brocot a fait imprimer une table des fractions ordinaires dont le dénominateur n'excède pas 100, et en regard la fraction décimale qui y correspond. Cette colonne de fractions décimales a pour but de faciliter les recherches, en ce sens qu'elles sont classées par ordre de grandeur, et qu'ainsi on arrive, de prime-saut, à la fraction ordinaire qui se rapproche le plus, dans la table, de la fraction qui résulte du problème posé.

Telles sont les conditions générales de la *Nouvelle méthode du calcul des rouages*, dont M. A. Brocot n'a encore fait imprimer que la table en question, et sur laquelle nous regrettons vivement de ne pouvoir nous étendre davantage.

Nous ne quitterons pas M. Brocot sans le signaler comme le constructeur de pièces de cheminée marchant un an, au moyen d'un dispositif inventé par M. Maurel[1], et qui consiste en une série de barillets se commandant réciproquement et successivement par les arbres et les viroles, de manière à se restituer simultanément, par portions égales, la force dépensée par le barillet moteur immédiat du rouage, condition analogue à celle qui résulterait du remontage permanent d'un seul barillet à chaque instant de l'année.

Si les barillets se commandaient réciproquement dans les mêmes conditions, c'est-à-dire soit par tous les axes, soit par toutes les viroles, le résultat serait une augmentation de force proportionnelle au nombre des barillets, sans affecter la durée de la marche. Mais la commande se faisant alternativement par

1. M. Maurel est aussi l'inventeur des ingénieuses *machines à calculer* que l'Académie des sciences à jugées digne du prix de mécanique de la fondation Montyon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre du premier barillet sur la virole du second dont l'arbre commande la virole du troisième, etc., la force du dernier barillet reste la même que s'il était seul, et c'est la durée de la marche qui devient proportionnelle au nombre des barillets.

M. Redier est un industriel qui, avec les labeurs d'une immense fabrication de pièces courantes, sait concilier les patientes et incessantes méditations qui font passer les théories scientifiques dans le domaine de la pratique : son exposition à Londres en fait foi.

Nous y remarquons d'abord deux régulateurs de luxe, compensés au mercure; mais, au lieu du tube unique qui constitue ce genre de compensation partout où nous l'avons rencontré, M. Redier en a employé deux, non-seulement pour satisfaire aux conditions de symétrie d'une pièce de prix, mais surtout parce que, ainsi divisée, la masse de mercure se met plus rapidement en équilibre de température avec l'atmosphère.

Nous nous rappelons qu'en 1839 M. Duchemin, prédécesseur de M. Redier, mû sans doute par les mêmes considérations, avait aussi multiplié le nombre des tubes qui, communiquant ensemble, pouvaient en outre prendre, sur la tige du pendule, une position plus ou moins inclinée, ce qui permettait de régler, avec une extrême précision, la longueur virtuelle de ce pendule. La symétrie manquait, il est vrai, à cet ensemble; mais cette espèce de flûte de Pan, se balançant dans l'espace, produisait un effet très-original.

L'horlogerie de précision ne peut que gagner à ces résurrections de bonnes conditions pratiques trop facilement abandonnées, et nous savons très-bon gré à M. Redier d'avoir exhumé celle-ci au profit da la génération qui s'élève.

Deux autres régulateurs où M. Redier a eu la précision comme but essentiel, comportent un échappement sans fourchette; condition bien antérieurement appliquée, l'un à ancre, l'autre à chevilles, et qui diffèrent des échappements connus en ce que la *levée* et la *chute* [1], au lieu de se faire sur des leviers rigides,

1. On désigne sous le nom de *levée*, la disposition qui restitue au pendule la vitesse perdue pendant une oscillation simple ou double, suivant le cas. La *chute* est l'espace parcouru par l'organe qui donne l'impulsion, dent ou cheville de la roue d'échappement, après l'impulsion donnée, pour atteindre l'organe de repos, qui arrête périodiquement le rouage, jusqu'à la prochaine impulsion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'opère sur des leviers flexibles dont l'élasticité amortit le coup; de sorte que cette même chute peut être accidentellement forte ou faible, sans que la marche du pendule en soit sensiblement affectée. Il en est de même de la levée, qui, étant flexible comme le repos, cède sous l'action de la roue d'échappement, quand cette action n'est pas en rapport avec la marche du pendule.

Il en résulte que certaines conditions de précision, d'une nécessité absolue dans la construction ordinaire, n'ont plus qu'une importance secondaire; que, lorsqu'une cause perturbatrice de l'égalité du moteur se présente, les conséquences sont plus lentes à se produire, et qu'enfin, dans les vices de cette nature provenant des engrenages, la cause disparaît souvent avant que l'effet soit produit.

Pour vérifier expérimentalement les résultats de cette disposition, M. Redier a construit des échappements dont les leviers deviennent, à volonté, flexibles ou rigides. Voici les résultats de ses expériences :

Avec des leviers flexibles, il faut moins de force motrice pour obtenir les mêmes arcs d'oscillation.

Lorsque la puissance motrice vient à augmenter brusquement, les arcs demeurent encore fort longtemps de même étendue, tandis qu'ils grandissent rapidement avec des leviers fixes.

Enfin, quand la force motrice vient à diminuer brusquement, les résultats sont à peu près les mêmes pour les leviers flexibles que pour les leviers rigides.

Il y a là évidemment un résultat important, que confirmera très-probablement l'observation de longues marches.

Un exposant anglais, dont le nom a disparu de nos notes, présente aussi un échappement fixé sur le pendule et à leviers flexibles mais d'un dispositif tout à fait différent de celui de M. Redier. L'absence de cet exposant, ainsi que la distance à laquelle la pièce se trouve des visiteurs, ne nous a pas permis d'en bien voir les détails, et par conséquent de nous faire une opinion sur son compte.

Depuis longues années la maison J. Wagner neveu construit des échappements dont les leviers sont susceptibles de s'écarter l'un de l'autre, et ne sont maintenus à la distance normale que par l'action d'un ressort de traction. Mais cette flexibilité n'a d'autre but que de prévenir la rupture des chevilles de la roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'échappement, lorsque la négligence du remonteur de l'horloge a laissé le poids moteur descendre jusqu'à terre, ce qui arrête nécessairement le rouage mais non le lourd pendule, qui continue à osciller pendant un certain temps. Si, dans ce cas, une des chevilles de la roue d'échappement se trouve en face de l'un des becs de l'ancre, sa rupture aurait lieu, si le bec n'avait pas la faculté de céder en tendant le ressort en question.

Mais revenons à M. Redier.

Son *compas chronométrique* est une espèce de montre à secondes indépendantes, dont on peut mettre l'aiguille en coïncidence parfaite avec l'aiguille de secondes d'un autre instrument, et qui indique, en même temps, à moins d'un 20e de seconde près, la différence qui existait primitivement entre les deux instruments.

D'importantes applications peuvent résulter de ces conditions, qui permettent d'éviter le transport, toujours chanceux, d'un chronomètre, du bord à terre, pour en vérifier la marche pendant la traversée que le bâtiment vient de faire. Il suffit, pour cela, de mettre en coïncidence l'aiguille des secondes du compas chronométrique avec celle du chronomètre de bord, puis de transporter le compas chronométrique à terre, et de déterminer la même coïncidence avec un régulateur donnant exactement l'heure du lieu d'atterrage. La différence indiquée par l'instrument donnera la marche du chronomètre depuis la dernière observation, en tenant compte nécessairement de la différence, en longitude, des lieux de chacune d'elles.

On obtient la coïncidence en question en faisant tourner le fond de la boîte soit à droite soit à gauche, selon que le compas chronométrique avance ou retarde sur la pièce avec laquelle on veut le mettre d'accord; en d'autres termes, en faisant tourner concentriquement les deux rouages d'une montre à secondes indépendantes. Les personnes familières avec ce dernier mécanisme comprendront en effet que le mouvement dans un sens retardera l'action d'un rouage sur l'autre d'une durée proportionnelle à la grandeur de l'arc de déplacement, et, réciproquement, que le mouvement en sens contraire accélérera cette action dans la même proportion.

L'échappement à ancre, employé habituellement par M. Redier, fait dix oscillations par seconde. Il en a expérimenté avec succès qui en donnent vingt. On voit par là que sa tendance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est de se rapprocher le plus possible du mouvement continu, tendance qu'expliquent les nombreuses expériences qu'il a faites sur le pendule conique, dont nous allons dire quelques mots.

Le pendule conique s'appelle ainsi parce qu'au lieu de se mouvoir dans un plan perpendiculaire à l'horizon, chacun des points de sa longueur décrit un cercle qui va toujours s'agrandissant depuis le point de suspension jusqu'à son extrémité inférieure, de sorte que l'espace circonscrit par ces points forme un cône.

Huyghens est le premier qui s'en soit occupé, mais à un point de vue plus théorique que pratique; car aucun de ceux qui, postérieurement, en ont voulu faire l'application, ne paraît avoir pu saisir sa pensée sur le mode d'application.

Un compteur à secondes décimales, faisant partie des collections du Conservatoire, paraît être le plus ancien modèle existant de l'emploi du pendule conique, tel que l'ont compris et utilisé MM. Bréguet, Foucault, Pecqueur, Cuel, Vérité, Balliman, Laurendon, quelques artistes anglais, et enfin M. Redier.

La principale difficulté que présente l'application du pendule conique réside dans la suspension. Un fil de métal se rompt après très-peu de temps de service, celle à quatre couteaux est d'une exécution difficile pour arriver à la perfection. Nous donnons la préférence, de tous points, à celle à quatre lames qu'emploie M. Redier au moyen d'un dispositif très-ingénieux, qui, laissant à chaque couple de lames une entière liberté, leur assigne rigoureusement la même position par rapport au pendule. Les marches qu'il en a obtenues sont parfaitement comparables à ce qu'on peut obtenir du pendule ordinaire.

Le but principal que s'était proposé M. Redier, était la solution du problème important de la transmission à distance de l'heure astronomiquement exacte d'un lieu donné.

C'est par suite des expériences faites au moyen du pendule conique, qu'il est arrivé à la construction de son compas chronométrique.

On savait, par les expériences de M. Foucault, que le pendule ordinaire a la propriété de conserver son plan d'oscillation.

Le expériences de M. Bravais ont constaté la même propriété dans le pendule conique.

Si on place, sur un plateau horizontal, mobile autour de son centre, une horloge à pendule conique dont la vitesse soit exac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement d'un tour par seconde, et si l'on fait tourner le plateau dans le même sens que le pendule, l'horloge retardera. Elle avancera si le mouvement du plateau est en sens contraire. Un tour entier du plateau, dans un sens ou dans l'autre, produira un retard ou une avance d'une seconde, de deux pour deux tours, etc., etc., ou d'une fraction de seconde exactement proportionnelle à la fraction de tour qu'on aura fait faire au plateau.

Rien n'est donc plus facile que d'établir la coïncidence précise de l'heure, entre un régulateur ordinaire et une horloge à pendule conique, ou entre deux horloges de cette dernière espèce; la distance entre les deux pièces n'étant plus un obstacle, au moyen des facilités que donnent les communications électriques.

Si nous avons été assez heureux pour être compris dans notre description trop succincte du compas chronométrique de M. Redier, on reconnaîtra facilement, dans les deux cas, l'heureuse application du même principe.

M. *Ch. Couet fils* expose une pendule de cheminée, à rouage visible, exécutée avec une perfection de main-d'œuvre héréditaire dans sa famille. Bien que le pendule n'ait que la longueur donnant la demi-seconde et qu'il reçoive deux impulsions par seconde, d'un échappement de Graham, l'aiguille donne seulement la seconde, ce qui produit, dans la vraie acception du mot, un *échappement à coup perdu*. La tige de secondes porte deux roues, dont l'une est folle et reliée à la roue fixe par un ressort bandé par le mouvement que fait celle-ci à chaque double oscillation, sous l'action d'un remontoir.

A l'exception du coup perdu sur lequel notre mémoire nous fait défaut, ce dispositif de remontoir à double roue n'est pas nouveau, sans que nous puissions toutefois y attacher un nom.

Mais ce que nous ne nous rappelons pas d'avoir vu ailleurs, ce sont les dispositions au moyen desquelles M. Ch. Couet est arrivé à réduire au minimum l'influence de la force motrice sur le dégagement du remontoir, et à soustraire, en très-grande partie, le pendule à cette même influence.

Le dégagement n'ayant lieu que pour une oscillation sur deux, cette influence se trouve nécessairement réduite de moitié. Il s'opère au milieu de la levée, et par conséquent dans le moment le plus favorable, et non, comme dans le plus grand nombre des cas, pendant l'arc supplémentaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin la détente sur laquelle vient s'appuyer l'une des branches du remontoir, n'oppose à l'action du pendule, pour opérer le dégagement, que la résistance d'un ressort dont on peut régler à volonté la tension de manière à n'avoir que la résistance rigoureusement nécessaire pour la sûreté de l'effet.

Si cette pièce, d'ailleurs si remarquable dans son exécution, ne justifie pas, dans toute sa rigueur, l'expression de *force constante*[1], dont M. Couet fils s'est servi pour la caractériser, nous croyons pouvoir dire qu'elle est une de celles qui en approche le plus.

Il est de principe en horlogerie de donner au pendule des pièces fixes un poids assez considérable pour atténuer, par l'inertie de sa masse, les variations qui peuvent survenir dans la force motrice qui, dans ce cas, deviennent d'autant moins sensibles que cette masse est plus considérable.

On agit rarement ainsi dans les pièces portatives dont on réduit autant que possible le volume et par conséquent celui de l'organe moteur. On est ainsi logiquement conduit à diminuer proportionnellement la masse du balancier dont la marche varie nécessairement avec les variations de la force motrice.

M. *H. Robert* a sagement conservé le balancier lourd et augmenté la force motrice, non en modifiant la hauteur ou l'épaisseur du ressort moteur, mais en faisant agir, pour une même durée, une plus grande longueur de ce même ressort; ce qu'il obtient en augmentant la vitesse angulaire du barillet; en d'autres termes, en modifiant convenablement les nombres de dents qui constituent le rouage.

Pour ses pièces astronomiques, M. H. Robert supprime la minuterie ou quadrature, c'est-à-dire le mécanisme spécial qui permet de rendre concentriques plusieurs ou toutes les aiguilles d'une même pièce; ce qui, dans les régulateurs les plus soignés, produit

1. Nous ne connaissons que deux systèmes d'horlogerie auxquels cette expression puisse s'appliquer dans toute son exactitude. L'un est du fondateur de la maison Bréguet, l'autre de M. Vérité, de Beauvais, qui, depuis l'exposition de 1844 à laquelle il a fait son apparition, commande, dans toutes les pièces du monument où siége le tribunal de Beauvais, un très-grand nombre de cadrans, sans que son admirable marche s'en trouve altérée.

Depuis lors, les dispositions fondamentales de cette horloge ont été appliquées à des pendules électriques, par M. *Vérité* d'abord, puis par un certain nombre d'autres horlogers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours des frottements variables qui se traduisent en variations dans la marche de la pièce. Chaque aiguille a son cadran et est montée sur le pivot prolongé de la roue à laquelle elle appartient.

D'autres dispositions, se rattachant à la fabrication même, lui permettent d'établir, sans tâtonnement, soit le parallélisme ou la perpendicularité de certains organes, et par conséquent d'établir des pièces de précision à un bon marché assez notable.

M. H. Robert est lauréat de la Société d'encouragement pour ses pièces à l'usage civil auxquelles il a, depuis longues années, apporté d'heureuses modifications.

Il est arrivé à donner à ses compteurs à secondes un degré de précision remarquable. Celui qui figure à l'exposition peut enregistrer photographiquement les diverses phases d'une éclipse de soleil, en ouvrant et fermant automatiquement le passage de la lumière projetée sur un papier sensibilisé.

Depuis longtemps M. H. Robert exécutait des cadrans solaires et autres appareils destinés à donner l'heure par le soleil. En ce moment, lui et son fils terminent un appareil dont la précision est au moins décuple de celle de tous les cadrans solaires connus. Une carte horaire, qui en est l'accessoire obligé, permet de résoudre graphiquement, à l'instant et sans calcul, tous les problèmes d'angles horaires, notamment ceux-ci :

Trouver l'heure, la hauteur du soleil et la latitude du lieu de l'observation étant données.

Conclure la latitude au moyen de deux observations de la hauteur du soleil, etc.

La solution de ce dernier problème intéresse surtout les navigateurs, qu'elle dispense de calculs aussi longs que fastidieux.

Si l'exposition de M. *Oudin-Charpentier* ne se composait que des pièces qui attirent le plus particulièrement l'attention de la masse des visiteurs par la richesse et le bon goût des ornements; s'il n'avait que des croix-montres de styles divers, exécutées sur commande pour des têtes couronnées, nous garderions sur son compte le silence le plus complet, parce que nous ne verrions pas, dans ces pièces, le genre de progrès que nous avons mission de rechercher et de signaler à nos lecteurs, quand nous avons le bonheur de le rencontrer. Mais, à côté de questions de joaillerie, qui ne nous regardent pas, nous rencontrons divers essais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le but et les moyens sont tout à fait de notre compétence et dont nous allons dire quelques mots.

Dans la notice qu'il a publiée au sujet de son exposition, M. Oudin-Charpentier annonce avoir constaté la supériorité de marche des régulateurs *accrochés* à la muraille sur ceux dont le support est le parquet de l'appartement. Depuis très-longues années et très-probablement déjà pendant la direction personnelle du fondateur de la maison Bréguet, les régulateurs exécutés dans cette maison ont toujours été disposés de manière à être *accrochés* à la muraille pour leur assurer la plus grande stabilité possible. Nous n'en félicitons pas moins M. Oudin-Charpentier d'avoir introduit, dans sa fabrication, une condition qui, bien qu'ancienne, n'était pas sérieusement entrée dans la pratique générale.

Il y a quelque chose de plus nouveau dans l'idée de faire battre la seconde à un pendule raccourci de près de moitié, appliqué à des régulateurs suspendus, pour les accommoder à l'exiguïté de nos appartements modernes. Toutefois, la nouveauté n'est pas absolue, car ce pendule, déjà employé dans la pendule branlante d'Abraham Bréguet, est encore celui que Maelzel a appliqué à son métronome, dont l'usage est aujourd'hui si vulgaire, et qui consiste à placer, au-dessus du point de suspension, une masse additionnelle dont le poids ou la distance à ce même point règle la durée des oscillations.

Mais le pendule d'un régulateur doit être nécessairement compensé; et, comme les moyens employés pour compenser la portion placée au-dessous du point de suspension sont tout à fait sans influence pour la portion placée au-dessus, ce genre de pendule exige impérieusement une double compensation très-délicate à produire et par conséquent coûteuse. Cette dernière question n'est toutefois que secondaire dans tous les cas où les exigences locales ne comporteraient pas, avec la nécessité d'un régulateur, la possibilité d'un emplacement suffisant pour un pendule ordinaire, ou bien encore, dans les cas beaucoup plus nombreux où l'art règne en souverain absolu et subordonne, à ses caprices plus ou moins légitimes, les conditions techniques les moins discutables.

C'est donc, en définitive, un progrès réel que M. Oudin-Charpentier a réalisé, en rendant possible l'accord des deux incompatibilités que nous venons de signaler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bruit qu'a fait en France l'adoption d'un diapason normal a engagé M. Oudin-Charpentier à en placer un dans ses montres spécialement destinées aux musiciens de profession. C'est le moyen de l'avoir toujours à sa portée. Mais si ce bruit a eu quelque retentissement au dehors, il est aujourd'hui bien atténué : car notre oreille n'a pu en percevoir le plus faible écho dans le palais de Kensington.

Les pièces d'horlogerie exposées par MM. Desfontaines, Leroy et fils sont d'une grande richesse extérieure et d'une belle exécution. On y remarque diverses espèces d'échappements visibles d'une disposition originale, ayant le même but qu'un certain nombre de ceux que nous avons déjà signalés, celui de faire marquer la seconde à des pièces dont le pendule ne bat que la demie.

Les chronomètres de marine, exposés par M. Vissière du Havre, n'offrent rien de nouveau dans leurs dispositions. Nous n'avons donc à les signaler ici que pour rappeler la réputation légitimement acquise par M. Vissière, par la perfection des pièces qu'il livre aux navigateurs.

Les renseignements nous ont complétement fait défaut sur les chronomètres exposés par M. Scharf de St-Nicolas-d'Alihermont.

Il en est de même pour l'exposition collective de Besançon.

L'idée d'appliquer l'électricité dynamique, comme force motrice des appareils destinés à la mesure du temps, est contemporaine de celle qui a eu pour but la transmission, par le même agent, de la pensée humaine à des distances quelconques ; et il est peu de personnes, s'occupant de télégraphie électrique, qui n'aient songé à son application chronométrique, soit comme moteur d'un premier appareil, soit, surtout, comme moyen de transmission, à distance, de l'heure donnée par un régulateur mû par un moteur quelconque.

Mais, soit faute d'être suffisamment familiarisés avec les phénomènes électriques, soit toute autre cause, les auteurs des nombreuses tentatives faites dans ce double but étaient loin de l'avoir atteint, lorsqu'en 1853, M. Vérité, de Beauvais, qui s'était déjà fait connaître, dès 1844, par un régulateur dont le pendule est constamment indépendant de la force motrice de l'horloge, et par conséquent des variations de cette force, non-seulement quant à l'impulsion, mais quant au dégagement du rouage, réussit, avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un égal bonheur, à substituer l'électricité dynamique à la force motrice, poids ou ressort, qu'il employait précédemment.

Le rôle de l'électricité se borne, dans cet appareil, à faire attirer successivement, par deux électro-aimants placés à droite et à gauche du pendule, une bascule dont le milieu est formé d'une substance non conductrice, et dont les extrémités sont en fer doux. Chaque bras de cette bascule porte un petit poids suspendu à un fil métallique très-flexible, au-dessus d'une barrette faisant la croix avec le haut du pendule. Le circuit s'établit du pendule à la pile, et de celle-ci aux électro-aimants, au moyen d'une bifurcation du fil conjonctif qui se termine, à sa sortie de la bobine, par le fil beaucoup plus fin qui suspend les deux petits poids au-dessous de la bascule.

Supposant le pendule écarté de la verticale jusqu'à son contact avec le petit poids de gauche; le circuit est fermé, le courant s'établit et l'électro-aimant de gauche attire à lui le bras gauche de la bascule, ce qui fait peser le petit poids sur le bras gauche de la barrette du pendule et donne à celui-ci l'impulsion de gauche à droite; impulsion qui se continue pendant toute la durée du contact entre la petite boule et la barrette du pendule. Lorsque ce contact a cessé, le pendule continue son mouvement en vertu de la vitesse acquise, et le bras droit de la barrette arrive au contact de la petite boule de droite. Le circuit se trouve de nouveau fermé, mais le courant passe dans l'électro-aimant de droite qui, attirant le bras droit de la bascule, laisse au petit poids de droite toute son action pour donner l'impulsion de droite à gauche, et ainsi de suite jusqu'à épuisement de la source électrique qui, dans les conditions établies par M. Vérité, peut marcher six mois et plus sans qu'on ait besoin d'y toucher.

Si nous avons été assez heureux pour nous faire comprendre de nos lecteurs, ils reconnaîtront que, quelles que soient les variations de la force électrique, elles sont absolument sans influence sur la marche du pendule, puisque, si rapide que puisse être l'établissement du courant, quand le contact a lieu entre le pendule et la petite boule, celle-ci se trouve soulevée d'une certaine quantité, en vertu de la vitesse que le pendule conserve encore, et que ce n'est que lorsque cette vitesse est complétement anéantie par la résistance que lui oppose la petite boule que l'impulsion commence, de sorte que cette impulsion a tou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours pour mesure la hauteur constante d'où descend la petite boule jusqu'au moment où cesse le contact. Cette pièce est donc véritablement à *force constante*, dans toute la rigueur du mot.

A l'exposition de 1855, où elle figurait, on a pu voir une horloge de M. Froment, basée sur le même principe. La seule différence consistait dans l'emploi d'une seule boule donnant l'impulsion au pendule d'un seul côté. On voyait également, dans l'exposition de M. Detouche, des pièces de M. Robert-Houdin, où les boules étaient remplacées par des ressorts relevés par l'action du courant, pour agir en temps utile sur le pendule, lorsque le circuit se trouvait interrompu.

Nous avons maintenant à nous occuper d'une nouvelle horloge électrique qui figure également dans l'exposition de la même maison Detouche.

Bien qu'elle fonctionne et doive fonctionner dans les meilleures conditions de marche, nous regrettons d'avoir à dire qu'elle s'écarte de ce caractère de simplicité qui distingue si éminemment ses aînées, et qui, selon nous, doit constituer la condition fondamentale de toute horloge électrique. M. Detouche peut, il est vrai, nous répondre que, tout le mécanisme étant en vue, l'amateur donnera nécessairement la préférence à la pièce plus compliquée, qui attirera d'avantage l'attention, sur la modeste simplicité des dispositifs décrits plus haut.

A cela nous n'avons rien à répliquer; et, tous les goûts étant dans la nature, nous acceptons qu'au point de vue industriel on fabrique plus volontiers ce qui plaît au plus grand nombre.

Cette réserve faite, nous n'avons que des éloges à donner au dispositif adopté, dont le principe réside dans l'emploi d'un remontoir, faisant fonction de force motrice sur le pendule, pour lui restituer la portion de vitesse qu'il perd à chaque oscillation.

Ce remontoir est formé par une roue satellite engrenant avec une autre roue concentrique à la roue d'échappement, sur laquelle elle est fixée, avec cette condition, qu'au moyen d'un encliquetage la roue satellite ne tourne que dans un sens autour de l'autre, c'est-à-dire quand elle est remontée. Devenue alors solidaire avec la roue d'échappement, son poids tend à faire tourner celle-ci, qui est successivement dégagée, à chaque double oscillation du pendule, dont le mouvement repousse une pièce d'arrêt. Une cheville de la roue d'échappement agit alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur l'unique bec d'une demi-ancre, pour restituer au pendule ce qu'il a perdu de sa vitesse. Le pendule ayant la longueur qui convient à la demi-seconde, et la roue d'échappement ne se déplaçant qu'une fois pour deux oscillations, une aiguille fixée sur son axe donne par conséquent la seconde entière. C'est encore un échappement dit à coup perdu.

Toutes les dix secondes, une pièce appartenant à la monture de la roue satellite, qui est descendue au point le plus bas de sa course, agit sur un autre arrêt qui maintient soulevé un ressort droit en cuivre. Ce ressort dégagé retombe sur l'extrémité d'un autre ressort droit, ce qui ferme le circuit, et détermine l'attraction, par deux électro-aimants, d'une pièce en fer doux, dont le mouvement produit l'ascension d'une tige verticale, armée de deux projections. L'une, la supérieure, placée au-dessous de la roue satellite, soulève celle-ci par son axe, et la remonte à son point de départ. L'autre, mobile sur un axe et formant une espèce de pied de biche, soulève les deux ressorts dont le contact ferme le circuit, et remet le ressort supérieur en prise avec sa pièce d'arrêt, puis continue sa marche ascendante au delà de ces mêmes ressorts, ce qui permet au ressort inférieur de se séparer du premier en vertu de son élasticité. Le circuit est rouvert, l'attraction des deux électro-aimants cesse, et la tige verticale retombe par son propre poids, sans être gênée, dans cette descente, par le pied de biche qui tourne sur son axe lors de son contact avec les deux ressorts.

Telles sont les conditions générales de la nouvelle horloge électrique; conditions qui nous ont paru devoir atteindre complétement le résultat cherché. Nous croyons pouvoir ajouter, qu'au point de vue industriel, les formes et les dispositions des divers organes employés révèlent autant d'intelligence que de sagacité.

Les autres pièces de la très-riche exposition de M. Detouche ne contenant que des conditions entrées depuis longtemps dans la pratique industrielle, nous n'avons pas à nous en occuper ici.

Quelques mots sur l'*Horloge Perreaux*, dite *Sablière*. Cette horloge, aux yeux du plus grand nombre des personnes qui la voient fonctionner, paraît plutôt un pas en arrière qu'un progrès, et nous ramener vers l'époque où le sablier, dont les applications sont aujourd'hui si restreintes, était l'unique indicateur de la marche du temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans vouloir assimiler l'horloge Perreaux à une pièce de précision, nous dirons qu'elle peut donner la mesure du temps à un degré remarquable d'approximation, et à un prix très-modéré, parce que son mécanisme est aussi simple que rustique, et n'est guère sujet aux dérangements.

Bien que l'orifice par lequel s'écoule le sable soit réglé de grandeur, comme dans le sablier, pour produire un écoulement déterminé dans un temps donné, c'est le poids de ce même sable agissant comme moteur, et non son volume qui donne la mesure du temps.

Sur l'axe de l'aiguille des minutes est fixée une roue à rochet. Un levier a ce même axe pour centre de mouvement, et est maintenu dans une position voisine de l'horizontalité, tant par un contre-poids que par un cliquet qui le rend périodiquement solidaire avec la roue à rochet.

A l'extrémité libre de ce levier est un auget dans lequel s'écoule le sable placé dans une trémie supérieure, et dont l'écoulement est, comme nous l'avons dit, convenablement réglé.

Lorsque le poids du sable accumulé dans l'auget est suffisant pour vaincre le frottement et l'inertie des pièces mobiles du système, ce levier, en s'abaissant, fait tourner la roue à rochet, et, avec lui, l'aiguille indicatrice des minutes; l'auget se vide du sable qu'il contenait, et le contre-poids du levier relève celui-ci à sa hauteur primitive sans faire tourner la roue en sens contraire, parce que le cliquet cède dans ce mouvement rétrograde, et vient se placer dans la dent voisine de celle qu'il occupait d'abord.

N'oublions pas de dire que le mouvement de descente du levier a produit l'occlusion de l'orifice d'écoulement, qui n'est rouvert que lorsque l'auget récepteur du sable s'est complétement vidé et s'est convenablement replacé sous l'orifice d'écoulement.

On comprend qu'au moyen d'une quadrature ordinaire l'aiguille des minutes peut conduire celle des heures, et que quant à la sonnerie, elle peut se produire en temps utile par l'ouverture automatique d'un second orifice dont le sable s'écoule dans des augets successifs, dont le mouvement produit, pour chacun, un coup de marteau.

La sécheresse ou l'humidité du sable produite par l'état variable de l'atmosphère paraît n'exercer aucune influence sur la marche de la pièce. Plus humide, le sable coule moins vite par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un même orifice, mais pèse davantage et réciproquement; de sorte qu'il s'établirait là une double compensation.

Lorsque nous aurons signalé les ressorts de tous genres exposés par les frères Montandon, dont les bonnes qualités nous ont été attestées par tous ceux des exposants auxquels nous avons demandé des renseignements à ce sujet, nous aurons terminé la trop courte nomenclature des produits qu'il nous a été donné d'étudier dans l'Exposition chronométrique de la France.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, notre récolte hors de l'horlogerie française a été des plus minces. Nous signalerons toutefois les conditions générales d'un échappement anglais qui paraît avoir une certaine vogue en Angleterre, car nous l'avons vu se reproduire, à très-peu de différence près, chez un certain nombre d'exposants qui l'appliquent particulièrement à de petites horloges de clocher. Nous en avons entendu attribuer l'invention à M. J.-F. Cole, dont la réputation faite depuis longtemps est un bon préjugé en faveur d'une disposition dont certains détails ont pu nous échapper, attendu que, lors de nos visites si infructueuses dans l'horlogerie anglaise, tous les spécimens de cette pièce étaient en mouvement. Mais décrivons ce que nous avons vu ou cru voir.

L'axe de la roue d'échappement est dans la verticale occupée par la tige du pendule au repos. Elle se compose d'un disque d'où rayonnent un certain nombre de bras en étoile. La face du disque est occupée par autant de chevilles, placées circulairement.

Deux pendules beaucoup plus petits sont suspendus l'un à droite l'autre à gauche du grand pendule. Ils ont la forme d'un arc de cercle, dont la concavité reçoit le disque à chevilles de la roue d'échappement. Tous deux portent un petit bras servant successivement d'arrêt aux branches de l'étoile de cette même roue. En un point convenable de leur hauteur, est un plan légèrement incliné sur lequel agissent les chevilles qui, les écartant de la verticale, les mènent, en temps utile, tour à tour, à une même hauteur, où les maintient une branche de l'étoile s'arc-boutant sur le bras d'arrêt. Enfin ces petits pendules sont terminés par une boule qui vient successivement au contact de la tige du grand pendule pour lui donner l'impulsion.

Il est bien entendu que, lorsque l'un des petits pendules, amené

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au plus haut point de sa course, y est maintenu par l'arc-boutement d'une branche de l'étoile, l'autre est complétement libre.

Examinons maintenant la marche de la pièce.

Supposons le grand pendule arrivé à l'extrémité de l'arc parcouru de droite à gauche. Il est au contact du petit pendule de gauche, qui vient d'être rendu libre; tous deux, en vertu de leur poids, commencent une nouvelle oscillation de gauche à droite, le petit pendule ajoutant son poids à celui du grand dont il accélère en outre la vitesse, puisque, isolé, il marcherait plus vite que lui. Il accompagne ainsi le grand pendule, dépassant, la verticale avec lui, jusqu'à la rencontre du petit pendule de droite, qui, légèrement repoussé, dégage le rouage. La roue d'échappement se met en marche; l'une de ses chevilles repousse le petit pendule de gauche, dont l'action impulsive vient d'être accomplie, jusqu'au point où une branche de l'étoile vient s'arc-bouter sur son bras d'arrêt, c'est-à-dire jusqu'à la hauteur d'où il était précédemment parti pour donner l'impulsion au grand pendule qui, maintenant, se trouve au contact du petit pendule de droite, rendu libre par le dégagement qui vient de s'opérer. Les mêmes conditions se reproduisent, mais en sens contraire : le pendule reçoit son impulsion du petit pendule de droite, jusqu'à la rencontre du petit pendule de gauche, qui, dégagé à son tour, met en liberté la roue d'échappement; celle-ci repousse le petit pendule de droite jusqu'à son point de départ, pour laisser au petit pendule de gauche toute sa liberté d'action, et ainsi de suite.

Nous avons entendu reprocher à ce dispositif un excès de frottement entre les deux petits pendules et le grand, résultant surtout de ce que les trois centres de mouvement ne sont pas concentriques. L'auteur peut répondre que, dans le plus grand nombre des pièces qui ont des prétentions à la plus grande perfection possible, la fourchette et le pendule présentent identiquement le même genre de frottement. La résistance au dégagement du rouage est variable avec les variations de la force motrice : cela est encore vrai, mais se retrouve dans la presque totalité des pièces considérées comme excellentes. Et, d'ailleurs, ne suffit-il pas que la hauteur où ce même rouage ramène les petits pendules soit constante, que le poids de ceux-ci présente un excès constant capable de vaincre la plus grande résistance au dégagement, pour que le pendule parcoure des arcs constamment égaux?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, il ne faut pas perdre de vue que le dégagement opéré, le pendule n'a pas, à proprement parler, d'arc complémentaire, parce que, quelle que soit la vitesse qu'il pourrait conserver, la plus grande partie est absorbée soit par l'inertie du petit pendule qui vient d'être dégagé, soit, et surtout, par la résistance de celui-ci à s'élever plus haut que le point où le rouage l'avait amené. Ajoutons à ces considérations le temps très-court qui s'écoule entre le dégagement et l'action répulsive de la roue d'échappement qui, soustrayant de la masse totale le petit pendule dont l'action cesse d'être utile, laisse le grand pendule sous l'action unique de celui qui vient d'être dégagé, et que nous supposons toujours suffisante pour déterminer, à la fin de l'oscillation à laquelle il prend part, le dégagement du rouage, quelle que soit la résistance que la force motrice puisse opposer à ce dégagement.

Si donc, comme nous aimons à le croire, sans l'avoir pu vérifier, les choses sont disposées de manière, sinon à détruire absolument, mais à diminuer l'arc complémentaire au point de le considérer comme pratiquement nul, et par conséquent à rendre constant l'arc d'oscillation du grand pendule, nous pensons que l'échappement dont nous nous occupons résout, avec une simplicité remarquable, un problème d'une importance radicale en chronométrie : celui de l'isochronisme du pendule, quelles que soient les variations de la force motrice.

Nous avons désigné, d'après un *on dit* que nous n'avons pu vérifier, M. J.-F. Cole, comme l'auteur de cet échappement; nous serons plus affirmatif quant à la suspension dont nous allons parler, car son nom figure au-dessus de la pièce même.

Cette suspension repose sur des conditions exactement inverses de celles qui constituent la suspension ordinaire dite *à ressort*. Dans cette dernière, le pendule est suspendu à l'extrémité inférieure d'une lame d'acier, fixée à la pièce d'horlogerie par son extrémité supérieure. Le plus souvent on emploie deux lames disposées parallèlement entre elles. On peut donc dire que le pendule agit sur elles par traction.

C'est tout le contraire dans la suspension de M. J.-F. Cole. Les deux lames sont fixées chacune sur un des bords extrêmes d'une fente assez longue, pratiquée dans un plan horizontal, et à travers laquelle s'élève la tige du pendule qui reçoit, à son extré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mité supérieure, les deux bouts relevés des deux ressorts en question, qui sont goupillés sur cette même tige.

Au lieu d'agir sur ces lames par traction, comme dans le premier cas, le pendule agit, pour ainsi dire, par compression, et son poids détermine, dans chaque ressort, une courbure symétriquement régulière quand il est au repos. Mais il n'en est plus de même pendant le mouvement. Dans l'oscillation de droite à gauche, le rayon de courbure du ressort de gauche grandit, le ressort tend à se redresser, tandis que le rayon de courbure du ressort de droite diminue, et que ce ressort s'infléchit d'avantage. Le contraire a lieu dans l'oscillation de gauche à droite.

Nous regrettons vivement de ne rien avoir appris sur les motifs qui ont déterminé M. J.-F. Cole à employer ce dispositif, non plus que sur les résultats qu'il a pu en obtenir.

Tandis que nous sommes sur le terrain anglais, indiquons, en passant, une horloge de clocher exactement copiée sur les modèles créés dans l'ancienne maison Wagner, de la rue du Cadran, et qui se compose essentiellement d'un châssis horizontal, sur lequel les palliers qui reçoivent les axes des roues, principalement de la sonnerie, sont fixés par des vis qui traversent leur base dans un trou allongé. Il en résulte ce double avantage, qu'on peut démonter un axe sans toucher aux autres, parce qu'il n'y a pas de mise en cage, et qu'on peut régler la pénétration réciproque des dents, avec toute l'exactitude possible, sans employer de bouchons excentriques.

Nous avons remarqué que, sous ce rapport, les grosses pièces anglaises sont en progrès, en ce sens que des palliers analogues sont répartis autour de la cage et donnent, mais plus coûteusement, les mêmes facilités. A l'occasion de la pièce plus complétement imitée, et dont nous ne nommerons pas l'exposant, un membre du jury anglais nous disait que, dans son opinion et celle de ses collègues, cette pièce avait été exécutée à Paris. Nous nous sommes permis d'être d'un autre avis, l'exécution de cette pièce, trop peu soignée, lui assignant évidemment une autre origine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 16.

INSTRUMENTS DE MUSIQUE.

PAR M. BOQUILLON.

A l'exception des pianos et des autres instruments à clavier dont on n'entend que trop le bruyant tintamarre, mais dont on peut au moins juger les qualités sonores, quand des voisins jaloux ne se mettent pas en travers, en jouant, chacun, dans des tons et sur des rhythmes différents, tous les instruments de musique de l'Exposition restent à peu près muets dans leur vitrine respective, le plus souvent aussi inabordables pour la vue que pour la main. C'est dire que nous n'avons guère été plus heureux, et cela par les mêmes causes, dans nos recherches sur les produits appartenant à la seizième classe que nous ne l'avons été pour la quinzième, l'horlogerie, et que c'est encore à l'exposition française que, sur cette question, nous avons dû consacrer la plus grande partie de notre examen.

PIANOS.

A part quelques tentatives sur lesquelles le temps n'a pas encore prononcé, ou qui sont tombées dans l'oubli, soit par leur propre insuffisance, soit faute du capital nécessaire pour attendre le moment où le public passe de l'indifférence à l'engouement, nous n'avons pas de véritable progrès à signaler en France au point de vue technique, qui seul doit nous préoccuper ici; mais nous reproduirons, avec une bien sincère satisfaction, l'opinion d'un membre, probablement le plus compétent, du jury d'admission en cette matière.

C'est que, comme choix des matériaux, notamment quant à la qualité et à l'âge des bois employés, comme main-d'œuvre com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portant toute la solidité désirable, comme sonorité, etc., etc., les maisons de second ordre ont fait des progrès tels, que celles qui sont placées au premier rang s'en préoccupent et se mettent très-sérieusement en mesure de maintenir une suprématie qui ne tarderait pas longtemps à cesser d'être incontestable.

Sans marcher du même pas, la moyenne et la petite facture sont également en progrès ; et, comme elles composent évidemment la majorité des facteurs ; comme, au sortir de l'atelier, tous, ou presque tous les pianos sont égaux, au point de vue de la sonorité, devant l'amateur et l'artiste ; comme le temps seul est, en cette matière, le juge souverain, irrécusable, assignant à chacun sa véritable valeur, elles font aux maisons qui peuvent, grâce à leurs capitaux, ne rien épargner pour supporter, sans danger, cette redoutable épreuve, une concurrence de bon marché contre laquelle une vieille réputation, honorablement acquise, peut seule lutter avec quelque succès.

Bien que la nouveauté des produits, des appareils ou des procédés forme la base essentielle des études techniques que nous avons entreprises sur l'Exposition universelle de 1862, nous ne croirons pas cependant sortir de notre programme en signalant à nos lecteurs un procédé déjà ancien, mais qui, resté confiné dans un atelier, n'est que très-vaguement connu dans la profession spéciale à laquelle il appartient, lorsque surtout ce procédé a un caractère d'utilité pratique incontestable.

Nous voulons parler ici du procédé particulier, employé depuis longtemps dans la maison Pleyel, pour envelopper les cordes de la basse du trait ou fil en cuivre rouge dont ces cordes sont recouvertes dans tous les pianos modernes.

Deux mots de théorie avant d'aborder les détails pratiques.

Sous l'action du coup de marteau, toute corde de piano, indépendamment du son fondamental, produit des sons dits harmoniques que l'oreille perçoit d'autant plus facilement et en plus grand nombre que ce son fondamental est plus grave et plus intense.

A tension égale, le son fondamental d'une corde est d'autant plus grave que la masse de matière vibrante est plus grande ; en d'autres termes, que la portion de cette corde comprise entre ses deux points d'appui (le sillet et le chevalet) a plus de poids.

Mais, à une certaine limite de poids, la rigidité qu'acquiert la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corde devient un obstacle à son emploi, soit au point de vue de sa fixation sur l'instrument, soit à celui de la qualité du son émis.

Le problème à résoudre consiste donc à augmenter, dans la limite nécessaire, la masse d'une corde, tout en lui enlevant le moins possible de sa flexibilité.

Dans ce but, on enveloppe la corde d'un fil de cuivre rouge contourné en forme d'hélice très-rampante.

Si les spires de l'hélice ne se touchent pas entre elles, même lorsque la corde a la plus grande amplitude d'oscillation, elle n'aura que très-peu perdu de sa flexibilité.

Mais nous avons vu que, plus les cordes sont graves, plus grand est le nombre des harmoniques qu'elles peuvent faire entendre.

Or chaque harmonique résulte de la division spontanée de la corde en parties égales, dont le nombre varie, pour chacun d'eux, sans que cette simultanéité de divisions diverses fasse obstacle à la précision de leur égalité de longueur pour le même son harmonique.

D'un autre côté, chaque division de la corde peut être considérée comme une corde isolée vibrant pour son propre compte à l'unisson des autres divisions de même longueur.

Mais, pour cela, il faut que la corde soit bien homogène dans toute sa longueur, de manière que, pour chaque harmonique que produit le choc du marteau, les divisions, égales en longueur qui lui sont propres aient toutes la même masse, pèsent le même poids.

Rien de plus simple pour les cordes non filées auxquelles le tréfilage donne naturellement cette propriété.

Mais il n'en est pas ainsi lorsqu'on recouvre la corde du trait destiné à augmenter sa masse, qui, d'ailleurs, ne peut pas être la même pour toutes les cordes filées d'un même piano.

La corde est tendue énergiquement entre deux crochets animés d'un même mouvement de rotation que ces crochets lui communiquent. L'ouvrier, maintenant le trait sous une certaine tension, le guide de la main pendant son enroulement sur la corde, de manière à mettre le plus d'égalité possible dans les intervalles qui séparent les spires; la grosseur du trait est appropriée à la corde, dont le diamètre est variable, selon le rang qu'elle occupe dans l'instrument; d'où il résulte que, pour avoir de bonnes cordes filées, l'intervalle qui sépare les spires ne peut pas être le même pour toutes; aussi faut-il une très-grande habitude de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genre de travail pour l'exécuter convenablement et produire cette homogénéité de la masse totale, sans laquelle, dans les *forte* surtout, on produirait fréquemment la plus fâcheuse cacophonie.

En effet, soit que l'artiste fasse une tenue sur certaine note du clavier, soit que l'étouffoir n'ait pas l'énergie suffisante, le son fondamental est presque éteint que quelques harmoniques vibrent encore avec une certaine énergie.

Citons, entre autres, la septième. Si chacune des divisions de la corde correspondante à cet harmonique n'a pas la même masse, si le poids d'une seule diffère en plus ou en moins du poids des autres, l'oreille est choquée de la manière la plus désagréable, pour peu que cet harmonique ait d'intensité.

C'est pour éviter jusqu'à la possibilité d'un tel résultat que la maison Pleyel fait filer ses cordes basses au moyen d'une machine où rien n'est laissé à l'arbitraire de l'ouvrier, dont l'inattention momentanée ne peut produire aucun inconvénient.

En effet, le trait, saisi par un chariot dont la vitesse de translation peut varier, à volonté, de la quantité nécessaire, s'enroule sur la corde, en laissant entre ses spires la distance rigoureuse déterminée à l'avance par l'emploi d'une roue plus ou moins nombrée, introduite, dans ce but, dans la série d'engrenages qui commande le mouvement rotatif de la corde et le mouvement de translation du chariot.

L'étude des meilleurs rapports à établir entre le diamètre d'une corde quelconque de la basse, celui du trait qui doit la recouvrir et l'écartement à donner aux spires de ce même trait, une fois bien faite, il suffit, pour chaque corde de la basse, d'inscrire, sur un tableau, le numéro correspondant au diamètre de la corde, le numéro du trait qui lui convient, et le numéro de la roue à introduire dans le rouage général de la machine.

Ces conditions une fois fixées pour chaque espèce, chaque format de piano fabriqué dans la maison, ne laissent subsister aucune chance d'erreur, et donnent à l'acheteur la certitude que, au point de vue spécial qui nous occupe, tous les pianos de la maison comporteront les mêmes qualités.

C'est par l'observation stricte de conditions reconnues les meilleures, bien qu'aux yeux des autres facteurs quelques-unes puissent paraître quelque peu vétilleuses, que la maison Pleyel, depuis sa fondation, s'est maintenue au premier rang, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Wolff, le successeur actuel, ne nous paraît pas homme à la laisser déchoir.

ORGUES.

M. Cavaillé-Coll n'est représenté à Londres que par les plans et la construction du grand orgue qu'il vient de construire pour l'église Saint-Sulpice à Paris, où maintenant on peut l'entendre.

C'est l'un des plus considérables qui existent aujourd'hui en Europe. Il possède 5 claviers complets et un pédalier, 118 registres ou jeux différents, 20 pédales de combinaison et 6,558 tuyaux.

Les plus grands tuyaux ont 32 pieds, soit 10 mètres environ de hauteur, et les plus petits ont à peine 5 millimètres. C'est entre ces limites extrêmes que se produisent tous les sons perceptibles à l'oreille et dont le nombre forme 10 octaves environ.

Le mécanisme intérieur est distribué en sept étages, depuis le sol de la tribune jusqu'à la voûte, sur une hauteur totale de 18 mètres. Quatre étages sont affectés au mécanisme, et les trois autres sont occupés par les tuyaux.

Les claviers sont placés sur un meuble en avant du buffet d'orgue. La transmission de tous les mouvements, soit des claviers, soit des registres, se fait par des moteurs pneumatiques de nouvelle invention, alimentés par la soufflerie, et dont la première application a été faite à cet orgue, au grand avantage de l'organiste, qui tire et repousse un registre sans plus de fatigue qu'il n'en éprouve à attaquer une touche du clavier, et qui n'aura plus à faire ces efforts musculaires qui, par l'engourdissement du bras, amènent nécessairement celui des doigts, dont l'agilité en est singulièrement compromise.

Avons-nous besoin d'ajouter que le créateur des orgues de Saint-Denis, de la Madeleine et de tant d'autres chefs-d'œuvre ne s'est pas montré au-dessous de lui-même, et que les heureux perfectionnements qu'il vient d'apporter à la construction des grandes orgues ne peut qu'ajouter à la belle et honorable réputation qu'il s'est acquise depuis si longtemps.

HARMONIUMS.

L'*anche libre*[1] est d'origine chinoise, et son entrée sérieuse

1. On désigne sous ce nom une languette de métal vibrant, sous l'action de l'air en mouvement, entre les parois métalliques d'un petit cadre sur lequel elle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'industrie européenne remonte à 1810, époque à laquelle Grenié inventa son *orgue expressif*, parce qu'en effet, en agissant plus ou moins énergiquement sur la soufflerie, en comprimant plus ou moins l'air qui fait vibrer l'anche, on obtient l'expression, c'est-à-dire toutes les nuances possibles d'intensité entre le son à peine entendu et le son le plus énergique. Toutefois l'instrument eut peu de succès : d'abord, à cause de son prix assez élevé, Grenié ayant cru nécessaire de surmonter chaque anche d'un tuyau de forme particulière et d'une exécution coûteuse. D'un autre côté, le timbre était d'une monotonie extrême, et les sons ne se produisaient qu'avec une très-grande lenteur, parce que Grenié donnait une trop grande épaisseur aux lames de ses anches.

Beaucoup plus tard arrivèrent d'Allemagne, sous des noms divers, des instruments parlant plus rapidement et de beaucoup moins coûteux, parce qu'on avait supprimé les tuyaux de Grenié et qu'on se bornait à placer les anches sur des ouvertures pratiquées dans l'épaisseur d'une planche. Des tentatives du même genre furent faites alors en France : on adjoignit, au jeu unique, jusqu'alors employé, plusieurs jeux à l'unisson dans le but de renforcer, à volonté, l'exécution dans certains passages, mais encore sans succès, la monotonie fastidieuse d'un timbre nasillard opposant un obstacle invincible à la propagation de l'instrument qui se réduisit, industriellement parlant, aux dimensions modestes de l'accordéon.

Enfin il se rencontra un homme, M. Debain, qui reprit l'œuvre de Grenié, et lui fit subir une de ces transformations radicales qui deviennent une véritable révolution industrielle.

A la monotonie des sons d'un seul jeu ou d'un seul timbre, comme on l'avait pratiqué jusqu'alors, M. Debain substitua une très-grande variété de timbres, qu'il sut créer en plaçant ses

fixée par une de ses extrémités. Par opposition on donne le nom d'*anche battante* à celle qui, dans ses mouvements vibratoires, frappe les bords de l'ouverture sur laquelle elle est placée. Les sons de la première sont d'une très-grande douceur, si on les compare à ceux de l'anche battante, employée dans les grandes orgues pour imiter notamment les sons stridents de la trompette. Dans les instruments à bouche, comme la clarinette, le hautbois, etc., etc., comportant également des anches battantes, le talent de l'artiste, acquis par un long exercice, arrive à obtenir, par le pincement plus ou moins énergique des lèvres, des sons nuancés qui peuvent être d'une très-grande douceur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anches libres sur des cavités de formes et de dimensions diverses, en admettant ou faisant sortir le vent, soit vers le talon fixe de l'anche, soit vers son extrémité libre, soit enfin vers le milieu. D'autres dispositions ayant pour but d'adoucir ce que certains jeux pouvaient avoir de trop strident vinrent s'ajouter à ces conditions, que compléta la division, par moitié, de chaque jeu, de sorte que l'exécutant put faire parler, à volonté le dessus d'un jeu avec la basse d'un autre, et produire ainsi une variété considérable d'effets harmoniques. De là, le nom d'*harmonium* que M. Debain imposa à l'instrument, lorsqu'il l'eut complété dans ses parties essentielles.

A mesure qu'un progrès s'était accompli, de manière à constituer un nouvel instrument, celui-ci avait reçu un nom nouveau. De là les noms de *séraphine*, de *concertina*, de *mélodium*, etc., sous lesquels ils ont fait successivement leur apparition dans le monde musical. Mais l'*harmonium*, avec les conditions essentielles que nous venons d'énumérer, est resté le type caractéristique de tous les instruments à anche libre auxquels, sous quelque nom qu'on les ait fait connaître, les modifications apportées par leurs auteurs ne sont que des perfectionnements de détail plus ou moins importants.

Parmi ces derniers, nous devons citer, comme un progrès sérieux, la *percussion* qui, sous le nom de M. Martin (de Provins), a apporté à l'harmonium ce qu'on appelle le *coup de langue* dans les instruments à bouche, et qu'on n'obtenait qu'après une assez longue pratique sur l'instrument de M. Debain. En effet, cette *percussion* résulte d'un coup de marteau, plus ou moins accentué sur l'anche libre, au moment où la touche soulève la soupape qui continue à faire parler cette anche dans les conditions décrites.

Il n'est qu'équitable d'ajouter que, plus d'un an auparavant, M. Pape avait breveté le principe de la percussion sur des anches libres comportant des conditions particulières qui leur donnaient une grande sonorité, et que l'application du principe de M. Pape, par M. Martin, s'est produite sur des anches qu'il a trouvées toutes faites.

Nous n'avons pas à nous occuper d'autres perfectionnements résultant du transport, sur l'harmonium, de conditions déjà appliquées aux pianos, et nous revenons à M. Debain, dont nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passerons également sous silence une foule de conditions de détail ayant pour but, soit les commodités de l'exécutant, soit plus de sécurité dans certains effets, soit enfin la simplification du mécanisme très-compliqué qu'exige ce genre d'instruments, pour arriver à dire quelques mots des dernières modifications que M. Debain y a introduites et qui ont une importance sérieuse, non-seulement au point de vue industriel, mais encore à celui de la sonorité, soit pour chaque jeu pris isolément, soit à cause du nombre pour ainsi-dire indéfini de jeux qu'on peut introduire dans un volume relativement très-petit, et cela en réduisant considérablement la fatigue, la force nécessaire pour les faire parler, à un minimum de beaucoup inférieur à l'effort qu'exige un *quatre jeux* dans les conditions anciennes.

Expliquons-nous :

Dans l'ancien harmonium, chacun des quatre jeux le plus ordinairement employés, est logé dans une cavité longitudinale où toutes les anches qui le composent sont soumises à l'action de l'air comprimé, quand le tirage d'un registre spécial permet à cet air de s'y introduire. Chaque note de même nom, dans ces quatre jeux, doit parler ou isolément, ou simultanément avec d'autres sous l'action de la même touche. D'où la nécessité que chaque touche commande les soupapes appartenant aux quatre notes qu'elle peut faire parler; d'où il résulte encore que, même pour une seule note, le doigt de l'artiste a à vaincre toutes les résistances que lui opposent le poids des soupapes et les ressorts qui maintiennent celles-ci hermétiquement appliquées sur les ouvertures de sortie du vent.

On voit par là que le nombre des jeux était limité, pour chaque instrument, par l'effort dont les doigts de l'artiste sont capables, sans trop nuire à la délicatesse de l'exécution.

Le problème à résoudre, comme nous l'avons dit plus haut, consistait donc dans l'emploi d'un aussi grand nombre de jeux que peut le comporter le volume de l'instrument, tout en réduisant l'effort que doit faire l'artiste sur un quatre-jeux.

Voici comment M. Debain l'a résolu :

Toutes les notes, quels qu'en soient le timbre et le nombre, appartenant à une seule et même touche, sont logées dans la même cavité longitudinale, exactement dans les mêmes conditions que l'était précédemment un jeu tout entier de même timbre ; d'où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résulte cet avantage qu'une seule soupape, commandée par la touche, introduit le vent dans cette cavité et permet de faire parler toutes les notes qu'elle contient, soit isolément, soit en nombre quelconque. De là réduction des efforts à faire par les doigts de l'artiste à la résistance des organes d'une seule soupape.

Un registre spécial à chaque jeu, et disposé dans des conditions analogues à celles employées dans les grandes orgues, supprime ou rétablit son concours dans l'ensemble, par l'occlusion ou l'ouverture de l'orifice sortie de l'air.

Il est évident que, si le nombre de jeux est considérable, les pieds de l'artiste ne suffiront pas à alimenter la soufflerie. M. Debain y supplée par une soufflerie commandée extérieurement. Mais, comme l'expression est une condition essentielle de ce genre d'instrument, il l'obtient en faisant passer le vent dans un régulateur [1] où la pression reste à un minimum déterminé tant que le pied ou le genou de l'artiste, en agissant plus ou moins énergiquement sur un organe spécial, ne vient pas augmenter cette pression et produire ainsi cette variation d'intensité dans les sons qui constitue l'*expression*.

On comprend maintenant combien sont radicales les modifications apportées par M. Debain à son ancien harmonium.

Plus de facilité dans l'exécution pour l'artiste ; jeux en nombre illimité dont les sons peuvent être doublés, triplés, etc., pour en augmenter occasionnellement l'intensité, de manière à acquérir une puissance qui semblait incompatible avec les dimensions exiguës de l'appareil, et qui lui ont ouvert l'entrée du sanctuaire où il figurera désormais comme orgue de chœur, sans redouter la comparaison avec ce dernier instrument. Déjà, avant d'avoir dit son dernier mot, un des premiers spécimens, exécutés par M. Debain, figure depuis quelques années à Notre-Dame-de-Lorette, où les sons puissants qu'on en tire font supposer aux

1. A une époque où l'on met si facilement en oubli les titres industriels, le lecteur nous pardonnera sans doute de l'occuper un instant des nôtres. Le principe de ce régulateur nous appartient. Primitivement appliqué à l'écoulement régulier du gaz d'éclairage, nous avons pensé qu'il pouvait trouver un autre emploi, et permettre l'*expression* dans les grandes orgues. C'est dans ce but que nous l'avons proposé, il y a plus de vingt ans, à M. Cavaillé-Coll qui a su en faire de très-heureuses applications qu'ont imitées depuis, à notre grande satisfaction, un certain nombre de facteurs d'orgues : *Cuique suum*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

auditeurs que le meuble devant lequel l'organiste est assis a, tout au plus, pour mission de contenir le clavier et les organes de renvoi à des jeux nombreux de tuyaux dissimulés dans quelque coin du monument.

Si l'on pouvait adresser une critique au nouvel instrument, ce serait celle d'un excès de puissance comme orgue d'appartement, excès que l'artiste ou l'amateur peut facilement atténuer dans l'exécution, et que de nouvelles dispositions en cours d'expérience ne tarderont pas à mettre sous le contrôle absolu de tous les exécutants, quel que soit leur degré d'habileté.

On peut maintenant se rendre compte à Londres de la variété infinie d'effets qu'on peut obtenir de ces dispositions.

Un instrument exceptionnel, dont le volume est d'environ deux tiers de mètre cube ($0^{mc},624$), non compris un piano à queue placé sous l'estrade, contient neuf jeux complets d'anches libres, comportant chacun deux demi-jeux séparés, chaque demi-jeu pouvant se combiner avec un nombre quelconque des autres, et formant un total de dix-huit demi-jeux, plus un demi-jeu de tuyaux (flûte), et quatre jeux de dix-sept notes pédales (deux de seize et deux de huit pieds), deux demi-jeux de cordes et autant de percussion, ce qui donne vingt-sept genres d'organes sonores, tous différant de timbre; en tout vingt-huit en y comprenant le piano à queue.

Or, si l'on considère que ces vingt-huit organes sonores, comprenant chacun plusieurs octaves, sont tous, soit isolément, soit combinés par deux, par trois, par quatre, par cinq, six, etc., jusqu'à vingt-huit, sont à l'entière disposition de l'exécutant, qui peut, à volonté, en faire entendre tel nombre qu'il voudra, et si l'on effectue le calcul des diverses combinaisons possibles, on arrivera au nombre énorme de

826, 830, 479, 415, 026, 674, 879, 029, 912, 684.

Si nous ajoutons vingt-quatre organes modificateurs du son, comme intensité, comme expression, etc., etc.; se présentant sous forme de registres ou de genouillères, etc., un certain nombre pouvant opérer simultanément sur plusieurs jeux, quelques-uns sur presque tous, nous nous montrerons assurément très-modéré en ne portant qu'à deux la moyenne des modifications que chacun des vingt-huit organes sonores peut recevoir, ce qui per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met très-largement de tripler le nombre ci-dessus, et d'obtenir le total des effets, des ressources, mis à la disposition de l'artiste.

L'harmonicorde est encore une invention de M. Debain, qui, depuis 1854, a fait un rapide chemin dans le monde musical. Il se compose de la réunion de l'harmonium à un piano comportant une seule corde, contrairement aux tentatives antérieures, où figurait le piano à plusieurs cordes, dont l'unisson rigoureux, sans être absolument impossible, n'a probablement jamais été atteint par les accordeurs. La corde unique présente, au contraire, une pureté de son qui s'harmonise parfaitement avec les sons de l'anche libre, et donne à l'instrument la plus délicieuse variété d'effets.

Comme facteur de pianos, M. Debain ne le cède en rien aux meilleures maisons par le choix et l'ancienneté des bois qu'il emploie, et son piano mécanique est l'objet d'une vogue toujours croissante, motivée sur un double avantage : de faire entendre, dans des contrées lointaines où ne s'aventurent pas les artistes, les chefs-d'œuvre de la musique moderne, avec toute la perfection possible; les nuances les plus délicates, indiquées par le compositeur, pouvant se noter avec la plus scrupuleuse exactitude sur des planchettes qu'on présente successivement à l'instrument, et qui sont d'un transport et d'une conservation beaucoup plus faciles que les cylindres précédemment employés. Dans les réunions intimes, un bal peut s'improviser sans imposer à personne le supplice de faire danser les autres en ne touchant que du bout des doigts au plaisir commun.

Au moment où nous mettons sous presse, nous n'avons reçu de M. Alexandre aucun des renseignements qu'il nous avait promis à diverses reprises.

Nous indiquerons toutefois un dispositif que nous avons pu voir à Londres.

Il consiste dans l'échange possible, pour le même instrument, de deux jeux qui peuvent s'enlever et se remplacer par deux autres, tenus en réserve. Ce changement peut se faire sans la moindre difficulté par le possesseur de l'instrument, dont les dimensions peuvent être ainsi réduites et se prêter mieux à l'exiguïté de nos appartements modernes.

Nous signalerons, dans les harmoniums de M. Mustel, un effet qu'il appelle *forté expressif*, et qui résulte de la proportionnalité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'ouverture d'une jalousie avec la pression du pied sur la soufflerie. On comprend que les variations d'intensité dans le son résultent d'une double variation dans la pression de l'air, et dans la grandeur de l'ouverture qui donne passage au son.

Indépendamment de l'expression produite par la pression variée des pieds sur la soufflerie, M. Mustel arrive au même résultat par l'emploi du régulateur dont nous avons parlé plus haut, et qui est commandé par une genouillère. Cette *double expression*, comme il l'appelle, permet une variété de nuances qu'on obtiendrait difficilement des conditions ordinaires.

Enfin il donne à ses anches libres une très-grande flexibilité, ce qui leur permet de parler très-facilement sous la plus faible impulsion du vent, de manière à graduer cette variation d'intensité depuis le son à peine entendu jusqu'aux forté les plus énergiques.

M. Mustel ne fabrique annuellement qu'un petit nombre d'instruments exceptionnels par les soins minutieux qu'il donne à l'exécution remarquable des nombreux éléments qui entrent dans la fabrication de ses harmoniums.

Tout le monde a entendu l'accordéon, mais ceux qui n'ont eu que le malheur de l'entendre ne se doutent pas de l'héroïsme dont ceux qui en jouent doivent être doués pour avoir persévéré dans une étude dont les difficultés au début sembleraient devoir rebuter les plus intrépides.

En effet, chaque touche de l'instrument commande deux sons, l'un qui se produit quand on tire le soufflet, l'autre qui exige le mouvement contraire; de sorte qu'indépendamment de la nécessité d'une attention constante à éviter de tirer quand il faudrait pousser, il faut encore, lorsque se présentent plusieurs notes consécutives, exigeant le même mouvement, savoir ménager l'action du bras, la vitesse du soufflet pour ne pas rester court d'haleine, avant d'avoir fourni à chaque note le vent nécessaire pour la faire parler pendant toute la durée que le rhythme lui assigne : aussi compte-t-on très-peu d'amateurs qui sachent réellement jouer de cet instrument, qui, outre la monotonie de son timbre nasillard, ajoute à l'ennui qu'il procure à l'auditeur, l'agacement qui résulte d'une exécution nécessairement toujours incorrecte.

C'est donc un service rendu à nos oreilles et aux amateurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop nombreux de l'accordéon, que le perfectionnement dont, sous le nom d'*harmoniflûte*, M. Busson est parvenu à le doter.

Il consiste essentiellement en ce que chaque touche ne commande qu'une note qui reste la même, soit qu'on tire, soit qu'on pousse le soufflet, d'où résulte la possibilité d'y adapter un clavier chromatique ordinaire, comme celui des orgues et des pianos.

Ajoutons qu'exécuté avec beaucoup plus de soins que l'ancien accordéon, l'harmoniflûte se distingue encore par une qualité de son qui se rapproche de celui de la flûte, et qu'à ce double titre l'instrument n'aura guère conservé que les apparences extérieures de l'accordéon.

INSTRUMENTS A VENT.

L'exposition de M. Adolphe Sax est sans contredit la plus brillante et la plus nombreuse de toutes celles de cette catégorie qui figurent dans le palais de Kensington. Elle est, en outre, celle où l'on peut signaler le plus de progrès réels, dans l'acception que nous attribuons à ce mot. Mais ils sont en si grand nombre, et l'espace dont nous pouvons disposer est tellement restreint, qu'après plusieurs tentatives restées infructueuses pour en signaler, le plus succinctement qu'il nous a été possible, le but et les moyens, nous avons dû renoncer à en faire une appréciation motivée, qui eût envahi un espace au moins triple de celui qui nous est alloué pour les instruments de musique.

Nous avons à signaler un certain nombre de progrès sérieux dans l'immense fabrication de la maison *Gautrot*, probablement la plus considérable du monde entier dans la fabrication de presque tous les genres d'instruments de musique.

Nous citerons d'abord un nouvel instrument que M. Gautrot nomme *duplex*, parce qu'en réalité il forme deux instruments distincts, de tonalité différente, ayant chacun son pavillon et se complétant l'un l'autre, avec les mêmes pistons, sans changement de doigté.

Pour atteindre ce but, chaque instrument, bien que commandé par les mêmes pistons, disposés *ad hoc*, comporte les tubes additionnels qui conviennent à sa propre tonalité, avec leurs coulisses d'accord. En avant du jeu de piston se trouve un piston supplémentaire dont la position, déterminée par la main gauche,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirige la colonne d'air tantôt dans un instrument, tantôt dans l'autre, selon les besoins de l'exécutant.

Les deux échelles de ces instruments se croisant d'une certaine quantité, il en résulte qu'ils ont en commun plusieurs notes dont l'émission est plus facile sur un instrument que sur l'autre, ce qui donne à l'artiste un choix qu'il sera loin de dédaigner.

Ce dispositif a permis à M. Gautrot d'établir des cors à piston qu'il désigne sous le nom de *cors à doubles coulisses*, parce qu'en effet l'instrument comporte un double jeu de tubes additionnels, commandés, comme dans le précédent instrument, par les mêmes pistons, et dont les longueurs s'additionnent lorsque la main gauche de l'exécutant agit sur le piston supplémentaire.

Il n'y a pas là, comme dans le cas précédent, deux instruments distincts se complétant l'un l'autre, mais un seul instrument dont la longueur est variable, au gré de l'artiste.

Dans les instruments en cuivre, où le degré d'acuïté ou de gravité d'un certain nombre des sons est dû à l'allongement ou au raccourcissement de la colonne d'air, au moyen de portions de tubes désignées sous le nom de tubes additionnels, dont on détermine à volonté l'ouverture ou l'occlusion, l'organe spécial qui produit ce double résultat peut affecter des formes très-diverses.

En France, les artistes donnent la préférence à celui qu'on désigne le plus habituellement sous le nom de piston, tandis qu'ailleurs, et surtout en Allemagne, on n'emploie guère que le *cylindre* dit *de rotation*.

Le premier est un véritable corps de pompe dans lequel se meut un piston dont la position, déterminée par l'artiste, produit ou supprime l'addition, au corps principal, de l'un de ces tubes additionnels.

Le cylindre dit de rotation est un véritable robinet à plusieurs eaux, dont la noix douée d'un mouvement de rotation alternatif produit les mêmes résultats que les mouvements de descente et d'ascension du piston.

Mais, pistons ou cylindres de rotation, ces organes exigent un démontage fréquent, même en marche, par suite de l'accumulation de la salive entre les parties frottantes. Les cylindres de rotation ordinaires comportent l'enlèvement d'un assez grand nombre de pièces qui peuvent facilement s'égarer pendant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

double opération du démontage et du remontage. Les pistons n'exigent que l'enlèvement du chapeau supérieur et celui du piston proprement dit; c'est ce qui leur a valu la préférence parmi les artistes français.

M. Gautrot est parvenu à donner les mêmes avantages aux cylindres de rotation, avec plus de simplicité encore. Il suffit de dévisser le chapeau inférieur, solidaire avec la noix intérieure qui, se détachant avec lui, se nettoie facilement, ainsi que le boisseau, sans qu'on risque de perdre aucune partie de l'appareil.

C'est au moyen d'un ressort que le piston ou la noix, dans chacun des deux appareils, sont ramenés à la position normale quand l'artiste cesse de peser, du doigt, sur l'organe qui les fait mouvoir. La rigidité de ces ressorts n'est pas toujours la même, ni surtout en rapport avec les habitudes de l'artiste. Quelques-uns se rendent avec le temps et cessent d'offrir la même résistance que leurs voisins, ce qui amène une autre espèce de gêne pour l'exécutant.

Dans ses cylindres de rotation, M. Gautrot emploie un ressort analogue à ceux des montres et qui, renfermé dans un barillet dont le bord, denté en rochet, engrène avec une couronne du même genre, comme les deux parties d'une clef Breguet, ce qui permet de tendre ou de détendre le ressort de quantités quelconques, et de l'amener au point précis qui convient le mieux à l'exécutant. Pour éviter que le ressort se rende, on peut le détendre complétement quand on ne se sert pas de l'instrument.

Depuis un certain nombre d'années, on exécute, en cuivre, des instruments qu'on fabriquait exclusivement en bois. L'intérieur de l'instrument a conservé les mêmes proportions diamétrales, mais on comprend que l'extérieur a diminué de volume. M. Gautrot a rétabli l'ancien volume extérieur en formant l'instrument de deux tubes plus minces que le tube unique, pour lui conserver à peu près le même poids.

Son but, en cela, a été de préserver le tube intérieur des bosselures, que des chocs accidentels produisent si fréquemment, et par conséquent de rendre les réparations moins fréquentes.

Les trous sont exécutés dans de petits morceaux de *jet* placés entre les deux tubes, dont la solidité s'en trouve augmentée.

Enfin, il peut revêtir le tube extérieur de la clarinette, de la flûte, etc., etc., d'une chemise en argent, en écaille ou en ivoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sous le nom de *Sarrusophone*, il expose un nouvel instrument dont l'anche est semblable à celle du basson. Il en obtient, surtout dans le grave, des sons nouveaux et d'un volume extraordinaire. Il a 16 clefs, dont le doigté est à peu près celui du basson ou de la clarinette.

Les essais qu'on en a faits sont trop peu nombreux pour que nous puissions nous prononcer sur l'avenir destiné à cet instrument.

On sait que la mise au ton d'une paire de timbales exige un temps assez long, parce que le frottement de la peau sur les bords du fût ne permet de la tendre régulièrement qu'en agissant successivement sur une série de vis disposées autour de ce fût ; de sorte qu'au milieu des modulations si nombreuses qui caractérisent la musique moderne, le temps fait complétement défaut à l'artiste pour changer le ton de ses deux caisses, et que le compositeur est privé de cette ressource.

Plusieurs tentatives plus ou moins heureuses ont été faites pour donner au timbalier la même facilité de changer de ton que les autres artistes rencontrent dans leurs instruments. Dans celle que nous allons décrire, la rapidité du résultat se combine efficacement à la simplicité des moyens.

Qu'on se figure, en effet, deux roues en couronne, taillées en dents de rochet très-inclinées, engrenant l'une avec l'autre et placées dans l'instrument dont elles ont un peu moins que le diamètre intérieur. La roue inférieure repose sur une série de galets, et peut tourner sur elle-même au moyen d'une vis tangente mue à l'extérieur de l'instrument. Quant à le seconde roue, dont les bords supérieurs affleurent ceux de la caisse, elle ne peut que s'élever ou descendre, empêchée qu'elle est de tourner avec la roue inférieure par quelques goupilles fixées sur la caisse et traversant autant de fentes verticales pratiquées dans sa hauteur. C'est, en définitive, l'encliquetage d'une gigantesque clef Bréguet.

Il résulte de ce dispositif, que si l'on fait tourner, dans un sens ou dans l'autre, la roue inférieure, ses dents agiront comme des plans inclinés se glissant sous les plans inclinés de la roue supérieure, qui, s'élevant parallèlement à elle-même, tendra la peau de la timbale avec la plus précise régularité, ou qui, s'abaissant dans les mêmes conditions, défendra cette même peau avec une précision non moins grande, et cela avec beaucoup plus de faci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lité et moins de temps qu'il n'en faut pour changer la tonalité des autres instruments d'un orchestre [1].

Enfin, M. Gautrot expose une série d'instruments en aluminium, savoir : 1° un cornet ; 2° une clarinette ; 3° une flûte ; 4° une petite flûte et un jeu de timbre de quatre notes. Cette série pourra mettre sur la voie des applications possibles du nouveau métal aux instruments de musique.

La clarinette, la flûte et la petite flûte, ont donné de bons résultats ; et, bien que massifs, ils ne pèsent pas plus que les autres instruments en ébène. Ils n'ont pas présenté de difficultés sérieuses dans leur exécution.

Il n'en a pas été de même quant au cornet, soit à cause des nombreuses soudures que cet instrument exige sur des points très-rapprochés, soit dans le rodage des pistons et des coulisses d'accord, le rodage de l'aluminium amenant rapidement un grippement très-énergique analogue à celui qui se produit sur les métaux mous, tels que l'étain et le plomb.

Grâce à l'obligeance éclairée de M. Mourey, chez lequel, pour la première fois, on a pu opérer la soudure de l'aluminium, toutes les difficultés ont été surmontées, et la réussite a été aussi complète que possible.

Le timbre de ce cornet diffère de celui des instruments en cuivre du même genre. Les artistes et le public auront à se prononcer sur la question de savoir s'ils l'admettent comme un progrès. Question de goût, et peut-être même de mode, dont le temps seul décidera.

Le résultat le plus avantageux que M. Gautrot ait obtenu jusqu'à présent de l'emploi de l'aluminium, est sa substitution, pour les timbres, au métal de cloche. Il en expose une série donnant l'accord *sol, si, ré, sol*. Tous ont une sonorité remarquable, qui tient le milieu entre celle du cristal et celle de l'argent. Leurs vibrations présentent une très-grande amplitude.

Quant à nous, nous ne pouvons que féliciter M. Gautrot d'une initiative dont la hardiesse a déjà un résultat sérieux, pour divers instruments, dans l'application d'une matière qui, offrant, sous un poids moindre, une solidité plus que suffisante, est exempte

1. Ce qui précède allait être livré à l'imprimeur lorsque nous avons appris que M. Sax revendique la priorité des dispositions que nous venons de décrire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tous les inconvénients que font subir au bois les variations hygrométriques de l'atmosphère.

Nous signalerons, comme dernière tentative de M. Gautrot, la substitution au bois, pour les baguettes de tambour, du fer creux qui, à la condition d'une plus grande élasticité, réunit celle d'une plus grande légèreté.

Les autres facteurs français d'instruments en cuivre ne paraissent pas avoir apporté d'innovation sérieuse dans leur fabrication; mais nous croyons savoir de bonne source que le plus grand nombre de leurs produits ont donné, devant le jury, d'excellents résultats comme qualité de sons.

On en peut dire autant d'une certain nombre d'exposants étrangers à la France; mais on reconnaît toujours les Allemands à la lourdeur traditionnelle des formes qu'ils donnent à leurs instruments, auxquels il manque également le fini qui distingue les instruments français.

L'Angleterre, au contraire, a fait beaucoup de progrès, non au point de vue de l'exécution proprement dite, mais dans les détails de fabrication. Il est vrai que beaucoup de ses fabricants achètent encore au dehors, en Allemagne et surtout en France, la plupart des pièces détachées, telles que cylindres, pistons, pavillons, etc. Un certain nombre commence à fabriquer l'instrument complet.

On cite parmi eux, pour la beauté des sons et la bonne fabrication, MM. Distin, de Londres, et Higam de Manchester.

INSTRUMENTS A ARCHET.

Dans cette catégorie d'instruments, le progrès, loin de consister à faire du nouveau, donnant mieux que ce qui a été fait, se borne, au contraire, à se rapprocher, le plus possible, des instruments fabriqués pendant une certaine période, presque tous dans une seule ville (Crémone), par quelques artistes restés célèbres entre tous, sous les noms d'Amati, de Stradivarius, de Guarnerius, de Steïner, etc., etc.

Il faut bien le reconnaître, tous ces instruments possèdent, en général, mais à des degrés différents, d'admirables qualités de sons qui expliquent, jusqu'à un certain point, le culte que les artistes professent pour eux; culte qui, chez un certain nombre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

va jusqu'à une espèce de fétichisme donnant souvent la préférence à une tache de vernis bien authentique, conservée par un instrument de qualité moindre, sur celui qui, mieux doué comme qualité de son, n'aura pas un certificat d'origine aussi absolu.

Depuis trente et quelques années, M. Vuillaume, qui s'était d'abord livré à l'étude attentive, non-seulement des formes extérieures, mais de toutes les parties de ces instruments privilégiés, est parvenu à les imiter, soit comme apparences, soit comme qualité de son, de manière à tromper les plus fins connaisseurs; et, comme les instruments originaux ne sont pas parvenus jusqu'à nous sans porter des traces, plus ou moins nombreuses, d'accidents de diverse nature, notamment d'écaillement du vernis et surtout de l'usure plus régulière de celui-ci dans les points frottés par le menton et les vêtements ou par la main de l'artiste dans les démanchés, la plus grande partie du travail personnel de M. Vuillaume (car il a jusqu'à présent gardé son secret), a consisté à gâter les résultats primitivement obtenus, en produisant volontairement l'usure et les écaillements accidentels que présentent les originaux.

Ajoutons qu'aujourd'hui que sa réputation est complétement établie, et qu'à peu près retiré des affaires, il a considérablement réduit sa fabrication, on commence, avec raison, à préférer les instruments ayant l'apparence du neuf à ceux qu'il n'aurait pu placer autrefois sans leur faire subir une véritable mutilation.

Son exposition consiste en un *véritable Stradivarius* d'une conservation parfaite, du prix de 15,000 francs, qu'accompagnent deux violons qui acceptent franchement la comparaison avec leur frère aîné, et, disons-le, la supportent avec honneur.

Nommé juré-suppléant, M. Vuillaume n'a pas concouru.

Quant aux autres exposants de la même catégorie, on comprend que nous n'avons pu que regarder leurs produits, ce qui ne suffit pas, dans le cas particulier, pour en faire une appréciation équitable. Cependant, le hasard aidant, nous avons pu recueillir, sur le compte d'un certain nombre, des renseignements dont la véracité ne nous paraît pas douteuse, et que nous allons communiquer à nos lecteurs.

Nous placerons au premier rang M. F. Vuillaume, frère de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui dont nous venons de nous occuper, et qui depuis longues années s'est acquis, à Bruxelles, une réputation méritée.

M. Grim, de Berlin, l'emporte sur tous les exposants d'Allemagne, par la bonne qualité des sons, la beauté des formes et celle du vernis.

Les instruments de M. Miremont, de Paris, sont d'une très-bonne fabrication et d'une très-belle apparence.

La ville de Mirecourt est représentée par MM. Derazey, Grandjean, et la maison Husson, Buthod et Thibonville. Cette dernière a exposé une série de violons, depuis 3 francs jusqu'à 40 francs pièce, et des guitares de belle apparence, à très-bon marché.

Depuis vingt-cinq ans la fabrication de Mirecourt s'est singulièrement perfectionnée. Cela tient essentiellement à une émigration et à un retour incessant de jeunes ouvriers désireux de ne pas croupir dans la routine, et qui, stimulés par les progrès de leurs camarades, vont dans les grandes villes acquérir ce qui leur manque. Ajoutons que bon nombre d'entre eux ont fait, chez M. Vuillaume, un séjour plus ou moins prolongé, et sont retournés à Mirecourt avec des connaissances et une habileté qui se propagent dans la population ouvrière, et contribuent aux progrès général de cette industrie.

MM. Lembach, David Bittner et Pœtzel, de Vienne (Autriche), ont fourni leur contingent en instruments de bonne qualité.

La fabrique de Neukirken (Saxe) est représentée par les frères Schultz, qui ont exposé une grande variété de violons ornés et historiés de tous prix, des guitares, des zithern surchargés de dessins de toute nature; et enfin des archets également couverts d'ornements. Ce n'est pas là le progrès tel que nous le comprenons; mais ce genre d'instruments répond probablement au goût particulier de certaines populations; et nous n'avons garde de blâmer les industriels qui, satisfaisant à ces besoins spéciaux, parviennent à ce résultat à un bon marché incroyable.

L'importante fabrication de Mittenwald ne s'est pas présentée au concours.

M. Hill, de Londres, exposait un assortiment d'archets qui méritent d'être cités comme bonne qualité et belle apparence.

Le doyen probablement de cette industrie spéciale, au moins parmi ceux qui sont parvenus à s'y faire une réputation, M. Dodd,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Londres, a prouvé qu'il n'a pas, malgré son grand âge, démérité de celle qu'il s'est justement acquise, depuis longues années.

La bonne qualité des *cordes* est la condition essentielle, qui seule peut faire valoir les instruments dont nous nous occupons. Le meilleur instrument joue faux avec des cordes fausses; et, pendant des siècles, Naples a joui du monopole presque absolu de cette fabrication, grâce à deux conditions essentielles :

La première, c'est l'abondance des sources fraîches qui l'environnent, et qui permettent de prolonger la macération des intestins de mouton, sans amener leur décomposition putride; d'où résulte l'enlèvement beaucoup plus complet des matières qui ne doivent pas entrer dans la composition de la corde.

La seconde se rattache spécialement à la confection des chanterelles qui s'y fabriquent, avec des intestins d'agneau. Elle consiste en ce qu'on laisse à ces jeunes animaux le temps de grandir avant de les considérer fiscalement comme moutons; tandis qu'ailleurs, et notamment en France, la Saint-Jean (le 24 juin) est l'époque fixée pour leur majorité; et qu'alors les bouchers, pour éviter de payer des droits supérieurs, s'abstiennent de tuer les agneaux jusqu'à ce qu'ils soient devenus hygiéniquement moutons.

A Naples, c'est dans le mois de septembre et d'octobre qu'on fabrique le plus habituellement les chanterelles.

Cependant, depuis 1826, époque à laquelle M. Savaresse-Sara est parvenu, par un traitement particulier des intestins de moutons, à prolonger leur macération sans arriver à la fermentation putride, procédés qui lui ont valu le prix proposé par la Société d'encouragement, la fabrication des cordes pour instruments de musique, à l'exception toutefois des chanterelles, a non-seulement pu rivaliser en France avec celles de Naples, mais même la surpasser en qualité; car ce n'est pas seulement au nettoyage plus parfait des intestins qu'est due la bonne qualité de ce genre de produits, mais c'est surtout aux soins apportés dans le tordage de la corde, qui doit être parfaitement cylindrique d'un bout à l'autre, ne présenter ni renflement, ni dépression, et avoir un poids égal pour toutes les portions de même longueur.

On sait en effet qu'à tension égale, une corde de matière quelconque aura des sons d'autant plus graves que la masse vibrante sera plus considérable, et réciproquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, si une corde de violon ou de basse présente des portions plus pesantes les unes que les autres, il en résulte nécessairement que les doigts de l'artiste qui la partagent en longueurs déterminées, laissent, dans la portion vibrante, tantôt plus, tantôt moins de matière qu'il n'en faut pour avoir un son juste. Si la corde va en s'effilant régulièrement, si elle forme un cône allongé, elle n'aura pas ce qu'on désigne sous le nom de *justesse de quinte*. A vide, elle donnera la quinte juste avec ses voisines attaquées également à vide. Mais si les doigts de l'artiste la raccourcissent d'une même quantité avec une ou plusieurs, les deux sons obtenus ne donneront plus la quinte, parce que la masse vibrante sera laissée trop considérable ou trop faible, selon que la base du cône sera tournée vers le chevalet ou vers le haut du manche.

Tandis qu'à Naples on restait dans la routine ancienne des procédés primitifs, ceux de M. Savaresse-Sara, s'améliorant chaque jour, annulaient ou atténuaient considérablement les défauts que nous venons de signaler, et faisaient une rude concurrence à la fabrication napolitaine, qui, s'appuyant sur la réputation incontestée de ses chanterelles, se voua presque exclusivement à leur fabrication à toutes les époques de l'année, avec tous les matériaux qui précédemment en étaient complétement exclus. Ajoutons cependant que quelques maisons consciencieuses livrent encore aujourd'hui des chanterelles irréprochables.

Parmi les exposants, nous croyons pouvoir placer en première ligne M. H. Savaresse, de Grenelle, qui a notablement perfectionné les procédés de son oncle. Il parvient, par un choix judicieux des intestins, et par le mode spécial de leur préparation, à fabriquer des chanterelles qui ne le cèdent en rien aux meilleures de celles que Naples fournit encore, malgré les difficultés de tous genres contre lesquelles les conditions locales, si favorables aux Napolitains, l'obligent constamment à lutter. Nous regrettons vivement de ne pouvoir, dans cette courte notice, décrire les procédés aussi simples qu'efficaces au moyen desquels des intestins coniques donnent des cordes cylindriques et parfaitement homogènes dans toute leur longueur, etc., etc. Nous nous bornerons à dire que, depuis 1835, époque de sa fondation, l'importance de l'établissement de M. H. Savaresse s'est accrue au point de convertir annuellement, en cordes harmoniques, les issues de plus de 600,000 moutons, dont une partie lui arrive

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de très-loin, grâce à la rapidité actuelle des moyens de locomotion.

M. H. Savaresse fabrique encore des chanterelles en soie agglutinée par sa gomme naturelle. Ces chanterelles sont moins sonores que les cordes en boyaux, mais sont nécessairement toujours justes. Elles sont recherchées par les ménétriers en plein air, parce qu'elles sont moins hygrométriques, et s'expédient en quantités considérables aux colonies, où la chaleur humide, en ramollissant la gélatine des cordes en boyaux, amène très-rapidement leur rupture. Une chanterelle en soie ne contient pas moins de 1680 fils de cocon.

Après M. H. Savaresse, vient M. Salvator Aiello, de Naples, qui expose un assortiment de cordes de très-bonne qualité;

Puis M. Beaudassé, de Montpellier, dont l'assortiment présente des qualités remarquables et une très-belle apparence.

Les deux objets dont nous allons nous occuper sembleraient, au premier aperçu, se rattacher exclusivement à la classe 29, celle de l'enseignement élémentaire appliqué aux instruments de musique. Mais, comme il y a grande probabilité qu'ils resteraient oubliés si nous ne nous en occupions pas, comme, au surplus, un violon légèrement modifié et un clavier d'orgue ou de piano en font partie intégrante et essentielle, nous n'hésitons pas à considérer comme de notre domaine le *Gammier* de M. Frelon, et l'*Art d'apprendre et d'enseigner le violon au commencement des études*, d'après J.-B. Bernard, édité par le même M. Frelon, son élève.

Le gammier peut se présenter sous deux formes : sous celle d'un tableau très-ingénieusement disposé où la baguette du professeur peut faire suivre et comprendre très-facilement à un nombreux auditoire les diverses combinaisons des sons qui constituent le ton et les modes, c'est-à-dire les gammes majeures et mineures; la transformation du mode majeur en mode mineur, et réciproquement; la transposition d'un ton dans un autre ton, ainsi que celle d'un ton du mode majeur dans un autre ton du mode mineur, et réciproquement; enfin l'état *réel* du système musical moderne, basé sur les genres diatonique, chromatique et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enharmonique, rendus *visibles* par la disposition de cases de couleurs différentes, représentant les sons et les intervalles qui les séparent; le *tempérament* étant adopté comme règle de la justesse relative. Il est bien entendu que l'étude pratique de l'*intonation* se combine constamment avec ces diverses parties de l'enseignement.

Sous une autre forme, le *gammier*, posé sur le clavier, se compose de plusieurs plaques métalliques, dont l'une comporte les mêmes éléments que le tableau, mais dont les autres, découpées à jour, se superposent à celle-ci, et déterminent, en les isolant, pour plus de clarté, du reste du tableau, le plus grand nombre des conditions énoncées plus haut, mais notamment pour les personnes étrangères à la musique, les noms que peut porter chaque touche blanche ou noire, ainsi que ses qualités de bécarre, de dièze, de bémol, de double dièze et de double bémol; la série des touches qu'il faut employer pour jouer chaque gamme majeure ou mineure; et enfin les sons constituant les accords parfaits majeurs et mineurs.

Mais ces mêmes plaques superposées peuvent encore servir à l'enseignement élémentaire de l'harmonie théorique et pratique, en montrant isolément les accords et leurs renversements, de sorte qu'on obtient simultanément la *théorie*, l'*exemple* et la *pratique*.

Nous voudrions pouvoir donner à l'analyse du remarquable travail de M. Frelon tout le développement qu'il comporte et que ce travail mérite à tous égards, mais l'espace nous fait défaut, et force nous est de terminer en recommandant, comme l'a fait, devant nous, M. Fétis, directeur du Conservatoire de musique de Bruxelles, l'adoption du gammier de M. Frelon dans les classes élémentaires de musique : car le gammier ne fait acception d'aucune méthode musicale et peut s'appliquer à toutes, quelles que soient leurs dénominations actuelles.

L'*Art d'apprendre et d'enseigner le violon* est non-seulement l'acte d'une très-louable reconnaissance envers son ancien professeur, J.-B. Bernard, inventeur du système, mais encore un service sérieux rendu aux personnes qui, ignorant les difficultés pratiques de l'instrument, perdent beaucoup de temps à de longs et fastidieux exercices, et finissent par s'apercevoir que leur aptitude à le posséder sérieusement est plus que douteuse.

Le système Bernard lève, de prime saut, la principale difficulté,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle de la justesse des sons produits, car l'élève ne peut pas faire un son faux, disons plus, il ne peut pas, même en étudiant sans maître, contracter ces défauts si difficiles à faire disparaître même sous la direction du meilleur professeur.

En effet, quant à la justesse des sons, elle est garantie par quatre petits ponts métalliques dont les pieds s'implantent dans la touche du violon, à distance de demi-ton, en laissant aux cordes placées sous eux toute la liberté de leur vibration. Quand le doigt s'appuie contre l'un de ces ponts, le son est juste. L'élève peut donc s'exercer sans craindre de se tromper quant à la justesse. Il peut répéter ces mêmes exercices dans tous les arrangements que peuvent prendre les doigts, car les ponts peuvent se déplacer à volonté. Quand un exercice suffisant a familiarisé son oreille avec les sons justes, il s'exerce sans le secours des ponts, auxquels, en cas de doute sur la justesse d'un passage, il peut toujours avoir recours. D'un autre côté, ses doigts ont contracté l'habitude des distances auxquelles ils doivent se placer, et l'élève arrive rapidement à jouer juste.

La qualité des sons dépend de la manière dont l'élève attaque les cordes avec l'archet. Pour le faire à coup sûr, un *guide-archet*, placé au-dessus du chevalet, détermine la véritable position à lui donner, et qui consiste essentiellement à le maintenir perpendiculaire à la direction des cordes.

Des pointes de métal fixées sur l'archet déterminent la position du pouce et de l'index, d'où il résulte que les mouvements du bras droit ne peuvent être que ceux qui conviennent le mieux.

L'archet est divisé en quatre parties par des couleurs différentes, divisées elles-mêmes par moitié. Ces grandeurs diverses correspondent, pour une vitesse uniforme de l'archet, aux durées musicales; la plus petite division donnant, par exemple, la double croche; deux divisions, la croche; quatre, la noire, etc., etc.

On voit que tout est prévu dans cet ingénieux système, qui évitera aux commençants bien des dégoûts. Nous félicitons sincèrement M. Frelon d'avoir développé d'une manière complète les éléments fondamentaux de ce système, dont l'application sera toute au profit de nos jeunes contemporains.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 28.

GRAVURES ET IMPRESSIONS EN TOUT GENRE.

PAR M. CH. LABOULAYE.

Les produits et procédés nouveaux qu'il nous a été permis d'étudier avec soin, dans cette classe, nous paraissent d'un grand intérêt, et nous sommes heureux de pouvoir réunir ici quelques renseignements techniques sur des procédés nouveaux, qui ne sauraient trouver leur place ailleurs. Ils démontreront amplement, ce me semble, l'utilité du but que nous voulons atteindre par ces Études complémentaires de tous les comptes rendus et rapports sur l'Exposition de Londres, et cela une fois de plus, car tous les travaux de nos collaborateurs sur les produits rangés dans les autres classes l'ont surabondamment mis en pleine lumière.

Je donnerai ici quelques détails sur ce que présentent de nouveau les machines et appareils qui servent à l'impression typographique, qui dans le classement général appartiennent à la classe 7, mais qui, comme dans la plupart des cas des machines servant à des fabrications, sont plus convenablement étudiées lorsqu'on les rapproche des produits créés par celles-ci.

GRAVURE EN CREUX ET EN RELIEF.

Procédé physico-chimique de M. Dulos. Je suis heureux de pouvoir donner ici la description détaillée, avec spécimens à l'appui, d'un nouveau procédé de gravure qui sera peut-être une des plus heureuses découvertes qu'aura fait connaître l'Exposition de Londres.

L'utilité de graver directement, sans l'intervention du travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'artiste, de reproduire, en relief principalement, l'œuvre du dessinateur, est si grande et si évidente, qu'un nombre considérable d'essais ont été tentés pour y parvenir. On peut dire que le principe général auquel ils se ramènent tous, est celui de la morsure par les acides, dont on fait un si fréquent usage dans la gravure à l'eau-forte; mais dès qu'il s'agit de prolonger l'action, comme il est nécessaire pour la gravure en relief, qui ne peut se contenter des creux minimes suffisants pour l'impression en taille-douce, l'acide rongeant latéralement aussi bien que verticalement, détruit le dessin et on n'obtient plus rien de satisfaisant. C'est en vain que l'on a cherché dans l'électricité, dans la dorure, dans des encrages partiels, etc., etc., les moyens d'éviter cet inconvénient grave, inhérent au procédé même. La multiplicité même des essais, comme l'habileté des artistes ont prouvé que les procédés de cette nature n'étaient susceptibles de s'appliquer qu'à quelques travaux imparfaits et à bon marché.

C'est lorsque la question était parvenue à cet état que M. Dulos a eu l'honneur de trouver une voie toute nouvelle, tout autre que celle que l'expérience forçait à condamner, un procédé appelé, dans mon opinion, à un grand avenir. Je fonde cette conviction sur le grand développement qu'a pris la lithographie, qui repose essentiellement sur le même principe que l'invention dont nous parlons. Pour la lithographie c'est parce que la pierre se mouille par l'eau, dans les parties où il n'y a pas de dessin, et ne s'attache pas à celles où a passé le crayon gras du lithographe, que le rouleau couvert d'encre grasse dépose cette encre sur les parties dessinées de la pierre et nullement sur les autres. On va voir la similitude parfaite des deux procédés; mais, avant de reproduire la note si intéressante de l'inventeur, je ferai remarquer l'heureux emploi qui y est fait des procédés de la galvanoplastie. C'est par des applications de ce genre des ressources nouvelles procurées par les dernières découvertes que s'accomplissent les progrès importants, et il est certain que, grâce à la lithographie, à la galvanoplastie, à la photographie, et à des inventions de la nature de celle dont nous parlons, les arts graphiques reçoivent de nos jours les développements les plus merveilleux et font des conquêtes admirables, qui seront une des gloires du siècle actuel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE

SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE GRAVURE EN CREUX ET EN RELIEF.

Exposé par DULOS, *graveur des ponts et chaussées, de l'École polytechnique, de l'Observatoire, de l'Académie des sciences, etc.*

Dans les nombreux essais de gravure qui ont été faits jusqu'à ce jour, on a trouvé divers moyens ingénieux de décalquer sur métal, des dessins, des gravures et même des photographies; mais pour former les creux nécessaires pour la gravure, on a été obligé d'avoir recours aux acides ou à l'électricité. Si cette manière d'opérer offre l'avantage d'attaquer le métal dans le sens de la profondeur, elle a l'inconvénient grave de le corroder dans le sens latéral, et par cela même de détruire les finesses du dessin et d'en amoindrir les vigueurs. Préoccupé de cet inconvénient, j'ai cherché à supprimer la morsure, et j'ai trouvé différents procédés, qui, tous basés sur les mêmes principes, permettent non-seulement de lever la difficulté, mais encore de faire certains travaux de gravure avec une perfection inconnue jusqu'à ce jour.

Pour arriver à ces résultats, je me suis basé sur l'observation suivante des phénomènes capillaires. Si l'on verse du mercure sur une surface d'argent posée de niveau, et sur laquelle on a préalablement tracé quelques lignes avec un vernis, il se forme à droite et à gauche, de chaque ligne, deux ménisques convexes, et le mercure s'élève d'une certaine hauteur au-dessus de la surface de l'argent. La même expérience peut se faire sur une feuille de verre dépoli en traçant des lignes avec un corps gras, et en jetant de l'eau sur toute la surface. On peut d'ailleurs dire que tout liquide mouillant une surface sur laquelle on a tracé des traits avec un corps qui ne se laisse pas mouiller lui-même, se comporte de la même manière que le mercure sur l'argent et l'eau sur le verre.

On prend donc une plaque d'argent ou de cuivre argenté, on transporte ou décalque, ou l'on produit sur sa surface un dessin quelconque (tous les procédés de décalque ou de transport peuvent également servir). Pour mieux fixer les idées, supposons que ce soit un dessin fait directement sur la plaque avec un corps gras, tel que le crayon des lithographes.

On dépose sur cette plaque, au moyen de la pile, une couche très-mince de cuivre ou de fer; supposons que ce soit du fer; il est évident que le fer ne se déposera que sur les parties qui n'ont pas été touchées par le crayon; si l'on enlève le crayon avec de l'essence de térébenthine, on a une plaque où les parties blanches du dessin sont représentées par une couche mince de fer, et les traits du crayon par l'argent même. Si maintenant on jette du mercure sur la surface de la plaque, il ne s'attachera que sur l'argent, et en chassant avec un pinceau très-doux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'excès de mercure qui se trouve sur le fer, on a un relief à la place où se trouvait précédemment le crayon.

Dans le cas où on aurait déposé du cuivre au lieu de fer, il serait utile d'en oxyder la surface avant de jeter le mercure, et pour cela il suffirait de chauffer la plaque en dessous.

On n'a plus qu'à prendre une empreinte pour avoir une gravure en taille-douce, dont les creux sont représentés par les saillies du mercure. Il n'est guère possible de prendre une empreinte pareille avec autre chose que du plâtre, de la cire fondue, etc., corps beaucoup trop mous pour donner une impression convenable; mais il est facile de métalliser la surface de cette empreinte, et d'y faire un dépôt de cuivre, qui, une fois détaché, sera la reproduction exacte de la planche qui contient les saillies formées par le mercure; on n'a plus qu'à se servir de cette plaque comme d'une matrice, pour faire en métal autant de planches que l'on voudra, pouvant servir à l'impression en taille-douce.

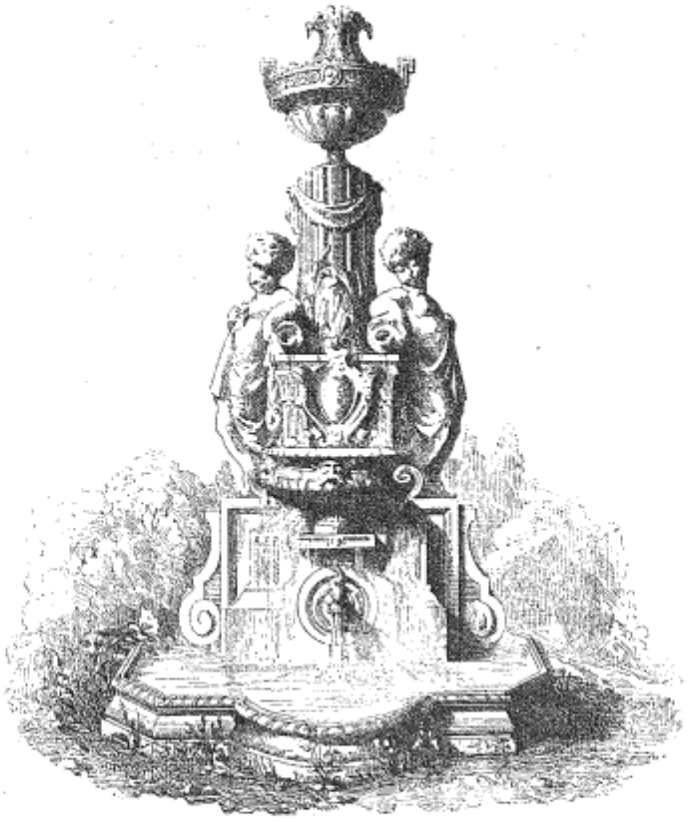


Fig. 1.

Si l'on veut faire une gravure en relief, on dessine sur une plaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cuivre, on dépose au moyen de la pile une couche d'argent qui ne se met que sur les parties non touchées par le crayon; on enlève le crayon avec de l'essence de térébenthine ou de la benzine, on oxyde le cuivre qui se trouvait sous le crayon, et on continue les opérations indiquées plus haut.

La planche métallique destinée à l'impression, se trouve alors avoir pour saillies les traits mêmes du dessin, et les vides sont représentés par l'épaisseur du mercure. Ce même dessin, sur cuivre, peut servir à faire une gravure en creux en déposant d'abord une couche de fer qui ne se met que sur le cuivre sans toucher le crayon; puis en enlevant le crayon avec l'essence, et déposant une couche d'argent qui ne se met que sur le cuivre sans toucher le fer.

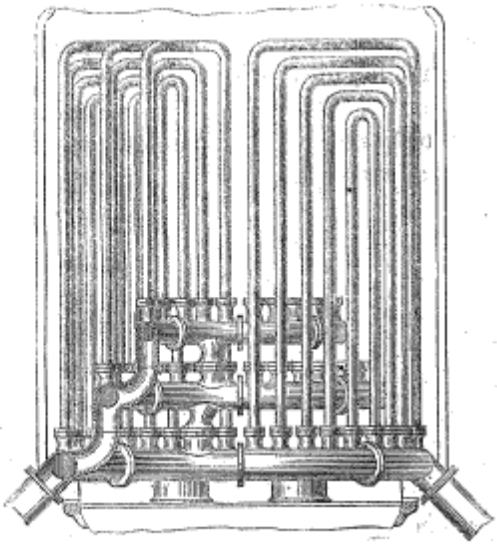


Fig. 2.

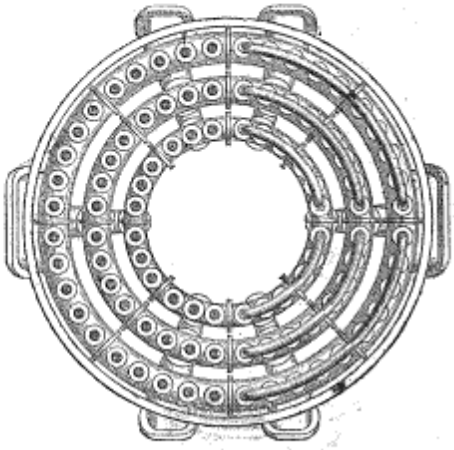


Fig. 3.

Voici un moyen plus simple d'opérer, qui supprime le moule en cire et la contre-empreinte en cuivre. Le mercure n'étant autre chose qu'un métal liquide à la température ordinaire, il est facile de le remplacer par un autre fondant à une basse température, tel que le métal Darcet, auquel on ajoute une petite quantité de mercure, ou par tout autre métal amalgamé; lorsqu'il est fondu, ce métal se comporte exactement comme le mercure. Après son refroidissement, on n'a plus qu'à faire un dépôt métallique au moyen de la pile pour avoir une planche bonne à imprimer et qu'il sera facile de remplacer en conservant la planche matrice.

Avec le métal fusible on ne doit pas opérer à l'air libre, il est préfé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rable de mettre la plaque sous une couche d'huile, qu'on fait chauffer à une température de 80° environ, température à laquelle se fond le métal; on évite ainsi l'oxydation qui se forme à l'air libre et nuit au succès de l'opération; de plus le métal se met avec plus de facilité et s'élève à une plus grande hauteur au-dessus de la surface de la planche. De même on peut mettre le mercure sur la planche, sous la couche de cire fondue qui sert à prendre l'empreinte, et dans ce cas, le mercure se place plus facilement sur l'argent.

Ces faits, qui paraissent invraisemblables au premier aspect, sont faciles à comprendre quand on sait que le mercure ou le métal fondu mouillent l'argent sans toucher le fer, et que la cire fondue et l'huile mouillent le fer sans mouiller le mercure ou le métal fondu; d'ailleurs, l'étude de ces corps qui se mouillent ou qui ne se mouillent pas, est des plus intéressantes, mais ne peut trouver place dans cette simple notice dont le seul but est de faire comprendre la manière d'obtenir les objets que j'ai exposés.

Nous devons à l'obligeance de M. Dulos les gravures qui nous permettent de faire apprécier le procédé à nos lecteurs. La première est un dessin, exécuté sur vernis blanc, d'une petite fontaine en fonte exposée par M. Durenne et mis directement en relief. La dernière est la représentation de l'appareil surchauffeur du *Fontenoy*, qui a donné d'excellents résultats pour l'économie du combustible, dessiné de manière à produire le même effet que la gravure sur bois.

FONDERIE EN CARACTÈRES. MACHINES BESLEY, CASLON, JOHNSON.

Machines à fondre. Le perfectionnement des ingénieuses machines américaines, propres à effectuer la fonte des caractères d'imprimerie, les fait adopter chaque jour davantage. Celle qui fonctionne d'une manière continue à l'Exposition, chauffée par la flamme d'un bec de gaz, appartient à la fonderie Besley.

Elle a une grande similitude avec les machines généralement employées en Allemagne, et dont on peut voir la description dans le complément du *Dictionnaire des arts et manufactures*, avec cette différence que le bras mobile qui porte le moule oscille dans un plan vertical, ce qui permet de construire la machine plus légère et par suite d'amoindrir les causes de dérangement qui résultent de la masse des pièces mobiles qui viennent, pour chaque lettre, s'appliquer avec choc contre l'extrémité du conduit que traverse la matière.

Dans une des principales fonderies de Londres, chez M. Caslon,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a cherché à faire mouvoir ces machines par la vapeur, et le résultat paraît très-satisfaisant. La surveillance doit, pour ces machines, être tellement incessante, le nettoyage et le graissage à la face de contact du moule et du réservoir de métal fondu, tellement fréquents, que l'on ne pouvait songer à rendre la fabrication tout à fait automatique; mais, grâce à la régularité du mouvement donné par la machine à vapeur, M. Caslon a pu avantageusement faire conduire deux machines à fondre par un seul ouvrier. Celui-ci, placé entre les deux machines, ayant sous ses deux mains les leviers d'embrayage qui lui permettent d'arrêter très-rapidement chacune d'elles, suffit parfaitement pour leur surveillance et peut produire beaucoup et économiquement.

M. Johnson de Londres a exposé sa machine à fondre, fondée sur un principe autre que celui du mouvement donné mécaniquement au moule à main, sur celui de la transformation complète de ce moule, de sa décomposition en ses éléments de la manière la plus convenable pour faciliter les mouvements mécaniques dont il charge une machine à vapeur. Bien entendu qu'une surveillance active est indispensable, nous ne pouvons dire dans quelles proportions.

Le système que l'on peut toujours appeler le moule, placé horizontalement, est immobile, ne vient plus choquer à chaque lettre sur une partie fixe du fourneau, ce qui supprime une cause de dérangement, et la lettre, poussée horizontalement, vient se placer sur un composteur à la suite de celles précédemment fondues.

C'est en voulant profiter de cette disposition que M. Johnson a été amené à chercher à faire mécaniquement, à quelque distance du moule, les diverses opérations qui suivent la fonte, c'est-à-dire la romperie, la frotterie, l'enlèvement de la rompure, l'apprêt; de telle sorte que la lettre sorte de la machine complétement achevée, propre à passer chez l'imprimeur après une simple vérification.

La solution de ce problème a été souvent tentée et toujours abandonnée jusqu'ici parce qu'il s'agit de façons de très-faible valeur, qui demandent des combinaisons assez complexes et soumises à assez de causes de dérangement pour que les pertes de temps qui en résultent, que les arrêts de la fonte, qui vaut vingt fois plus, rendent cette réunion onéreuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans être convaincu que M. Johnson ait bien fait de suivre cette voie de réunion solidaire d'opérations multiples (la séparation de la machine à fondre et de celles propres à donner aux lettres les façons secondaires n'entraînant que l'intervention d'un enfant ou d'une ouvrière en plus), on ne peut contester que sa machine ne soit fort bien combinée. La frotterie, notamment, effectuée par le passage de la lettre sur un fer de rabot, sur chaque face successivement pendant qu'elle est bien maintenue par une partie plate, est bien exécutée et paraît être dans la voie d'une amélioration réelle.

Du métal. La question de l'emploi du métal convenable à employer avec les machines à fondre, pour obtenir des types résistants, a donné lieu à des recherches diverses et a conduit à quelques résultats dignes d'être signalés. Celui employé en fabrication courante, avec le moule à main ordinaire, a été d'abord employé et a donné de mauvais résultats. Chassé par une pompe dans le moule, il s'y divise et, saisi dans cet état par le refroidissement, il n'a pas, à beaucoup près, la même résistance que quand il est coulé par le procédé ordinaire. Cet état de division globulaire, aussi bien que les cavités intérieures souvent assez considérables qui subsistent au centre de la pièce, rendent une semblable fabrication tout à fait défectueuse.

On a cherché à remédier à ces défauts en facilitant et régularisant le passage du métal fondu à travers les conduits qui l'amènent du réservoir au moule, et sous ce rapport, les machines comme celles de M. Johnson, où le métal ne traverse qu'un court conduit horizontal, sont bien supérieures à celles où il parcourt une plus grande longueur et subit des changements de direction, comme les machines allemandes. Mais on n'arrive ainsi qu'à atténuer quelque peu un défaut qui ne peut être corrigé que par l'emploi d'un métal plus fusible, c'est-à-dire par l'addition à l'alliage d'une proportion notable d'étain. On obtient alors une bonne fabrication, mais dans ces conditions économiques singulières : que l'addition d'un métal coûteux et de faible pesanteur spécifique, fait disparaître presque toute l'économie qui résulte de l'emploi du procédé mécanique, quand on vend les caractères au poids. Comme la vente au mille est impossible, il y a là un élément qui tend à la diminution des établissements de fonderie en tant que distincts des imprimeries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, la simplification des machines à fondre, l'amélioration et la rapidité de leur production, tendent déjà naturellement à faire annexer aux grandes imprimeries de petites fonderies, ce qui n'avait lieu qu'assez rarement autrefois, à cause des difficultés inhérentes à une fabrication délicate et pour laquelle on trouvait peu d'habiles ouvriers. Lorsque de plus cette fabrication ne peut être satisfaisante qu'avec l'emploi d'une quantité suffisante d'étain dans l'alliage, que le fondeur tend toujours à diminuer à cause du prix élevé de ce métal, l'imprimeur trouve encore cet avantage en fondant ses principaux caractères à l'aide de quelques machines, qu'en faisant entrer dans son matériel quelques milliers de kilogrammes d'étain, qui ne sortiront plus de chez lui, il se trouve assuré d'avoir des caractères d'une grande résistance.

J'ai voulu indiquer les raisons qui ont fait qu'un assez grand nombre d'imprimeurs importants sont entrés dans la voie que je viens d'indiquer, et qui offre en ce moment quelques avantages spéciaux qui compensent les inconvénients qui résultent toujours de la réunion d'industries différentes, d'une infraction aux principes, généralement si utiles à observer, de la division du travail.

Procédé français. La voie de la fonderie polyamatype, invention toute française, qui date de 1814, et qui repose sur un refoulement du métal fondu par percussion, ou mieux par pression (origine et point de départ de tous les systèmes de fonderie mécanique, car la pompe, organe spécial des machines américaines, n'est qu'un moyen de produire une pression dans le métal fondu pour lui imprimer de la vitesse), ne figure à l'exposition que par quelques produits curieux. Les propriétaires actuels de la fonderie polyamatype, de l'établissement primitif et du seul qui ait conservé ce procédé pour la fabrication du petit caractère, MM. Virey frères, n'ont pas exposé, mais dans la vitrine de M. Derriey, l'habile fondeur dont l'exposition est si remarquable au point de vue de l'heureuse invention des dessins, comme à celui de l'habileté apportée à la gravure, on trouve de magnifiques échantillons de ce mode de fonte, de ce monnayage à l'état liquide, qui, appliqué aux vignettes, donne des résultats merveilleux comme perfection de fonte, comme pureté de reproduction. Je ne donnerai pas ici la description et l'historique de ce procédé, que j'ai donnés dans le *Dictionnaire des arts et*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manufactures, mais je citerai seulement un produit bien curieux exposé par M. Derriey. Je veux parler des molettes obtenues par la fonte, par suite à très-bon marché, qui ont permis de rendre pratique et usuel le curieux article de bureau connu sous le nom de Numéroteur Trouillet. Ces molettes sont de petits disques de métal, portant en relief sur leur circonférence, régulièrement espacés, les dix chiffres 0, 1,... 9. C'est en exécutant, à l'aide des matrices, une espèce de virole brisée, qui donne un cylindre continu quand on fait tourner un écrou, et qui s'ouvre quand on le détourne, chaque matrice étant ajustée à l'extrémité d'un long ressort et par suite s'éloignant du chiffre fondu, qu'il est parvenu à fondre ces molettes. Je n'ai pas besoin d'en dire plus pour faire comprendre cette ingénieuse fabrication et pour faire apprécier la merveilleuse habileté de main, aussi bien que la connaissance parfaite des ressources de la fonderie en caractères, qui étaient nécessaires pour réussir cette difficile fabrication.

Des types exposés par les fondeurs. Au point de vue de la perfection, de la beauté des types exposés par les fondeurs des divers pays, il est difficile de rien dire de bien intéressant en dehors de la vue des produits. Je dirai seulement que les types anglais, exposés par quatre maisons de premier ordre, ont été trouvés supérieurs à ce qui se fait dans les autres pays, et que dans toute l'Europe on les imite aujourd'hui, quand on veut faire de la belle typographie. Ce grand fait, parfaitement incontestable, indique bien, à mon avis, la voie dans laquelle nos graveurs devraient avancer moins timidement qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici. Je n'entrerai pas ici dans de longs détails sur cette question, que j'ai cherché à traiter ailleurs plus complétement.

Si la fonderie française n'est pas représentée à Londres pour les types courants, et si elle ne peut prétendre à rivaliser avec succès avec la fonderie anglaise sur ce terrain, une supériorité incontestée nous est acquise au contraire pour les vignettes, et tout ce qui se rapporte à l'ornementation de la typographie. Nous en sommes redevables à M. Derriey, seul exposant de semblables produits, mais dont l'œuvre comprend un nombre immense de vignettes de tout genre, toutes dessinées, gravées, fondues par lui. Son nouveau spécimen est la plus belle œuvre de ce genre qui ait été jamais vue, et peut-être que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verra jamais, car c'est bien plus l'artiste que le commerçant qui s'est passionné pour produire un volume où tous les emplois possibles de ses nombreuses vignettes sont indiqués. Des tirages en quatre ou cinq couleurs font admirablement valoir les fonds teintés, les oppositions, etc. Puisse le surmoulage par la galvanoplastie, si pratiqué aujourd'hui dans le monde entier, ne pas dépouiller trop vite notre artiste de sa propriété et lui laisser le temps de faire la récolte à laquelle un énergique et intelligent travail de trente années lui donne tant de droits !

STÉRÉOTYPIE.

Exécution de clichés de musique pour l'impression typographique.

Un procédé fort curieux pour l'exécution de clichés de composition musicale figure sous le nom de pyrostérotypie dans la vitrine des produits de l'Imprimerie impériale. Je reproduirai ici l'intéressante notice publiée par cet établissement, et la figure de l'outil à gaz qui sert pour effectuer le travail.

« La recherche de procédés usuels pour l'impression de la musique sur la presse typographique a été l'objet des tentatives les plus suivies, des essais les plus laborieux de tous les imprimeurs éminents qui se sont succédé depuis le commencement du seizième siècle jusqu'à nos jours.

« Dans un ouvrage de Nicolas Wollick, imprimé à Cologne en 1501, on remarque déjà des morceaux de plain-chant imprimés en caractères mobiles. En l'année 1503, Ottavio Petrucci en Italie, Pierre le Hutin en 1525, Jacques de Sanlecque et Guillaume Le Bé, de 1537 à 1545, en France, portent l'art de graver et d'imprimer la musique au plus haut degré de perfection qu'il fût alors possible d'atteindre. En 1552, Adrien Leroy et Robert Ballard obtiennent du roi Henri II un privilége exclusif pour l'impression de la musique; mais, sous l'empire du privilége, cette industrie demeure stationnaire, et ce n'est que deux siècles plus tard, en 1754, que Breitkopf, à Berlin, reprend avec avantage les essais de ses devanciers, et fait faire à l'impression de la musique en caractères mobiles un nouveau et remarquable progrès. Il est bientôt suivi, dans cette voie, par Cooper de Londres, Reinhardt de Strasbourg, et, à Paris, par les frères Gando, par Fournier et par deux associés, Olivier et Godefroid. Enfin, de nos jours,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Duverger, Tantenstein, Curmer et Derriey ont cherché

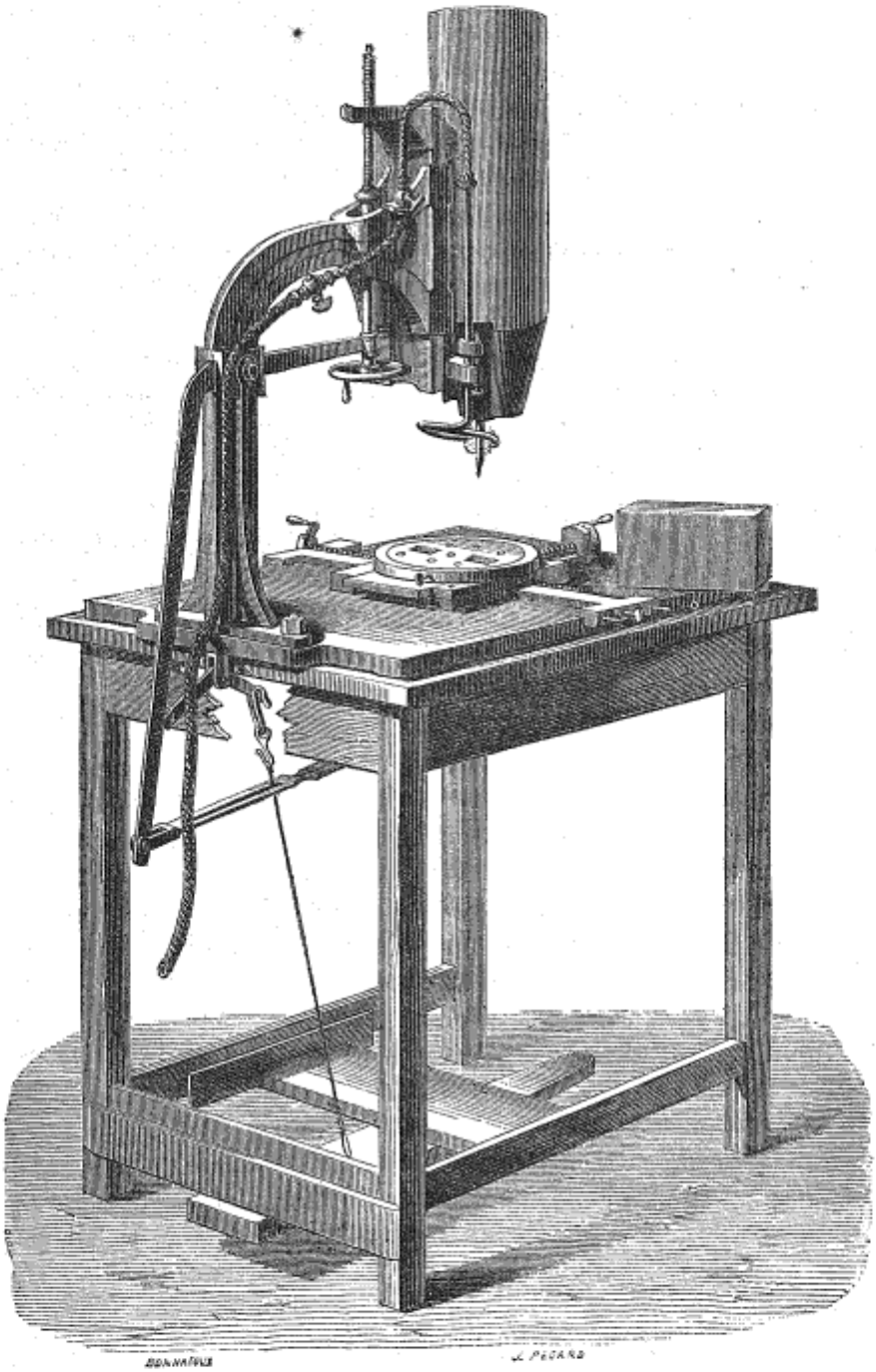


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également, avec plus ou moins de succès, à résoudre le problème, depuis si longtemps posé, de remplacer avec économie, pour l'impression de la musique, les planches de métal gravées ou frappées, dont l'usage a prévalu jusqu'à présent.

« On ne peut faire connaître ici les procédés, souvent insuffisants, mais toujours ingénieux, de cette longue série d'inventeurs. On se bornera à constater que, si le but a été atteint, sous le rapport de la belle exécution, sinon sous celui de l'économie, par MM. Duverger et Curmer, c'est qu'ils ont dû, l'un et l'autre, renoncer à l'emploi exclusif des caractères mobiles, et faire intervenir la stéréotypie.

« L'imprimerie impériale, elle aussi, apporte aujourd'hui son modeste tribut. Elle soumet à l'appréciation des typographes des planches de musique solides, fondues d'un seul jet dans un moule-matrice en bois, gravé en creux avec la machine à brûler, si connue des imprimeurs sur étoffes.

« Les procédés à l'aide desquels on obtient lesdites planches sont d'une simplicité extrême. Ils ont une grande analogie avec ceux employés pour la frappe des notes sur les planches d'étain, tels qu'on les pratique aujourd'hui ; ils peuvent, comme ces derniers, être exécutés par des femmes.

« Un bloc de bois de tilleul, convenablement dressé, remplace la planche de métal. Sur celui-ci, comme sur celui-là, on trace à l'avance la place et l'écartement des portées, la division des mesures, la répartition des notes.

« Dans cet état, le bloc est placé dans la machine à brûler, munie successivement des différents poinçons d'acier représentant les signes, les clefs ou les notes, et qui, chauffés par un double jet de gaz d'éclairage, sont enfoncés dans le bloc autant de fois qu'ils doivent figurer dans la page; ils y pénètrent à une profondeur déterminée et y laissent une empreinte nette et uniforme. (Voir la figure 4.)

« Le moule est presque achevé. Il se complète par l'addition de bandes de carte d'une épaisseur égale à celle qu'on veut donner à la planche, et qu'on rapporte sur les bords; on le ferme enfin à l'aide d'une plaque de fonte bien dressée, puis on l'ajuste entre les jumelles d'une petite presse montée à charnière sur une cuve remplie d'eau.

« Cette disposition de la presse permet de faire prendre au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moule, soit la position horizontale pour l'ajustement des pièces, soit la position verticale pour le coulage de la matière en fusion, qui s'effectue en la forme ordinaire par l'orifice ménagé à cet effet. L'eau contenue dans la cuve sert à activer le refroidissement du moule.

« L'application à la typographie des procédés qu'on vient de décrire, semble appelée à rendre de nouveaux services, non-seulement pour l'impression de la musique, mais encore pour celle de toutes les figures au trait, à lignes courbes ou diagonales, si difficiles à exécuter avec les matériaux ordinaires dont l'imprimerie dispose, ou si coûteux à graver.

« Un matériel fort simple, peu encombrant, dont la valeur atteint à peine un millier de francs, peut suffire à une exploitation régulière et largement développée. »

Les produits fabriqués par ces procédés, qui figurent à l'Exposition, paraissent excellents, et nul doute qu'ils puissent être fabriqués à des prix modérés, surtout si on ajoute au chariot porte-outil, des limbes divisés placés sur la tête des vis qui font mouvoir le chariot à angle droit, de telle sorte que le poinçon ayant été placé exactement une première fois, on puisse à coup sûr l'enfoncer sur une portée quelconque ou entre portées, en faisant tourner la vis d'un angle mesuré par un certain nombre de fois la division portée sur le limbe pour l'écart d'une portée.

M. Friedlander, de Berlin, a exposé les produits également remarquables d'un procédé qui paraît arrivé depuis quelque temps à l'état de fabrication courante, et à l'exploitation duquel se sont associés plusieurs grands éditeurs de musique de l'Allemagne. Le procédé employé n'offre pas, comme celui que je viens de décrire, l'avantage de faire disparaître en la brûlant, la matière que le poinçon rencontre en s'enfonçant, et qui tend à boucher les vides des portées préalablement enlevées en creux. La difficulté est levée, en ne se servant que de poinçons entièrement droits, sans dépouille, ce qui permet de ne pas enfoncer les portées et les notes à la même profondeur, et de terminer par un passage du cliché à la machine à raboter. On a ainsi une surface parfaitement plate et régulière; toutes les parties imparfaites disparaissant dans la matière qu'enlève la machine.

Je n'ai pas d'autres détails sur ce procédé de fabrication, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les résultats sont assez beaux pour que l'on puisse dire sans crainte, que tant par ce procédé que par celui de l'Imprimerie impériale, le mouvement de la conquête de l'exécution de la musique par les procédés typographiques, déjà accomplie pour les tirages considérables, doit gagner beaucoup de terrain, pour ne laisser bientôt à la planche d'étain que les œuvres qui ne sont vendables qu'à un très-petit nombre d'exemplaires.

Il est au reste bien remarquable de voir que, finalement, les procédés qui vont permettre de remplacer par des clichés en relief la planche gravée en creux, se rapprochent tout à fait de ceux employés pour la gravure de celle-ci. C'est un creux gravé absolument comme elle, plus profondément seulement, qui devient la matrice dans laquelle se moule le cliché, et la similitude des procédés doit faire que le prix de revient étant peu différent, la grande économie de l'impression d'un relief comparativement à celle d'un creux, doit assurer le succès des procédés typographiques.

MACHINES A COMPOSER ET DISTRIBUER LES CARACTÈRES D'IMPRIMERIE.

Le problème de construire des machines propres à effectuer économiquement et rapidement le travail du compositeur d'imprimerie a été attaqué depuis quelques années par un assez grand nombre d'inventeurs, et des efforts remarquables ont été tentés pour le résoudre. Si ces efforts ont été infructueux, est-ce parce qu'ils n'ont pas été suffisamment ingénieux et que les difficultés à résoudre étaient très-grandes? Nous ne le pensons pas et croyons bien plutôt que c'est dans le peu d'avantages que peut fournir une machine supposée aussi parfaite que possible, relativement au travail manuel; que c'est dans les conditions économiques de la question que l'on doit chercher la raison de ce peu de succès.

J'emprunterai à une étude publiée par moi, en 1843, quelques passages qui me permettront d'établir l'étendue si limitée des résultats qu'il est possible d'obtenir, et qui indiqueront l'état de la question à cette époque.

COMPOSITION PAR PROCÉDÉS MÉCANIQUES.

Systèmes de M. Gaubert et de MM. Young et Delcambre.

La composition en tant que lecture du manuscrit et choix des lettres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui doivent former les mots étant une opération de l'intelligence, le rôle de la mécanique appliquée à la composition ne peut évidemment consister que dans un moyen qui abrége le temps nécessaire pour prendre la lettre dans le casselin et l'apporter sur le composteur. La première idée qui a dû se présenter à l'esprit a été de chercher à lever la lettre au moyen d'un clavier, comme celui d'un piano, qui répond au problème semblable de disposer les touches sous la main de l'artiste de manière à ce qu'il puisse les mouvoir avec la plus grande rapidité. Tous les essais ont en effet pris le clavier pour point de départ, notamment celui fait par M. Ballanche, alors imprimeur à Lyon, il y a plus de vingt ans, et on comprendra aisément tout ce que cette idée a de séduisant, si l'on compte le nombre de notes que touche par heure un habile exécutant, et qui dans certains morceaux atteint peut-être 12 à 15,000. Nous verrons bientôt les raisons qui forcent à rester loin en arrière d'une telle vitesse, dans l'application du clavier à la composition.

Après une étude détaillée de la machine Young et Delcambre, et ce qu'il était possible de prévoir de la description de la machine Gaubert qui n'a jamais été exécutée, ce qu'il est inutile de répéter ici, car nous allons retrouver les éléments de ces machines dans celles dont nous allons parler, je terminais ainsi :

Il nous semble résulter (sauf erreur) de nos calculs, que tous les travaux faits pour créer une machine à composer ont démontré la possibilité théorique de ces machines, mais en admettant que la pratique réalise les résultats indiqués, on peut établir dès aujourd'hui que si leur introduction, probablement prochaine au moins comme essai, peut apporter quelque économie dans le prix de revient, elle n'est pas telle, qu'elle doive apporter une brusque et profonde perturbation dans l'industrie typographique.

En effet, dans les cas où ces machines pourraient s'appliquer (et il est une foule de travaux où la difficulté de la copie, le mélange de caractères différents, l'introduction de filets, de signes divers, etc., rendraient leur emploi impossible), il faudrait retrouver sur le travail de la machine au moins 10 pour 100 du prix d'achat pour intérêts, dépenses d'entretien, réparations et amortissement, afin de ne pas faire une mauvaise affaire, et en outre faire les dépenses de l'apprentissage d'ouvriers qu'on formerait à ce travail.

Or, le prix de ces machines, de leur entretien, la nécessité d'un amortissement rapide, doit faire porter à environ 10 francs par jour l'intérêt et l'amortissement. Dans ce cas, la composition obtenue avec une machine (toujours d'après nos approximations) coûterait avec la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

justification 34 fr. au lieu de 35 que ce travail coûte aujourd'hui. Nous ne verrons donc ces machines prendre place dans les ateliers, et essayer de s'y installer que lentement et peu à peu; mais si les résultats en sont confirmés par l'expérience, peut-être les verra-t-on grandir et se développer par la suite, par l'effet de l'amortissement du capital engagé dans ces machines que la concurrence forcera bientôt de ne plus compter, par les perfectionnements que l'expérience y apportera, et par suite du meilleur marché de leur établissement, qui résultera des simplifications de leur mécanisme, et du moindre bénéfice dont pourront se contenter les inventeurs qui verront leurs débouchés s'agrandir. Ce mouvement ne saurait être pareil à celui de l'introduction des presses mécaniques, qui apportaient une économie d'au moins 2/3 ou 3/4 de la dépense antérieure, et rendaient possibles des travaux impossibles auparavant, car nous ne pensons pas que dans le cas le plus favorable, les machines à composer puissent produire jamais une économie de plus de 20 à 25 pour 100, et suivant toute probabilité, la composition à la main pourra toujours lutter avec celle faite au moyen de la machine. Au reste, ces machines n'ayant pas encore subi la grande épreuve du travail dans les ateliers, et celle qui paraît offrir le plus d'avantages n'étant même pas achevée, et ne devant pas l'être de quelque temps, on ne peut guère que faire des conjectures sur les résultats probables de leur service *supposé régulier*.

L'expérience des ateliers a été plus triste que nous ne l'avions présumé. La machine de Young et Delcambre, qui seule a été construite, n'a pu s'acclimater dans aucun des divers ateliers qui ont tenté de l'employer, et a été loin de faire le succès d'une imprimerie spécialement fondée pour faire la composition à l'aide d'un grand nombre de ces machines. On admet comme démontré par ces essais, que les ouvrières intelligentes que l'on astreignait à employer ces machines, eussent produit davantage si on les avait fait travailler avec la casse ordinaire du compositeur, comme je l'ai vu arriver dans une imprimerie de Paris.

Machine Sorensen. L'Exposition de 1855 nous a montré une magnifique machine à composer et à distribuer, due à M. Sörensen, inventeur danois, de compositeur devenu habile mécanicien pour réaliser toutes ses ingénieuses idées. Le jury émerveillé, lui décerne une grande médaille d'or, qui malheureusement n'entraîna pas le succès commercial de l'inventeur, malgré ses travaux de tout genre pour lever les difficultés pratiques que démontraient des tentatives d'application. Après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien des essais, l'ingénieux inventeur est mort à la peine, ayant pleinement mérité l'estime de toutes les personnes compétentes, qui se sont attachées à apprécier le mérite de ses inventions autrement que par le succès.

Pour ne pas être accusé d'aveuglement, de dispositions trop favorables, à cause d'ingénieuses dispositions mécaniques, je transcrirai ici le rapport du jury de 1855 sur cette machine, dû à un imprimeur très-expérimenté, plus disposé par suite à la méfiance qu'à une confiance exagérée en des inventions de la nature de celle dont il s'agit :

« M. Sörensen à Copenhague (Danemark), Invention dite *compositeur-distributeur*.

« Invention réelle dont l'idée fondamentale est la réunion, dans une seule petite machine, des deux opérations pratiquées aujourd'hui séparément à la main par les ouvriers compositeurs typographes, à savoir : *la levée de la lettre et la distribution*.

« La machine de M. Sörensen n'offre aucun des inconvénients signalés dans les compositeurs mécaniques inventés avant lui et qui sont restés hors d'usage jusqu'à ce jour.

« A une célérité convenable elle joint une sûreté d'exécution très-grande, due à des procédés ingénieux, et qui tous témoignent des connaissances réellement pratiques de l'inventeur.

« La construction peu dispendieuse de sa machine permettra d'en mettre facilement le prix à la portée du grand nombre, et sa simplicité doit lui assurer une durée convenable.

« Telle qu'elle est, elle répond aux différentes exigences des opérations pour lesquelles elle est proposée, et, sous ce rapport, elle ne peut qu'obtenir les suffrages des gens du métier.

« Dès ce moment elle est applicable à de certains travaux spéciaux, et il y a tout lieu de croire qu'elle pourra devenir susceptible d'être employée plus généralement.

« M. Sörensen est un simple ouvrier ; il a fait lui-même et sa machine et l'outillage qui a servi à sa construction.

« Il se présente, en outre, dans la condition la plus favorable pour un inventeur. Son *composteur-distributeur* n'est plus seulement à l'état théorique ou d'essai ; il est employé exclusivement, depuis deux ans, pour la composition d'un grand journal à Copenhague : *le Fœdreland*.

« Le jury a pensé, à l'unanimité, que M. Sörensen était, sous tous les rapports, digne de jouir du bénéfice de l'article du décret relatif à la grande médaille d'honneur, et, à ce titre, il a proposé de lui décerner cette récompense. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A l'Exposition de Londres figurent deux machines : l'une, celle de M. Young perfectionnée, l'autre d'invention américaine, due à M. Mitchell.

Machine Young. Je ne dirai que peu de mots de celle de M. Young, que l'on a souvent et inutilement tenté d'employer dans plusieurs imprimeries de Paris. M. Delcambre, frère, je crois, de la personne qui a essayé cette exploitation à Paris, sous le nom de Young et Delcambre, a exposé l'ancienne machine que nous connaissons, sans modifications importantes. MM. Young frères ont également peu modifié cette même machine (nous n'avons guère remarqué que l'adaptation d'une glace sur le plan incliné qui porte les rainures que parcourent les types, afin d'éviter leur sortie de ces rainures qui se produisait quelquefois), mais ils y ont joint une machine à distribuer, agissant *automatiquement*, basée sur les principes ingénieusement établis par M. Gaubert, et dont M. Sörensen avait déjà montré l'application.

Le principe de cette machine consiste à disposer les lettres de la distribution, successivement poussées mécaniquement dans un conduit, chacune dans une des rainures multipliées d'une chaîne sans fin, qui se meut par intervalles. Pendant la durée de chaque repos, des leviers coudés viennent s'appuyer sur les lettres, et quand leur extrémité tranchante rencontre un cran, ils repoussent la lettre qui a le cran placé en une place voulue, et la conduisent dans le conduit correspondant placé alors dans le prolongement de la rainure. Passées ainsi successivement en revue, toutes les lettres arrivent aux places voulues en raison de leurs crans, c'est-à-dire que la distribution est accomplie, pourvu que chaque lettre porte un cran convenablement placé.

Plusieurs détails pourraient être signalés, mais je n'insisterai pas sur ce système qui, bien qu'ingénieux, me paraît compliqué et peu propre à donner des résultats avantageux dans la pratique. Pendant le peu de temps que je l'ai vu fonctionner, les arrêts étaient incessants.

La Machine américaine (*Mitchell's patent*) qui vient de faire sa première apparition à l'Exposition de Londres, me paraît constituer un progrès sensible sur les systèmes essayés jusqu'ici. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était certain que l'intervention des Américains devait faire avancer cette question, car le cachet distinctif des inventions qu'engendre l'esprit actif, la ténacité de la démocratie industrielle aussi bien que politique des États-Unis, c'est de se rapporter surtout aux travaux qui exigent beaucoup d'habileté manuelle. Les machines à coudre, qu'on avait abandonnées en Europe après quelques essais obscurs, malgré l'étendue des applications possibles, fournissent une démonstration bien convaincante de cette thèse. C'est surtout au point de vue de la simplicité, de facilité, et par suite de l'économie de construction qui distinguent les inventions américaines dont nous parlons, que le nouveau système de machines à composer nous semble en avance sur ce que nous avions vu auparavant.

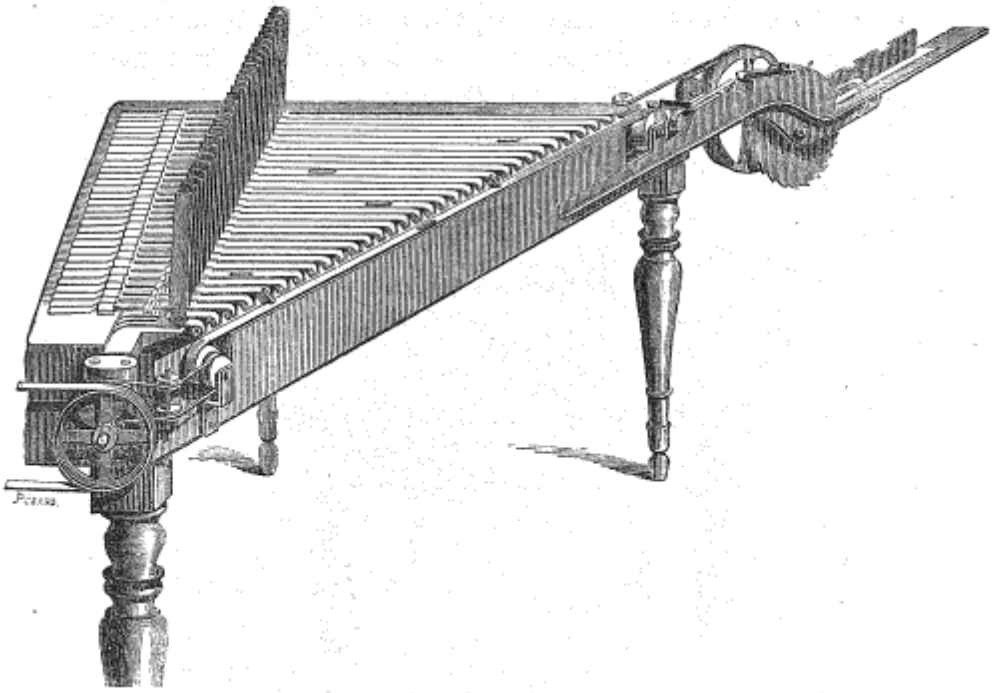


Fig. 5.

La *machine à composer* est toujours essentiellement formée d'un clavier semblable à celui d'un piano, dont on ne peut frapper une touche sans pousser latéralement et faire tomber une lettre déposée dans un composteur vertical, par l'intermédiaire d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tringle et d'un mouvement de sonnette. Mais au lieu de tomber sur un plan incliné, pour se rendre au composteur par le seul effet de la gravité, comme dans les machines précédentes, le type vient se placer sur un ruban sans fin, toujours en mouvement, grâce à un emprunt de force insignifiant fait à la machine à vapeur (qui dispense l'ouvrier de tout mouvement de pédale qui le préoccupe dans la machine Young), et est amené ainsi sur un cordon transversal, disposé obliquement par rapport à ceux sur lesquels tombent les lettres. Cette disposition, analogue à celle des cordes d'un piano, fait que toutes les lettres parviennent dans le même temps à l'extrémité de la machine, quelque faible que soit leur poids, et permet une rapidité de travail plus grande que les anciens systèmes, dans lesquels les lettres très-légères, comme l'i l'l, peuvent souvent être notablement retardées dans leur descente par le moindre grain de poussière, et par suite être devancées par l'm, ou quelque lettre pesante qui aura été touchée après, si l'ouvrier allait un peu vite.

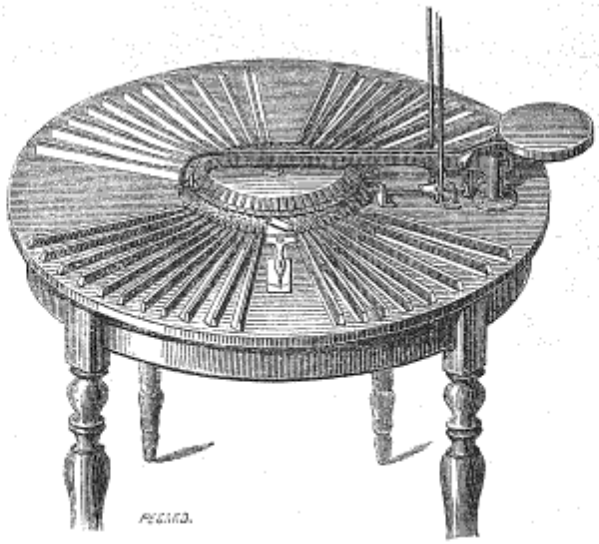


Fig. 6.

Arrivées sur le cordon transversal, qui se meut assez rapidement, les lettres viennent aboutir dans l'ordre voulu, sur une espèce de roue à rochet, peu large, qui reçoit chacune d'elles sur son talon, et la vient placer sur le composteur en repoussant la composition déjà obtenue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *machine à distribuer* consiste essentiellement en un tambour horizontal tournant, dont la base fixe est entourée de composteurs devant recevoir les diverses lettres de l'alphabet, et dans les quels se meuvent à chaque tour de petits pousseurs mis en mouvement par un excentrique monté sur l'arbre qui fait tourner le tambour. Les lettres de la ligne de distribution sur laquelle on opère, viennent successivement se placer dans les rainures dont est munie la circonférence du tambour tournant, et chacune d'elles est successivement entraînée, son pied frottant sur un plan incliné, et en descendant, jusqu'à ce que le cran qui lui est spécial venant au-devant d'une petite pointe, elle s'y accroche et continue son mouvement ainsi suspendue. Mais comme au-dessus de chaque composteur sont de petits arrêts, disposés du point le plus bas au point le plus haut, cette lettre vient dans l'intervalle d'un tour rencontrer l'arrêt correspondant à la hauteur à laquelle elle est suspendue, par suite à la hauteur du cran sur sa tige, que cette lettre porte seule à cet endroit; se trouvant décrochée par cette rencontre, elle entre dans le composteur qui lui est destiné.

Cette machine, peu volumineuse, assez simple, ne nous a pas paru fonctionner aussi rapidement qu'on eût dû le croire, sans doute un peu par la faute de l'enfant qui la conduisait.

Il semblera peut-être intéressant à nos lecteurs de trouver ici quelques-uns des résultats énoncés dans le prospectus distribué par les constructeurs, et qui indique, en tenant compte des exagérations naturelles de ce genre de pièces, que ces machines sont déjà appliquées sur une assez grande échelle en Amérique. M. F. Trow, imprimeur important de New-York, déclare le 24 mai 1859, qu'il ajoute six machines à distribuer aux dix machines à composer qu'il possède déjà. Il donne le titre de quinze ouvrages composés avec ces machines, et établit ainsi le calcul de l'économie réalisée dans la composition d'une Bible : composition à la main, 696 dollars, à la mécanique, 377 dollars; économie : 319 dollars, c'est-à-dire moitié environ.

Nous espérons avoir fait apprécier le progrès réel représenté par cette machine sur les machines antérieures; en résultera-t-il une révolution radicale dans la typographie, comme doivent l'espérer les inventeurs? Nous sommes loin de le soutenir, et un imprimeur de Londres, chez lequel nous avons vu deux de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machines, nous a paru plutôt satisfait d'obtenir de la composition qui ne lui coûtait pas plus cher qu'à la main, en employant de curieuses machines, que d'avoir fait une opération avantageuse. Avoir obtenu un semblable résultat nous paraît, en effet, déjà quelque chose de très-remarquable, en ouvrant la porte aux perfectionnements de la machine, en permettant d'apprécier la moindre usure des caractères qui cessent d'être jetés dans des casses, enfin en fournissant le moyen d'apprécier à quel degré d'habileté pourront parvenir des ouvriers intelligents s'appliquant à ce nouveau mode de production; en un mot, en permettant d'étudier si dans quelques cas un avantage particulier ne pourra résulter de cette modification du travail du compositeur. Il n'y a pas là de causes suffisantes pour une révolution capitale, mais peut-être approchons-nous du moment où de semblables machines produiront, dans quelques circonstances, des résultats dignes d'intérêt. Ce ne seront pas les efforts ingénieux qui auront fait faute pour y parvenir; en tout cas, on peut dire qu'ils auront conduit à une élégante et curieuse machine, qui attirera fortement l'attention de quiconque la verra fonctionner pour la première fois.

PRESSES MÉCANIQUES.

L'exposition des constructeurs français de presses mécaniques a été l'occasion d'un triomphe complet et incontesté. Il est assez extraordinaire que l'Angleterre, qui a longtemps approvisionné nos imprimeries de presses mécaniques, n'ait été représentée à l'Exposition que par des machines que nous ne traiterons pas sévèrement en disant seulement qu'elles étaient bien inférieures à celles des constructeurs français. Peut-être, malgré le nombre assez grand des presses exposées, n'avions-nous aucun spécimen des meilleurs fabricants, mais nous croyons bien plutôt que la nécessité de faire faire à la main le grand nombre de petites pièces qui entrent dans ces constructions, les fait peu rechercher par les bons mécaniciens anglais, qui cherchent à tout faire par machines-outils, ce que le prix de la main-d'œuvre rend d'ailleurs nécessaire. J'en trouve la preuve dans le grand nombre de presses mécaniques françaises qui garnissent, depuis quelques années, les meilleures imprimeries de Londres, et je suis convaincu qu'il en sera de plus en plus ainsi chaque jour, si nos constructeurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

persévèrent dans la voie de précision, d'améliorations de tout genre dans laquelle ils avancent aujourd'hui avec tant de succès. J'entrerai dans quelques détails sur les produits des trois constructeurs qui figurent à l'exposition.

M. Dutartre, qui s'est voué à la construction des presses mécaniques en blanc, pour impression des gravures sur bois et des ouvrages de grand luxe, et qui les établit avec une rare perfection, expose une curieuse presse à deux couleurs qui est susceptible d'applications fort intéressantes. Sans retarder aucunement le tirage ordinaire de la feuille, il la fait passer, lorsqu'elle quitte la forme sur laquelle elle vient de s'imprimer, sur un second cylindre placé à la suite du premier, et qui constitue, avec la partie postérieure de la presse, une seconde presse en blanc. La feuille n'étant pas retournée, passant seulement sur un petit rouleau dit de registre, placé entre les deux cylindres, sur lequel sa position est assurée par des pinces spéciales, ne peut se déplacer, et les deux impressions, les deux couleurs si l'on veut, retombent avec une précision parfaite dans les places voulues.

Cette presse, qui donne 1,000 feuilles à l'heure, imprimées deux fois, sera utilement employée dans divers cas parmi lesquels on doit citer : les impressions en rouge et noir pour livres d'église et de plain-chant, les ouvrages d'administration pour faire la réglure en même temps que le tirage, les ouvrages à gravures, où l'on trouvera avantage à imprimer les gravures à part du texte.

Une application intéressante, qui me paraîtrait pouvoir être faite de cette presse pour obtenir, à peu de frais, de très-beaux produits, serait de s'en servir pour tirer des vignettes par une double impression, à savoir, d'ajouter à l'impression de la vignette celle d'une teinte plate peu foncée, amortissant les blancs des demi-teintes, et faisant ressortir les blancs vifs par des parties creusées dans la planche plate, dont la gravure se réduirait à peu près à l'indication des contours. Je pense qu'une publication illustrée qui tenterait cette voie obtiendrait des produits d'un éclat, d'un effet artistique bien supérieur à ce qui a été fait jusqu'à ce jour.

Indépendamment de nombreux perfectionnements de détail que M. Dutartre est venu ajouter à ceux qu'il a déjà apportés aux presses en blanc, et qui se rapportent notamment à la bonne distribution de l'encre et au parfait fonctionnement des pinces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui prennent la feuille et des pièces porte-pointures qui assurent la perfection de la marge, nous signalerons dans cette presse, comme propre à éviter des accidents regrettables en permettant un arrêt rapide, l'adaptation d'un frein venant frotter sur le volant.

M. Alauzet expose une presse en blanc construite avec beaucoup de soin, qui se distingue surtout par l'emploi d'un système nouveau pour donner le mouvement au marbre. Au lieu d'une bielle articulée d'une part au marbre, et de l'autre à une manivelle calée sur l'arbre moteur, il emploie la disposition imaginée par Withworth, pour ses petites machines à raboter à retour accéléré. Elle consiste à attacher la bielle qui met le marbre en mouvement à un levier oscillant mû par la manivelle, au lieu de l'articuler directement avec celle-ci. La *fig.* 7 représente cette disposition dans la machine à raboter.

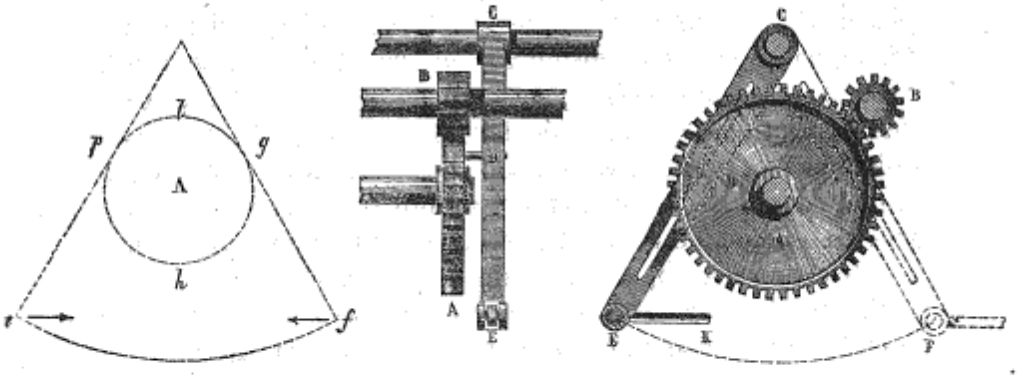


Fig. 7.

M. Alauzet pense qu'il y a avantage, pour les tirages de grand luxe, à ralentir et à rendre plus uniforme, pendant le temps du foulage, le mouvement du marbre, sans que le nombre des feuilles tirées à l'heure varie, c'est-à-dire par suite en accélérant le retour du marbre. Cette disposition était au moins intéressante à étudier, et à soumettre à la pratique des ateliers.

Nous devons signaler dans cette presse une nouvelle disposition imaginée pour régulariser la distribution de l'encre.

Sur les rouleaux toucheurs posent deux cylindres en cuivre, qui ont, outre le mouvement de rotation, un mouvement transversal, à l'effet de bien répartir l'encre sur les rouleaux en ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tière, à ramener en présence des lignes celle qui se trouve en présence des blancs. Le mouvement dans le sens des génératrices résulte de ce que les axes de ces cylindres filetés passent dans un écrou qui fait partie d'un bâti, de telle sorte que la rotation en avant et en arrière engendre deux mouvements transversaux.

M. Normand a exposé, non pas une presse mécanique, mais un modèle se rapportant à la construction des presses à retiration, les plus avantageuses de toutes au point de vue du bon marché du tirage, montrant la modification qu'il fait subir à un organe défectueux, adopté depuis l'invention des presses mécaniques. Il y a là le principe d'un progrès capital pour le genre de presses le plus important de tous, qui permettra enfin de faire des constructions théoriquement parfaites, tandis que jusqu'à ce jour elles étaient forcément, nécessairement défectueuses; elles ne pouvaient donner de bons résultats dans la pratique, qu'autant qu'on avait suffisamment altéré la presse, pour qu'elle pût fournir une bonne impression *malgré* les organes qui la constituaient.

Il y a une intéressante question de cinématique engagée ici, sur laquelle les lecteurs habituels de ce recueil seront bien aises de trouver quelques détails. Je vais donc indiquer le principe de l'invention de M. Normand.

Le mécanisme au moyen duquel on a toujours communiqué le mouvement alternatif au marbre des presses à retiration, mécanisme précieux par l'élasticité des pièces et le repos prolongé qui a lieu lors du changement de sens du mouvement, est composé essentiellement d'une crémaillère à fuseaux, assemblée avec le marbre, sur laquelle vient agir un pignon mobile, alternativement par-dessus et par-dessous; de cette disposition résulte le mouvement rectiligne alternatif du marbre en deux sens opposés, pour un mouvement circulaire continu et toujours de même sens du pignon. Ce dernier reçoit son mouvement par un arbre de rotation; mais pour qu'il puisse se déplacer, passer d'un côté à l'autre de la crémaillère, il faut que cet arbre soit brisé, c'est-à-dire qu'en un point il porte une articulation dite *Joint de Cardan*. Or, si le pignon tournant avec l'axe fait un tour dans le même temps que celui-ci, tout en se retrouvant après un tour dans la position initiale, la vitesse n'est pas constante en chaque instant lorsque les deux parties de l'arbre ne sont pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en ligne droite; elle varie avec la position du croisillon, et par conséquent elle diminue et augmente alternativement pendant la durée d'une révolution. C'est ce que montre fort bien le modèle de M. Normand, que l'on verra bientôt au Conservatoire auquel il l'a donné[1].

De là cette conséquence : tandis que les cylindres, mus par des engrenages qui les font tourner avec l'axe moteur, se meuvent d'une manière parfaitement régulière, de manière que la feuille de

1. Le rapport des vitesses des deux axes de rotation est donné d'une manière insuffisante dans notre *Traité de Cinématique*, comme dans tous les autres ouvrages que nous connaissons, où il est traité du joint de Cardan. Nous essayerons de combler ici cette lacune, ce qui est nécessaire pour déterminer exactement les rayons de la roue ovale proposée par M. Normand.

On se contente en général d'établir entre l'angle β décrit par l'arbre conduit, l'angle α décrit par l'arbre conducteur et l'angle θ compris entre ces deux arbres, la relation connue

$$\text{tang. } \beta. = \text{tang. } \alpha \cos. \theta. \qquad (1)$$

C'est de cette relation fondamentale qu'il faut, pour que l'étude de l'organe soit complète, déduire les rapports des vitesses, celle de l'arbre conducteur pouvant être supposée constante. Nous la désignons par v.

Elle a encore pour expression $\frac{d.r\alpha}{dt} = \frac{r\,d\,\alpha}{dt} = v.$

Celle de l'arbre conduit est égale à $\frac{r\,d\,\beta}{d\,t} = \frac{r}{dt}\, d.\,\text{arc. tang.} = \text{tang. } \alpha \cos. \theta.$

Or, $\quad d.\,\text{arc. tang. } x = \frac{dx}{1+x^2} \quad$ et $d.\,\text{tang. } x = \frac{dx}{\cos.^2 x}$,

donc :

$$\frac{r}{d\,t}\, d\,\text{arc. tang.} = \text{tang. } \alpha \cos. \theta = \frac{r}{dt}\,\frac{d.\,\text{tang. } \alpha \cos. \theta}{1+\text{tang.}^2 \alpha \cos.^2 \theta}$$

$$= \frac{r}{d\,t}\;\frac{\cos. \theta\;\frac{d\,\alpha}{\cos.^2 \alpha}}{1+\text{tang.}^2 \alpha \cos.^2 \theta} = \frac{v \cos. \theta}{\cos.^2 \alpha + \sin.^2 \alpha \cos.^2 \theta} = V. \qquad (2)$$

Pour $\alpha = 0^\circ \quad V = v \cos. \theta$

$\alpha = 90^\circ \quad V = \frac{v}{\cos. \theta}$

$\alpha = 180^\circ \quad V = v \cos. \theta$

$\alpha = 270^\circ \quad V = \frac{v}{\cos. \theta}$

$\alpha = 360^\circ \quad V = v \cos. \theta.$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papier soit retournée, et passe d'un cylindre sur l'autre sans glissement ni dérangement aucun, le marbre se meut irrégulièrement, et par suite aussi la forme qu'il porte, c'est-à-dire que le papillotage en certains points, le manque de netteté de l'impression, résulte nécessairement de la construction des machines, toujours construites sur une donnée vicieuse et dans lesquelles des glissements de la forme par rapport au papier se produisent naturellement.

Pour ces quatre points, la projection simultanée suivant les diamètres Ma, Mb' (*fig.* 8) des points d'articulation avec la croix, prouve qu'ils passent en même temps sur ces diamètres qui se coupent à angle droit, comme on le reconnaît quand on établit la relation (1) et l'expression des vitesses maxima et minima indiquées ci-dessus, montre que pour le minimum, pour $\alpha = 0$ et $\alpha = 180°$, la vitesse de l'arbre conduit est la projection de celle de l'arbre conducteur, tandis que l'inverse a lieu pour $\alpha = 90°$ et $\alpha = 270°$, lorsque la vitesse de l'arbre conduit étant momentanément la plus grande, c'est la projection de la vitesse de l'arbre conduit qui est alors égale à v, à la vitesse constante de l'arbre conducteur.

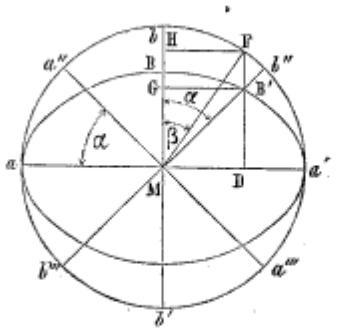


Fig. 8.

Si l'on suit les variations de vitesse de l'arbre conduit, en partant de b ou pour $\alpha = 0$, on voit qu'elle est d'abord moindre que celle de l'arbre conducteur (cos. θ étant toujours moindre que l'unité), et qu'il reste en arrière ; puis son mouvement s'accélère de manière à ce que la vitesse devient égale à $\frac{v}{\cos.\theta}$ lorsque Mb arrive en Ma' (pour $\alpha = 90°$) ; les arbres se rejoignent alors par l'effet de cette vitesse d'abord plus petite, ensuite plus grande. L'effet inverse se produit de a' en b', puis le premier de b' en a, enfin le second de a en b.

Le point où se produit l'égalité de vitesse $V = v$ peut se calculer à l'aide de l'équation (2).

La valeur du retard et de l'accélération dépend de la grandeur de θ, et par suite on peut, *théoriquement*, avec le joint de Cardan, obtenir toute variation voulue de vitesse, en inclinant suffisamment les axes l'un sur l'autre.

Si nous cherchons à appliquer ces relations au calcul des éléments de la disposition imaginée par M. Normand, nous en déduirons d'abord aisément la valeur du rapport du plus grand au plus petit rayon de la roue, qui doit être celui du maximum au minimum ou égal à

$$\frac{\frac{v.}{\cos.\theta}}{v\cos.\theta} = \frac{1}{\cos.^2\theta}.$$

Ce rapport varie très-rapidement avec l'angle θ (est égal à 2 pour $\theta = 45°$);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce défaut constaté, M. Normand y a remédié d'une manière simple et complète, qui réduira à peu de chose le rôle des supports, des bois à l'aide desquels on s'efforce d'établir dans la pratique une solidarité entre les cylindres et le marbre, en faisant naître des efforts destructeurs qui entraînent la torsion des arbres, mais au moins qui procurent une bonne impression, si l'élasticité de la machine est assez grande pour que les pièces cèdent suffisamment. Il lui a suffi à cet effet de faire varier la longueur des rayons du pignon, précisément en raison inverse de la vitesse de l'arbre. En rendant ce pignon ovale, pendant que la

aussi avait-on soin dans toutes les applications du Joint de Cardan aux presses mécaniques, de tout disposer pour que θ fût un minimum. On voit aussi que la roue ne doit pas théoriquement être la même pour agir dessus et dessous la crémaillère ondulée, puisque l'angle θ varie pour ces deux positions.

La courbe primitive de la roue de M. Normand est-elle l'ellipse dont le grand et le petit axe sont déterminés par le maximum et le minimum, ou un ovale ayant avec elle quatre points communs, ceux appartenant aux extrémités des axes et par suite, en tous cas, en diffèrent fort peu?

Pour le voir prenons l'équation polaire de l'ellipse $\rho = \frac{p}{1 + e \cos. \omega}$, il faudra que le rayon vecteur ait une valeur inverse de la vitesse de V pour un angle $\omega = \alpha$, ω étant mesuré à partir d'une ligne horizontale ; que l'on ait

$$\frac{V}{r}\rho = \text{const. ou } \rho = \frac{C}{v}$$

Pour le point maximum et minimum, pour $\omega = 0$ et $\omega = 90°$, c'est-à-dire pour ρ égal au petit axe et au grand axe, on a donc :

$$\omega = 0 \qquad \rho = \frac{p}{1 + e} = \frac{1}{v \cos. \theta},$$

$$\omega = 90° \quad \rho = p = \frac{\cos. \theta}{v} \quad \text{d'où} \quad e = -\sin.^2 \theta.$$

L'ellipse ayant ces deux axes, aura donc pour équation polaire

$$\rho = \frac{\frac{\cos. \theta}{v}}{1 - \sin.^2 \theta \cos. \alpha}.$$

Valeur fort différente de celle de $\frac{1}{V}$.

La courbe cherchée aura donc seulement quatre points communs avec cette ellipse, correspondant aux extrémités des axes pour les valeurs $\alpha = 0$ et $\alpha = 90°$. Donc théoriquement on ne peut prendre pour la valeur de ρ celle du rayon de l'ellipse. Celle déduite de la valeur de V appartiendra donc seule à la courbe théorique qui sera ovale et symétrique dans ses quatre cadrants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

denture de la crémaillère prend une forme ondulée, il restitue une uniformité parfaite au mouvement rectiligne du marbre. L'excellence théorique de la solution est démontrée expérimentalement d'une manière incontestable, par M. Normand, au moyen de son modèle, dans lequel les roues ovales ou circulaires agissent sur deux pièces différentes, et donnent des impressions parfaites dans le premier cas, défectueuses dans le second.

Je n'insisterai pas davantage sur cette curieuse invention; mais je crois rester dans la stricte vérité en disant qu'en découvrant et en remédiant à un défaut des presses mécaniques, négligé ou admis comme nécessaire depuis l'origine de leur invention, M. Normand a rendu à la typographie un éminent service, et a dignement complété son œuvre de construction de presses à petit cylindre et à décharges, légères et expéditives, et ainsi créé un système français, dont la supériorité est bien reconnue. Elle est bien prouvée par les commandes des imprimeurs de Londres et de New-York, mieux encore que par celles si nombreuses des imprimeurs de Paris. Son modèle de démonstration est une des pièces curieuses de l'Exposition de Londres, une de celles qui font le plus d'honneur aux constructeurs français aux yeux des personnes capables d'apprécier cette intéressante invention, en montrant un remarquable échantillon de leur talent et de leur savoir.

IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE.

Après avoir passé en revue les perfectionnements apportés aux outils qui servent à l'imprimerie typographique, il semble qu'il y a peu de chose à ajouter à ces Études consacrées surtout à la description des procédés de fabrication. Nous aurons en effet peu à dire au sujet des produits exposés, objet spécial de notre Rapport comme Membre du Jury international, toutefois nous dirons quelques mots de deux méthodes que nous avons vues pratiquées dans deux imprimeries de Londres, et de la question de l'emploi des vieux types, qui est appréciée de manière très-différente aujourd'hui par des typographes de premier ordre.

La première se rapporte à une manière de tremper le papier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est employée actuellement à l'imprimerie du *Times* et qui paraît avantageuse pour de grands tirages de journaux. Un drap sans fin, passant à la partie inférieure dans une cuve pleine d'eau et tendu entre deux rouleaux, forme une espèce de table à la partie supérieure. Entraîné par le mouvement rapide des rouleaux, il se trouve recouvert à la surface d'une mince couche d'eau, en raison même de cette vitesse. Deux hommes poussent sur cette table 15 ou 20 feuilles de papier qui est appliqué sur la toile par un cylindre mobile placé au milieu et qui s'est chargé d'eau. Ces feuilles sont remises en pile à l'autre extrémité, et lorsque celle-ci est complète, elle est pressée entre deux ais, et on laisse le papier se faire un temps convenable. La rapidité du travail commandée par le mouvement de la machine est très-grande, et une opération, cause fréquente de retards, se trouve ainsi considérablement simplifiée.

La seconde se rapporte de même à un moyen d'accélérer la livraison des produits, question d'un si grand intérêt pour les grandes fabrications. Je veux parler d'une étuve pour les feuilles tirées, et qui, chauffée par une circulation d'eau chaude demeurant dans des limites de chaleur et d'humidité déterminées par les observations, d'heure en heure, du thermomètre et de l'hygromètre placés dans l'étuve, opère un séchage parfait de l'impression en quinze ou dix-huit heures. C'est, on le voit, le système adopté pratiquement dans tous les ateliers de brochage, où l'on a soin de suspendre les feuilles à sécher au plafond des ateliers chauffés, mais en régularisant cette action, en la faisant se produire, dans les conditions de température et d'humidité, de quantité d'air convenables, et en l'appliquant à des nombres de feuilles considérables, en n'employant qu'un emplacement limité, l'étuve étant remplie de cadres verticaux roulant sur des chemins de fer et garnis de cordes superposées qui permettent de disposer des feuilles à sécher sur toute la hauteur.

Les services que peut rendre une semblable disposition dans un atelier considérable, lorsqu'il s'agit notamment de livres dont on manque la vente, dont la livraison doit être immédiate, me paraissent certains, et je ne doute pas qu'elle ne soit imitée, d'autant plus qu'il est facile de tout y régler pour un séchage parfait de l'encre, en rendant, si on le juge nécessaire, la durée de l'exposition du papier imprimé à l'étuve un peu plus grande,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais toujours en se mettant à l'abri des retards que causent les temps pluvieux dans la mauvaise saison, pendant lesquels les feuilles s'accumulent d'une manière gênante dans les étendages.

Au point de vue des progrès de la typographie, nous devons citer le mode de découpage pour la mise en train des vignettes, progrès accompli en France et dont les excellents résultats sont appréciés de nos lecteurs. Notre habile imprimeur, M. H. Plon, a mis à l'Exposition un découpage fait pour une impression, et rien n'attire plus l'attention des praticiens que tous ces petits morceaux de papier découpés, laissant vides ou peu chargées toutes les parties du dessin qui doivent rester blanches ou grises. C'est sous l'influence des graveurs sur bois associés à la fondation du *Magasin pittoresque*, et qui sont si bien représentés aujourd'hui par l'un d'eux, M. Best, qui continue l'exécution artistique complète de cette belle publication, que les premiers essais ont été tentés dans cette direction. Il s'agissait pour eux, en effet, d'obtenir de bonnes impressions avec des gravures plates, c'est-à-dire sans abaisser la surface du bois dans les parties qui devaient être grises, comme le faisait à grands frais Thompson lorsqu'il importa en France la gravure sur bois debout et les méthodes des graveurs anglais. Ce fut à l'imprimerie Fournier que s'obtinrent d'abord, par l'application de ces procédés, les plus belles impressions de vignettes sur les presses mécaniques en blanc de Dutartre, conduites par Aristide, degré de perfection encore dépassé par M. Claye, l'habile élève et successeur de M. Fournier.

Cet imprimeur distingué voulant donner à ses impressions un cachet de supériorité au point de vue de la composition, semblable à celui qu'il avait su leur donner comme tirage, a fait graver quelques vieux types exactement pareils à ceux du dix-septième siècle, et les a employés, surtout dans les titres, avec un grand succès. Un imprimeur de Lyon, M. Perrin, a fait encore plus radicalement la même révolution et avec un égal succès. Il a fait graver une série très-complète de vieux caractères et voit chaque jour des auteurs désireux d'échapper au type moderne, lui apporter des impressions de luxe.

Si l'on cherche à analyser les causes de cette espèce de mouvement rétrograde en apparence, on devra d'abord reconnaître que ces vieux types possèdent une fermeté, une netteté typographique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute particulière; c'est là ce qu'a pu y trouver le public nombreux dont l'opinion est favorable, puisqu'elle a déterminé le succès de la tentative. Or il est facile de reconnaître dans les types anglais d'aujourd'hui la tradition des types anciens, sans aucune révolution, sans désir de changer complétement ce qui se faisait autrefois: autrement dit, sans avoir passé par les modifications accomplies en France. Je les définirai en disant que chez nous on s'est proposé de fondre les fins et les pleins dans la lettre typographique comme dans l'écriture, qu'on a poursuivi une soi-disant élégance de la lettre; les graveurs anglais, au contraire, en conservant les longs empâtements à traits soutenus, en taillant leurs poinçons avec plus de fermeté, ont conservé la netteté, la beauté de la page, que l'on doit rechercher, en typographie, bien plus que la soi-disant élégance de chaque lettre.

Le succès des caractères anglais dans toute l'Europe, en Allemagne notamment, où ils ont remplacé les types français, montre bien, comme celui des essais de retour aux anciens types, qu'il y a là un sujet d'études du plus haut intérêt pour nos graveurs typographes, d'excellents modèles à bien comprendre et à suivre.

IMPRESSION CONTINUE EN TAILLE-DOUCE AU MOYEN DE CYLINDRES.

Procédé Godchaux.

L'impression en taille-douce obtenue à l'aide de planches dans lesquelles les tailles n'ont qu'une profondeur minime donne des traits d'une finesse, d'une pureté supérieure à celle qu'on peut obtenir par tout autre procédé. Mais, au point de vue du prix de revient, le tirage d'une gravure en taille-douce, obtenu comme on sait, après avoir déposé du noir dans les tailles et avoir péniblement essuyé la surface de la planche, enlevé les restes du noir qui y a été déposé, est infiniment plus difficile et plus coûteux que celui d'une gravure en relief. Dans ce dernier cas, l'encrage devient extrêmement facile; il est obtenu par le simple passage sur la surface d'un rouleau élastique muni d'encre grasse.

De cette différence il résulte que l'impression typographique est bien moins coûteuse que celle en taille-douce; et il n'y a pour ainsi dire plus de comparaison possible depuis que la facile exécution de la première a permis de l'obtenir par la presse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique à vapeur, c'est-à-dire dans des conditions d'un extrême bon marché.

Les essais pouvant conduire à l'exécution mécanique de l'impression en taille-douce n'ont jusqu'à ce jour amené à rien de satisfaisant pour les seuls cas où il y avait à se poser le problème, c'est-à-dire pour des impressions relativement communes, car pour les gravures des artistes il n'y a pas de recherches semblables à faire; c'est de perfection qu'il s'agit alors et nullement de bon marché.

M. Godchaux, qui fait un commerce considérable de cahiers d'écriture pour les enfants, c'est-à-dire de cahiers réglés qui portent en tête de chaque page un modèle d'écriture, ne pouvait, pour rester dans les prix voulus, les faire exécuter qu'en typographie, c'est-à-dire d'une manière imparfaite par rapport aux modèles exécutés en taille-douce. Il eut donc à se poser la question d'imprimer une gravure en creux à très-bon marché; c'est ce difficile problème qu'il a parfaitement résolu.

Les impressions sur étoffes au rouleau, celles sur papier peint par le même procédé, constituent des solutions du problème qui devaient se présenter tout naturellement à l'esprit de M. Godchaux, mais les premiers résultats qu'il obtint en cherchant à appliquer à la solution du problème qu'il voulait résoudre les moyens employés pour les papiers peints faillirent le faire renoncer à son entreprise, tant il était loin du but proposé. C'est en quittant les couleurs à la gomme pour en composer une autre, ayant également l'eau pour base afin de pouvoir enlever l'excédant par la râcle, mais épaisse et visqueuse (dans laquelle il entre de la glycérine), en faisant graver des rouleaux avec une grande perfection et dans des conditions particulières comme profondeur des tailles, en modifiant la machine pour éviter tout glissement, qu'il est parvenu à de bons résultats. Les derniers cahiers qu'il a mis à l'Exposition de Londres sont supérieurs à ceux qu'il avait d'abord montrés; l'encre en est indélébile, par l'action d'une couleur *bon teint* qui se combine à la fibre du papier, et l'impression a lieu bien en registre des deux côtés de la page.

Nul doute que d'heureuses applications ne soient faites de ce procédé, à mesure que la pratique de chaque jour conduira à le perfectionner, à bien des articles qui conviennent mieux à la taille douce qu'à la typographie, parmi ceux utiles pour l'édu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation, qui doivent être produits à grand nombre et obtenus à très-bon marché.

IMPRESSIONS EN COULEUR EN LITHOGRAPHIE, TAILLE-DOUCE ET TYPOGRAPHIE.

Les impressions en couleur de tout genre ont pris un grand développement dans ces dernières années. Tous les moyens propres à les obtenir ont été utilisés et employés suivant qu'ils offraient plus d'avantages spéciaux pour atteindre un but déterminé. Il y a évidemment aujourd'hui un plus grand désir de donner le charme de la coloration au plus grand nombre d'objets possibles, et l'impression en noir paraît insuffisante dans nombre de circonstances où elle était seule appliquée autrefois.

La *chromo-lithographie* a pris, on le sait, de beaux développements depuis l'invention par Engelmann, vers 1837, d'un châssis à répérer d'une grande perfection, permettant d'atteindre un haut degré de précision dans le placement successif des couleurs.

Plusieurs maisons françaises ont acquis une juste réputation dans ce genre de travaux; MM. Engelmann et Graf, Lemercier, Hangard-Maugé, Dupuy, Jacommet, et beaucoup d'autres. Les imitations des miniatures, les représentations de vitraux, et en général les travaux consistant en juxtapositions de couleurs franches, ont été surtout produits dans nos ateliers. Nous ne disons pas que l'on n'ait absolument rien fait en France dans la voie où l'Exposition indique clairement que d'autres nations s'avancent hardiment, mais je crois qu'un enseignement utile doit être retiré de la vue du développement qu'ont reçu à l'étranger des genres évidemment trop peu cultivés en France.

Les travaux archéologiques ont été surtout exécutés en France en chromolithographie, ainsi que je l'ai dit. J'y rattacherai le coloriage des cartes géographiques. Le plan de Paris souterrain, exécuté par MM. Avril frères, est un exemple de bonne application et de simplification apportée à cette manière d'opérer. En disposant pour chaque couleur des teintes différentes formées au moyen de hachures plus ou moins serrées, ils produisent pour chaque tirage un effet équivalent à celui de l'impression de plusieurs couleurs, et par suite de plusieurs planches. Ils accumulent ainsi les indications sur un plan, sans coûter très-cher.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Angleterre les travaux de chromolithographie ont suivi une direction autre qu'en France; la popularité de l'aquarelle dans ce pays a fait le succès des imitations que l'on a pu en produire. L'aquarelle exécutée par les procédés de la chromolithographie y est très-goûtée, et l'on voit à l'Exposition un grand nombre d'œuvres vraiment remarquables. Il est impossible que nous négligions cette voie, sous le prétexte, que j'ai entendu souvent énoncer, que les aquarelles n'étaient pas très-goûtés en France. C'est à nos artistes à faire comprendre un genre trop peu apprécié, et à faire l'éducation du public. Il y a là pour un grand nombre de personnes qui ont étudié le paysage et qui ont tiré très-peu d'avantages matériels de leurs travaux, une application à faire de leurs talents, fort utile pour le public et pour eux-mêmes.

En Allemagne, ce ne sont plus les aquarelles que l'on s'est proposé d'imiter, mais bien de véritables tableaux, et ce genre, secondé par le goût généralement répandu à Munich et à Berlin pour tout ce qui rappelle les œuvres d'art, a pris des développements très-intéressants. Quelques œuvres ont un mérite réel, sont vraiment très-agréables, et montrent aux personnes les moins bien disposées, qu'il s'agit là d'un genre que nous aurions tort de négliger, qui peut trouver d'utiles applications dans notre industrie, en même temps qu'il procurera des jouissances artistiques aux classes peu fortunées, où il est à souhaiter que le goût des arts se développe davantage chaque jour.

C'est en imprimant directement sur une toile préparée à peu près comme pour la peinture à l'huile, employée au lieu de papier, que s'obtiennent ces tableaux, qui, vernis, rappellent agréablement la peinture à l'huile, et sont comme elle résistantes à l'air, par suite assurées d'une grande durée, les couleurs étant préparées au vernis gras.

Impression en couleur en taille-douce. On a depuis longtemps employé les procédés de la taille-douce pour le coloriage des planches des ouvrages, de l'histoire naturelle notamment, mais dans ces dernières années un habile graveur, M. Desjardins, s'est voué à étendre cette application, et l'a poussée jusqu'à l'imitation très-intéressante des peintures à l'huile.

Le principe vraiment nouveau, et fécond en conséquences commerciales par l'économie qu'il introduit dans ce genre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

production, qu'il a introduit dans ses travaux, c'est que le nombre de couleurs différentes et par suite de tirages nécessaires pour obtenir la gamme de toutes les couleurs possibles, est beaucoup moindre qu'on ne l'a cru jusqu'ici. Avec quatre planches, c'est-à-dire avec les trois couleurs primitives et du brun pour les ombres et pour foncer les teintes, pendant que le travail de la gravure permet de les éclaircir en les mélangeant de blanc, il a obtenu des résultats très-remarquables.

L'imitation de tableaux à l'huile, que M. Desjardins a poursuivie en s'avançant dans cette voie et en utilisant la ressource que lui fournit la taille-douce de faire varier les épaisseurs de couleur, a eu un véritable succès. Ses imitations de marines, qui figurent à l'Exposition, forment de petits tableaux très-agréables, qui se sont assez bien vendus et auraient mérité de se vendre à des nombres encore plus considérables.

Chromotypographie. Les impressions typographiques en couleur, comparées à celles que l'on obtient au moyen de la lithographie, offrent une supériorité incontestable au point de vue de l'économie du tirage (en ne tenant pas compte de la difficulté d'obtenir un repérage aussi exact), mais en même temps une infériorité aussi réelle au point de vue de l'exécution des planches, qui sont autant de coûteuses gravures en relief.

Sans parler du procédé ordinaire, qui donne d'excellents résultats entre les mains de quelques habiles imprimeurs, au premier rang desquels on doit citer M. Silbermann (de Strasbourg), et même des produits à bon marché lorsque le tirage est très-considérable, et que par suite les frais d'établissement des planches deviennent minimes pour chaque exemplaire, on voit que les moyens d'accroître le domaine de la chromotypographie se réduisent à deux, savoir :

1° Diminuer le prix de gravure des diverses planches, ce qui ne peut résulter que d'améliorations dans les procédés physico-chimiques propres à produire à bon marché des gravures en relief, qui s'appliquent tout naturellement à l'exécution de planches souvent peu chargées de détails, où il y a plus souvent à obtenir des fonds que des travaux délicats. Sous ce rapport le procédé de M. Dulos pourra rendre de grands services.

2° Diminuer le nombre des planches, c'est-à-dire suivre la voie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indiquée par M. Desjardins, produire des couleurs fondues par la juxtaposition des couleurs élémentaires en éléments assez minimes pour qu'elles se fondent à l'œil à petite distance. C'est ce que tente l'habile artiste dont nous parlons. L'exécution des planches devient difficile et coûteuse, mais n'en offre pas moins des avantages importants pour les impressions en couleurs tirées à un grand nombre d'exemplaires, chacune d'elles remplaçant plusieurs planches ordinaires et par suite plusieurs tirages.

M. Best, l'habile graveur et imprimeur du *Magasin pittoresque*, est arrivé aussi de son côté au même résultat. Il expose une aquarelle imprimée à la presse mécanique au moyen de quatre planches seulement, qui est vraiment agréable à l'œil, et qui a été imprimée à 10,000 exemplaires pour un éditeur de Londres.

Avant d'abandonner ce sujet, je dirai un mot d'un perfectionnement introduit par l'habile M. Derriey, dans la manière de pointer la feuille pour les impressions successives, de telle sorte qu'elle ne puisse pas varier, perfectionnement dont la pratique lui a démontré la nécessité pendant l'impression en couleur de son spécimen, car c'est toujours là une des difficultés de la chromotypographie. Les pointures aiguës qui percent des trous dans la feuille de papier à un tirage, trous qui servent à replacer la feuille dans une position identique pour le tirage suivant, ne donnent pas une sécurité absolue. Les trous s'agrandissent à mesure qu'on les utilise et suivant que la pointure aiguë est plus ou moins saillante relativement à la feuille du papier, des déplacements de celle-ci se produisent.

M. Derriey a obtenu de meilleurs résultats en enlevant des petits disques, en faisant de petits trous ronds dans le papier au moyen d'un petit découpoir dont il expose le modèle. Ces trous rentrant sur la partie cylindrique des pointures fixent la feuille d'une manière assurée, à l'abri de variations qui compromettent la précision.

MACHINE SUISSE A PLIER ET A BROCHER.

Le brochage des livres paraît à première vue une des industries les plus difficiles à soustraire au travail manuel, et les opérations des ouvrières qui consistent à plier et à coudre les feuil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les d'un livre, semblent peu susceptibles d'être effectuées par machines. Aussi ai-je été fortement intrigué en découvrant, au milieu des machines venant de Suisse, un appareil d'un aspect tout particulier et qui, d'après les produits qui étaient placés à côté, devait avoir pour but de plier et piquer les feuilles imprimées.

J'emprunterai quelques détails sur cette curieuse machine, à une notice en allemand, que le représentant du constructeur a bien voulu nous donner après avoir fait marcher la machine.

L'idée première de la machine, l'invention de son organe opérateur essentiel et nouveau, est due à un relieur nommé Sulzberg. Il s'associa avec un mécanicien, nommé Graf, pour exécuter la première machine, qui fut exposée à la foire de Leipzig en 1859. Cette machine marchait imparfaitement, mais bientôt, avec le concours d'un habile mécanicien nommé Tanner, ils l'amenèrent à un haut degré de perfection.

La machine, mue à bras par un homme, ou mieux par la vapeur, plie, pique et satine au moins mille feuilles à l'heure, et peut aller au delà si l'ouvrier margeur, qui place la feuille sur la table de la machine, est habile.

Pour les journaux, comme une marge régulière, obtenue en plaçant deux lettres de la feuille sous deux pointes de la machine, comme nous allons l'expliquer plus loin, n'est plus nécessaire, que l'on peut se contenter d'une pliure moins parfaite ; on peut obtenir plus de rapidité. M. Tanner, empruntant un organe qui se trouve dans des machines à enveloppe, un tuyau percé de trous à sa partie inférieure, dans lequel un soufflet produit une aspiration, put supprimer l'ouvrier margeur, le tube venant à chaque mouvement de la machine enlever une feuille du tas placé près de la table pour l'étendre sur celle-ci. La machine peut alors plier d'équerre, quatre ou cinq fois, suivant qu'il est nécessaire, 2,800 à 3,000 feuilles à l'heure.

Expliquons maintenant la manière d'opérer de la machine, en décrivant l'opération pour la première qui est la plus compliquée.

Le margeur ayant mis la feuille sur la table supérieure, à la place indiquée par les deux pointures, qu'il fait coïncider avec deux lettres, deux signes quelconques, mais toujours les mêmes pour chaque feuille, un couteau vertical descend et entraîne la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feuille par son milieu à travers une fente pratiquée au milieu de la table, la plie en deux par conséquent. C'est là, pour nous,

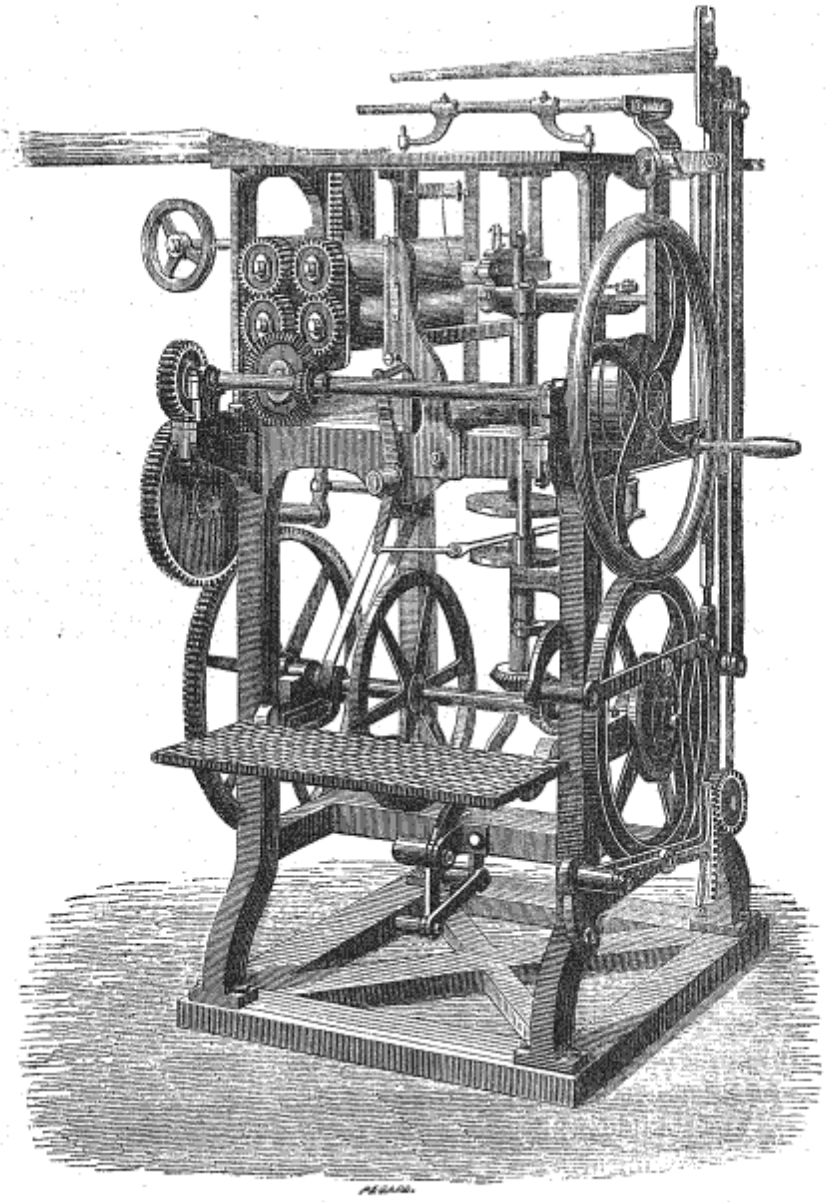


Fig. 9.

l'organe opérateur nouveau et fonctionnant fort bien, qui doit faire le succès de cette machine. Le couteau remonte immédia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement, pendant que la feuille est poussée par un second couteau vertical, allant de gauche à droite, ce qui forme un second pli à angle droit avec le premier. Le milieu de la feuille ainsi pliée, se trouve alors en face d'une paire de cylindres cannelés, dont nous indiquons plus loin l'usage. C'est en ce moment que s'effectue la piqûre. Deux aiguilles, ayant entre elles l'écartement voulu, percent la feuille en son milieu, et tirent, à l'aide de crochets qui les terminent, le fil qui se déroule d'une bobine, et qui est coupé à la longueur convenable par des ciseaux qui font partie de la machine. Enfin la feuille est pliée une troisième fois, par le mouvement horizontal d'un couteau en forme de T, à angle droit avec le second. La feuille est, par ce couteau, poussée par son milieu, et elle s'engage entre les cylindres cannelés, qui en tournant l'entraînent à travers un laminoir qui la satine. Elle tombe de là dans une boîte qui reçoit les feuilles pliées et satinées, et qui sont facilement réunies, après un assemblage, en un volume au moyen d'un peu de colle forte, qui colle sur le dos toutes les extrémités des fils qui sortent de chaque feuille. Après le séchage, il n'y a plus qu'à coller la couverture, pour avoir le volume broché avec une solidité parfaitement satisfaisante.

POINÇONNEUSE DE WOOD.

Depuis quelque temps, l'importante industrie anglaise du façonnage du papier, la *stationnery*, a adopté et appliqué dans une foule de cas le système de pratiquer dans le papier une foule de petits trous cylindriques contigus, de manière à déterminer une ligne de rupture par le moindre effort. Ce système appliqué aux timbres-poste, a semblé assez avantageux pour que l'on ait fait, en France, une obligation à l'entrepreneur de cette fabrication d'en faire l'application à ses produits. Nous donnons la figure de la machine exposée par M. Wood (de Londres), destinée à effectuer cette opération. Elle se compose d'une forte pièce horizontale, glissant entre deux coulisses verticales et suspendue à un arbre au moyen de deux colliers d'excentriques circulaires. En tournant cet arbre à la main, à l'aide d'un petit volant monté sur son extrémité, on fait monter ou descendre cette pièce horizontale, à laquelle est adaptée la griffe, la masse de petits poinçons d'acier destinés à faire des trous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le papier. Sur la table est une pièce en cuivre portant des trous qui correspondent à chaque poinçon, la lunette de chacun d'eux.

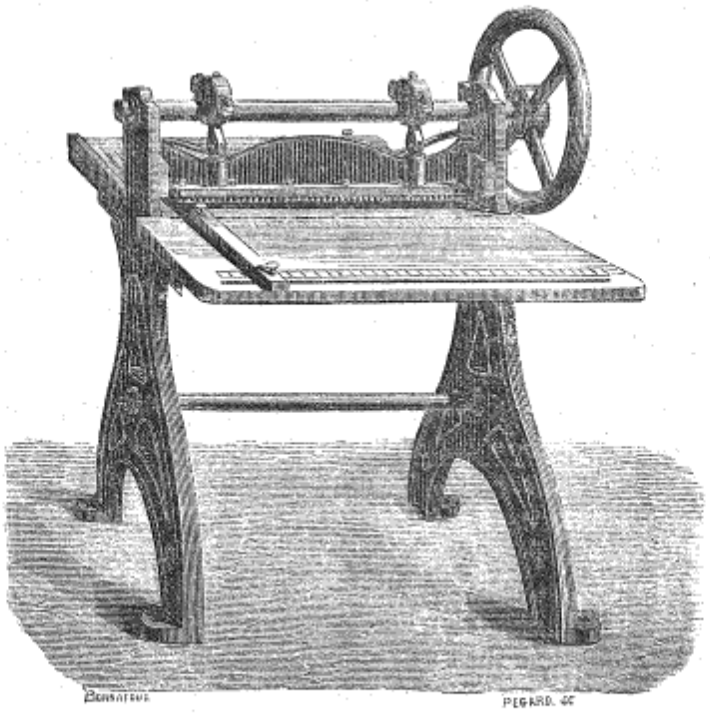


Fig. 10.

Ceci compris, on voit qu'il suffira de placer une feuille de papier sur la table pour pratiquer une série de trous à la place que l'on voudra, en faisant faire un tour au petit volant, et par suite, en faisant occuper successivement à la feuille diverses positions d'après des guides disposés sur la table, de faire semblablement, sur des séries de feuilles, telles opérations de poinçonnage que l'on voudra.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 29.

MATÉRIEL

DE L'ENSEIGNEMENT ÉLÉMENTAIRE,

PAR M. SAINT-EDME.

Des trente-six classes dont se compose l'Exposition de Londres, celle qui attire le moins les regards des visiteurs, tout à la fois à cause de son apparence modeste et du peu d'abondance de ses produits, c'est la classe *vingt-neuf*, dont le titre officiel est *Matériel de l'enseignement élémentaire*. — A l'origine, le programme détaillé de cette classe, arrêté par les commissaires de S. M. la reine d'Angleterre, s'appliquait à l'enseignement en général, dont il embrassait tous les degrés ; cependant, dès le début de ses travaux, la commission française pensa devoir réduire le sujet au point de vue purement élémentaire ; toutefois, pour laisser à cette classe une latitude plus grande, la commission adopta pour elle la subdivision suivante :

1° Moyens d'enseignements, livres et objets compris sous la dénomination générale de *matériel classique ;*

2° Travaux d'élèves obtenus à l'aide de ces moyens.

Quel but se proposait-on, en consacrant une classe entière à l'enseignement, si ce n'est le suivant : établir un concours international dans lequel toutes les nations seraient appelées à exposer leurs méthodes d'enseignement et les résultats qu'elles en obtiennent? L'entreprise a-t-elle été couronnée de succès ? De toutes les nations, trois seulement, la France, l'Angleterre, le Zollverein, ont répondu à l'appel qui leur était fait ; les autres, ou n'ont pas compris le vrai sens de la question, ou n'ont pas voulu en tenir compte. Chacune des trois nations que nous venons de nommer possède une exposition spéciale consacrée au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matériel de l'enseignement ; ailleurs on rencontre çà et là des instruments, des livres qui ont trait à l'éducation, mais qui ne composent nullement une exposition d'ensemble. De quel sentiment étaient animés les membres de la commission française, en limitant le concours à l'instruction élémentaire? Peut-être espéraient-ils qu'il surgirait un remède à l'atonie dont se trouve frappée l'éducation primaire en France ; il n'en a pas été ainsi. — Le point de départ de la civilisation d'un État repose sur la nécessité, pour chacun de ses membres, de savoir lire, écrire et compter ; ce n'est qu'à la condition qu'il possède cette éducation obligatoire que l'homme est digne d'occuper son rang dans la société. Suffit-il pour atteindre ce but d'augmenter le nombre des instituteurs? En France, il est entièrement suffisant ; la moindre commune possède son école primaire, à côté de laquelle existe le plus souvent une école des frères, souvent même une ou plusieurs écoles libres, selon le chiffre de la population.

Le mal existe cependant et il est grave ; chaque année en effet, à l'époque du tirage au sort, on constate une nombreuse population masculine ne sachant ni lire ni écrire ; nous ne parlons pas de la classe féminine, mais, au dire de personnes compétentes, le nombre des ignorantes absolues est encore plus considérable. En devrait-il être ainsi au sein d'une nation aussi versée dans les sciences que la France ! Le seul et unique remède à ce déplorable état de choses est de décréter cet enseignement primitif obligatoire ; il est urgent de voter une loi répressive contre les parents qui sont assez coupables envers leurs enfants pour les priver d'une instruction indispensable, que l'État donne à tous gratuitement. De pareilles lois, très-sévèrement conçues, existent en Allemagne, en Prusse, dans la confédération nommée Zollverein ; la France et l'Angleterre sont les seuls pays où le nombre de personnes ignorantes des premiers éléments soit aussi considérable.

Voilà une des plus graves réflexions que doive inspirer, selon nous, la création à l'Exposition universelle d'une classe relative à l'enseignement élémentaire.

Longtemps livré à la routine, l'enseignement de la lecture est devenu l'objet de sérieuses études ; des méthodes bien diverses ont été successivement proposées. Celles qui sont le plus en usage reposent sur la base synthétique : la méthode d'épellation vul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaire, la méthode de Port-Royal, la méthode syllabique qui est adoptée dans la plupart des établissements d'enseignement primaire ; cette dernière consiste à présenter aux enfants les syllabes toutes formées, dans des tableaux gradués, et alors à leur faire lire la syllabe tout d'un jet, sans la décomposer. Quelques maîtres ont recours à la méthode analytique, qui consiste à familiariser l'enfant avec des mots et à les lui faire retrouver ensuite ; cette méthode fit un grand bruit sous le nom de M. Jacotot, qui l'a ressuscitée en 1790, mais elle n'a jamais été admise dans les écoles primaires du gouvernement. A côté de ces diverses méthodes classiques vient se ranger le procédé mécanique de lecture et d'écriture. Celui qui a eu le plus de succès jusqu'à présent est dû à M. Fallempin, et fut honoré d'une mention à l'Exposition universelle de 1855. Rien de plus simple que cet enseignement mécanique : deux disques concentriques portent, l'un les lettres servant à former les syllabes, l'autre les syllabes qui composent les mots. Le maître fait mouvoir les disques par derrière, et les élèves voient apparaître dans de petites fenêtres entaillées dans le tableau, qui cache les disques, la syllabe ou le mot qu'ils doivent apprendre à épeler, et cela, sans être distraits par la présence des autres lettres. — M. Lallement, instituteur primaire, expose, cette année, un appareil destiné à apprendre à lire et à écrire ; il est encore plus simple : les lettres sont écrites sur des fiches de bois, et à mesure que le maître les range sur un casier exposé à la vue des élèves, ceux-ci doivent exécuter le même travail sur leur casier particulier ; on fait former ainsi successivement aux élèves les syllabes et les mots.

A en juger par les livres de lecture qui existent dans l'Exposition anglaise, les mêmes méthodes sont suivies dans les deux pays pour atteindre le même but ; seulement nous n'avons aperçu aucun système mécanique de lecture, ni d'écriture. Ce n'est pas un reproche, car nous sommes peu partisan de ces procédés, tout au plus bons à employer avec des natures par trop déshéritées. L'enseignement de l'écriture atteint un très-haut degré de perfection dans les écoles primaires ; il faut reconnaître que, sous ce rapport, les enfants qui les fréquentent laissent bien, loin d'eux les élèves des établissements d'enseignement supérieur. D'excellentes méthodes sont mises en pratique pour tirer parti de cet instinct d'imitation qui est inné chez l'enfant : méthode de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pure imitation, de calque, méthode mécanique, elles réussissent toutes à merveille dans les écoles primaires ; aux distributions de prix certains cahiers exposés aux yeux du public sont de vraies œuvres d'art dans ce genre. — L'éducation première, que l'État doit rendre obligatoire, se borne à la lecture, l'écriture, la connaissance des quatre règles du calcul ; mais l'éducation élémentaire que l'école primaire peut fournir aux enfants qui la fréquentent s'élève à un degré plus élevé. Si une trop grande partie de la population des communes reste dans l'ignorance ou conserve son éducation excessivement bornée, il faut l'attribuer à une honteuse avidité de la part des parents, qui ont hâte de recouvrer les frais que leur ont causé leurs enfants, et qui cherchent à les utiliser dès qu'ils leur jugent la force de travailler manuellement ; c'est alors que le maître d'école pourrait intervenir et plaider la cause de l'instruction.

Mais, pour peser sur la volonté de ces natures si difficiles à persuader, pour les amener à comprendre que leur intérêt même, si ce n'est leur devoir de parents, exige le développement de l'intelligence chez leurs enfants, il faudrait que les habitants de la commune eussent de la considération, du respect pour l'instituteur. Or, surtout dans la campagne, la considération se mesure à la position financière, et celle de l'instituteur est bien humble en France. Grâce aux nobles efforts du ministre actuel de l'instruction publique, le traitement de tous les instituteurs primaires comptant cinq années de service, vient d'être élevé à 700 francs. Le vingtième de ceux qui comptent de dix à quinze années d'activité recevront une indemnité qui portera leur traitement à 800 et 900 francs. L'élévation du traitement courra à dater du 1er janvier 1863.

100 000 francs sont répartis entre les institutions comptant moins de 400 francs de traitement. 60 500 francs sont destinés à des secours à donner aux instituteurs que les infirmités ou l'âge éloignent du service.

Mais là ne serait pas l'obstacle, si l'instituteur pouvait hautement donner ses avis sans craindre de perdre les ressources pécuniaires d'où dépend l'existence journalière de sa famille ; le mal réel consiste dans la dépendance sous laquelle il se trouve par rapport au maire, dont il est le secrétaire, et au curé, dont il est fréquemment le servant à l'église. Il serait de la plus grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessité, dans l'intérêt de l'enseignement primaire, de faire en sorte que l'instituteur trouvât, dans son école, une subvention suffisante à son existence, et qu'une loi s'opposât à cette servitude intéressée dans laquelle se trouve l'instituteur auprès de ces deux autorités locales.

A cette condition, les services que l'instituteur rendra à l'enseignement, s'accroîtront en raison même de l'influence morale dont il jouira.

La France, l'Angleterre, et le Zollverein, avons-nous dit, sont les seules nations qui aient une exposition spéciale destinée au matériel de l'enseignement; pour les autres, il faut parcourir l'Exposition pour rencontrer ce qui a trait à la question. Nous devons dire, que dans la salle que l'Angleterre consacre de nom au matériel de l'éducation, nous avons remarqué une collection de jouets bien plus riche que celle des objets relatifs à l'éducation : ces jeux sont du reste très-beaux, la plupart en ivoire, et conditionnés avec tout le confortable anglais; on remarque que les jeunes Anglais sont épris des jeux de billard; il y en a de toutes sortes, et tous portent des noms éminemment belliqueux : *Game of the Amstrong gun*, *Game of war*...

Les machines à calculer ont en Angleterre la même vogue qu'en France. Notre opinion à cet égard est qu'il y a intérêt, pour l'enseignement du calcul, à suivre la vieille méthode qui consiste à faire compter les enfants au tableau devant leurs camarades qui suivent à la plume sur leur cahier. Nous avons vu beaucoup d'appareils mécaniques destinés à exécuter rapidement les calculs dans les bureaux, les administrations. L'instrument qui nous a paru le plus perfectionné dans ce genre, est l'arithmomètre de M. Thomas, de Colmar, déjà honoré d'une mention à l'Exposition de 1855. L'auteur dit, dans sa note, qu'à l'aide de son instrument on fait une multiplication de 2 nombres, de 8 chiffres chaque, en 18 secondes, la division d'un nombre de 16 chiffres par un nombre de 8 chiffres en 24 secondes; une minute suffit pour l'extraction de la racine carrée d'un nombre de 16 chiffres. Cet instrument a en outre l'avantage d'une grande modicité de prix.

L'enseignement élémentaire s'élève à un degré plus élevé que l'enseignement primaire : ce dernier, nous l'avons déjà dit, se borne à la lecture, l'écriture, l'orthographe usuelle, le calcul.

Mais l'enseignement élémentaire comporte de plus : l'arithmé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique commerciale, les éléments de géométrie, de mathématiques appliquées, le dessin, des notions d'astronomie, de physique, de chimie et même de botanique rurale.

Des établissements de l'État, très-renommés sous le nom d'écoles d'arts et métiers, ont pour but de donner aux jeunes gens qui se destinent à l'industrie en général, aux chemins de fer, au service des bateaux à vapeur, etc., l'instruction nécessaire pour en faire des contre-maîtres, des dessinateurs, des ouvriers instruits. Ces écoles, au nombre de trois[1], possèdent chacune 300 élèves.

Les études ont une durée de trois ans; elles se divisent en instruction théorique et en instruction pratique : l'instruction théorique prend 5 heures de la journée de travail; son programme se compose de :

Arithmétique;
Algèbre jusqu'au deuxième degré inclusivement;
Géométrie;
Trigonométrie rectiligne;
Éléments de géométrie descriptive;
Mécanique géométrique et industrielle;
Éléments de physique et de chimie.

Le dessin est réparti entre les trois années d'études, de même l'enseignement du français, de l'histoire, de la géographie et de la comptabilité.

L'instruction pratique occupe 7 heures de la journée et se donne dans quatre ateliers :

Les tours à modèles (travail du bois);
La fonderie;
Les forges;
L'ajustage (ce dernier reçoit à lui seul les 3/4 des élèves).

La commission pour l'Exposition de Londres (section de l'instruction), a demandé au ministre que les écoles d'agriculture et d'arts et métiers envoyassent à l'Exposition les livres et autres documents relatifs à l'instruction. — Les écoles d'Aix, Angers et Châlons ont donc envoyé à l'Exposition, d'une part, les livres, documents, etc., capables de mettre en relief le mode d'enseignement qui leur est propre; d'autre part, des dessins, spécimens

1. Aix. — Angers. — Châlons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divers de croquis, calligraphie, plans, etc., dus aux élèves; on a pu regretter de n'y pas voir figurer quelques pièces de machines exécutés par ceux-ci.

Le nombre de ces établissements spéciaux n'est pas suffisant; il faudrait que l'enfant qui a suivi l'école primaire pût s'instruire aux mêmes conditions dans un établissement remplissant le programme que nous venons d'indiquer; il en résulterait un avantage à la fois matériel et moral considérable : aujourd'hui, un jeune homme doué d'une certaine instruction quitte les travaux agricoles pour la fabrique et l'industrie; l'éducation d'un ordre plus élevé se vulgarisant dans les campagnes, le nombre d'agriculteurs instruits augmentera forcément, et l'exception sera bientôt du côté des ignorants; alors on ne croira plus déchoir en se livrant aux travaux des champs; les campagnes se repeupleront, et l'on sait combien en France il reste de territoire vierge à défricher.

Le matériel d'éducation que l'on rencontre à l'Exposition convient surtout à l'enseignement professionnel; il y a une quantité de modèles en bois, en tôle, etc., pour l'enseignement pratique de la géométrie; c'est dans l'exposition du Zollverein que nous avons rencontré ce qu'il y a de plus parfait dans ce genre; là aussi, nous avons vu une collection remarquable d'appareils destinés à l'enseignement pratique de la mécanique.

L'enseignement pratique de l'histoire naturelle s'est élevé à un degré de perfection remarquable. Dans la section française, l'exposition de l'Institut normal agricole de Beauvais est des plus attachantes; elle se compose : d'une collection des insectes nuisibles aux abeilles et aux animaux agricoles; une série de papillons nuisibles à la culture des champs; l'histoire de l'ailante, acclimatée en France par M. Guérin, s'y trouve complète depuis le cocon jusqu'à l'étoffe nommée ailantine. Dans une même série sont réunis les principaux insectes nuisibles aux céréales, et les œufs de tous les oiseaux destructeurs de ces insectes. Cette exposition nous paraît surtout remarquable en ce qu'elle réalise la méthode d'enseignement qui convient aux écoles professionnelles.

Comme curiosité du même genre, nous devons citer dans l'exposition prussienne, une collection de chenilles évidées et remplies de bourre, sans que la peau ait souffert la moindre déformation; chaque animal est placé sur la feuille qui sert à sa nourriture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les spécimens de M. le Dr Auzoux pour l'enseignement de l'anatomie sont éminemment remarquables; ces modèles représentent les parties écorchées, sur lesquelles les veines, les artères, indiquées en couleur rouge, sont d'une vérité étonnante; chaque modèle est, de plus, de grandeur naturelle. M. Auzoux a suivi la même méthode quant à l'enseignement de la botanique; il présente des spécimens en même matière pour l'anatomie de la tige, de la feuille, de la fleur et du fruit.

L'Exposition abonde aussi en spécimens de minéralogie : c'est dans le Zollverein que l'on voit l'œuvre la plus remarquable en ce genre : c'est une collection de modèles de cristaux à faces de verre, dans l'intérieur desquels sont les cristaux dérivés, exécutés en carton, où les axes de cristallisation sont désignés par des fils.

La photographie a trouvé une nouvelle application dans le matériel de l'enseignement.

La démonstration des théorèmes de géométrie dans l'espace est toujours très-difficile à saisir par les élèves, parce qu'ils ne peuvent se représenter la forme et comprendre la constitution du solide dont on leur parle; montrez-leur préalablement les figures dont vous leur parlez, dans un stéréoscope, ils saisiront de suite la manière d'être de la figure en question, et la démonstration au tableau deviendra bien plus claire pour eux.

L'enseignement du dessin est aussi susceptible de recevoir un grand secours de la photographie : cet art permet la vulgarisation des modèles de maîtres dans les écoles : le professeur peut dresser lui-même un carton de dessins et les répandre dans les mains de ses élèves à l'état de photographies.

L'art de la construction a fait des progrès immenses depuis quelques années, surtout sous le rapport de l'économie; aussi n'avons-nous été nullement surpris en voyant cette quantité de projets de maisons d'école qui tapissent les murs de l'Exposition. et remplissent des cartons tout entiers. Aujourd'hui, pour une somme minime, une commune peut se donner une maison-école parfaitement disposée, avec logement convenable pour le maître d'école, et susceptible de recevoir un grand nombre d'enfants dans des conditions sanitaires excellentes. Cependant il y a, surtout au centre et au midi de la France, nombre de communes qui ne peuvent absolument pas remplacer, par une de ces constructions économiques, leur école, dans laquelle les enfants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passent des journées entières dans des conditions sanitaires déplorables ; n'y aurait-il pas lieu de chercher un remède financier à cet état des choses, aujourd'hui surtout que les travaux de construction sont entrepris sur une si grande échelle[1] ?

Il y a beaucoup de livres à l'Exposition, et surtout de bons ouvrages : nos principaux éditeurs ont tenu à exposer les œuvres les plus utiles à l'enseignement qu'ils ont produites durant ces dernières années ; MM. Desobry, Delalain, Lahure, P. Dupont, Charpentier, Hetzel,... s'y sont donné rendez-vous. Ce sujet nous amène naturellement à parler en faveur de la création des bibliothèques communales. Le but essentiel de ces utiles établissements est de prêter gratuitement aux ouvriers et aux habitants des campagnes des livres moraux et instructifs, dans le double but d'étendre leur instruction et d'occuper des loisirs qu'ils n'emploieraient plus d'une manière nuisible à leur santé et à l'intérêt de la famille. L'État a vivement encouragé cette institution, il l'a même protégée de son autorité, et nous voyons avec plaisir ces bibliothèques prospérer rapidement dans la ville de Paris et les communes environnantes. Les dotations en livres coûtent peu, surtout aux libraires et éditeurs : ce sont eux surtout qui peuvent contribuer à la prospérité de ces établissements.

La musique contribue beaucoup à la moralisation des nations, c'est un fait reconnu et prouvé ; aussi ne saurait-on inspirer trop tôt le goût musical aux enfants dans les écoles ; l'artisan a généralement une sorte de passion pour la musique vocale, et il la cultive avec succès, les sociétés chorales en sont la preuve la plus frappante. La méthode la plus répandue et qui a donné les meilleurs résultats pour l'enseignement de la musique vocale est sans contredit celle de MM. Paris et Chevé ; il y a longtemps que cette méthode est populaire en France : ce fut M. Galin qui créa l'écriture rhythmique, il consigna le résultat de toutes ses recherches dans un ouvrage spécial, mais il mourut à 35 ans, avant d'avoir terminé ses travaux.

M. Paris et le docteur Chevé se sont efforcés de mettre à la

1. Une décision ministérielle vient d'attribuer la somme de 540 000 francs à la construction de maisons-écoles dans les communes pauvres qui ne pouvaient, même pour partie, contribuer à la dépense de ces créations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portée de tous ce que M. Galin avait écrit pour les maîtres seulement.

M. Chevé fait depuis 1849 un cours public et gratuit de musique vocale, dans le grand amphithéâtre de l'École de médecine. Quelques mois après l'ouverture de son cours, les élèves de M. Chevé commençaient à donner des concerts gratuits.

La méthode Chevé ne tarda pas à fixer l'attention des autorités musicales les mieux reconnues, et il s'érigea spontanément un comité de patronage de l'école Chevé. Ce comité est maintenant composé comme il suit : *Président :* M. le comte de Morny; *vice-présidents :* Rossini, le prince Poniatowski; *membres :* MM. Aguado, Félicien David, Dubois, Gevaert, Lefébure-Wély, Offenbach.

L'école Galin-Paris-Chevé se propose principalement de vulgariser la lecture de la musique vocale.

Cette école est représentée à l'Exposition par un instrument qui, nous l'espérons, sera adopté par l'enseignement, c'est l'Œdipe musical, inventé par M. Paris. Cet instrument est destiné à résoudre, avec la plus grande rapidité, aussitôt qu'on lui a confié la donnée mélodique, le problème difficile et multiple dont voici l'énoncé :

1° Distinction immédiate et sûre de tout genre d'intervalle, ou majeur ou mineur, en un ton quelconque de la musique sur portée;

2° Grouper tous les intervalles du même nom en tous les tons.

3° Former et présenter sous un coup d'œil synoptique la gamme majeure ou la gamme mineure dans tous les tons.

4° Enfin transporter une mélodie dans tous les tons ou dans un ton déterminé.

L'enseignement de la musique vocale dans les écoles est aussi en usage en Angleterre; mais, tandis qu'en France l'instrument accompagnateur est l'orgue ou l'harmonium, on fait usage chez nos voisins d'un instrument à lames vibrantes sur lequel on joue à l'aide d'un marteau; les Psaumes sont les morceaux de musique les plus usités. Dans la Belgique, l'Allemagne, la musique est cultivée avec passion, la moindre commune a sa société musicale, instrumentale et vocale; chaque établissement d'éducation est monté avant tout au point de vue de l'enseignement musical.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'industrie et le commerce s'étendent en raison du progrès des sciences, à mesure aussi les peuples tendent à fraterniser, à ne former qu'une seule et même famille; une barrière les sépare de ce but suprême, c'est la variété des langues. Cet obstacle est-il invincible, l'homme sera-t-il toujours un étranger sur la terre alors qu'il aura franchi les frontières de sa nationalité? Nous ne tombons pas dans la folle erreur dont s'étaient bercés ces utopistes qui proposaient d'instituer une langue universelle; mais nous avons à soutenir une idée d'autant plus vraie qu'elle est à la fois simple de théorie et éminemment pratique, celle de l'éducation internationale.

M. Barbier, puis M. Rendu, inspecteur général de l'Université, ont profité de l'occasion que leur présentait l'Exposition pour faire connaître une idée qu'ils nourrissaient chacun en particulier, celle de fonder quatre colléges internationaux en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie, partant de ce principe qu'une personne pouvant parler ces quatre langues ne serait étrangère en aucune partie du globe.

Ce projet de fondation de colléges internationaux a reçu l'approbation de personnages influents de ces nations, et M. Barbier, qui s'est constitué l'apôtre de son idée, a été surtout favorablement écouté du gouvernement français. Loin de se confier exclusivement à ses seules lumières, M. Barbier voulut faire appel aux conseils des personnes compétentes de tous les pays, qui voudraient faire une étude sérieuse de la question qu'il venait de soulever. Dans ce but, il ouvrit un concours auquel les différentes nationalités furent admises, et il fonda généreusement quatre prix : 1° 2 000 fr.; 2° 1 500 fr.; 3° 1 000 fr.; 4° 500 fr., pour récompenser de leur travail les auteurs des Mémoires les plus satisfaisants.

Une commission internationale fut convoquée, à l'effet de juger ces Mémoires, et après sa constitution la commission impériale accepta le programme que lui soumit M. Barbier, et déclara le concours ouvert par décision insérée au *Moniteur* du 30 décembre 1861; le concours a été fermé le 30 juin 1862, et 227 projets ont été remis; le travail de la commission touche à sa fin, nous sommes bien impatient de connaître les résultats qui ressortiront de ses travaux.

Voici maintenant l'exposé du projet conçu par M. Barbier :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sa combinaison repose sur la fondation d'un collége international, sous la protection commune des quatre puissances coopérantes; quatre établissements existeraient en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie. On y réunirait les enfants depuis dix ans jusqu'à dix-huit ans; ils seraient répartis en nombre égal dans chacun des établissements; les études, la discipline seraient soumises à un programme unique, résumant les règles et les méthodes les plus parfaites de chaque pays. Partout l'enseignement serait le même, de telle sorte que l'enfant sortant d'une classe en France trouvât dans la classe supérieure d'un autre collége, quel qu'il fût, la suite des études commencées.

A la fin de chaque année, un concours serait ouvert dans chaque classe entre les quatre établissements.

L'enfant, entré à dix ans au collége international, serait envoyé chaque année d'un établissement dans un autre, et quand il aurait successivement passé, dans chaque pays, une année dans les classes inférieures, il recommencerait la même rotation dans les classes supérieures, de manière que, ses études finies à l'âge de dix-huit ans, il aurait vécu deux ans dans chaque pays.

Certes il faut s'attendre à nombre de difficultés pratiques; c'est dans le but d'amoindrir ou d'anéantir les plus graves que le concours a été ouvert. Le projet conçu par M. Barbier occupe spécialement les esprits en Angleterre, la presse anglaise lui est favorable; espérons qu'un commun accord permettra d'essayer si cette idée est une grandiose utopie ou un progrès réalisable.

L'enseignement des aveugles et des sourds-muets n'a pas été oublié à l'Exposition. La seule méthode que nous ayons remarquée est celle de M. L. Foucault, déjà honoré d'une médaille en 1855. M. L. Foucault, qui est un aveugle-né, a fait en sorte qu'un aveugle puisse écrire pour un voyant et pour un aveugle, qui peut corriger lui-même ce qu'il a écrit. Il expose, en tête de son ouvrage, les raisons qui ont déterminé son travail : « L'institution des aveugles apprend à lire et à écrire aux aveugles-nés, mais la lecture s'apprend dans des livres en relief, de sorte que, sorti de l'institution, l'aveugle retombe dans le désert, il n'a plus de livres; quant à l'écriture, il l'oublie presque de suite, l'organe du toucher développé à l'institution perdant très-vite sa sensibilité. »

C'est sur le pointé que repose la méthode de M. Foucault; il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a construit une mécanique à écrire avec laquelle on peut à volonté ou piquer le papier seulement, ou le noircir en même temps.

On a cherché aussi à donner aux sourds-muets une éducation particulière qui leur permît de suppléer aux organes qui leur manquent.

Dès le seizième siècle, le bénédictin Pedro de Ponce, en Espagne, le ministre W. Holder, en Angleterre, essayaient d'instruire quelques jeunes sourds-muets ; mais ceux dont les efforts eurent le plus de succès furent sans contredit le célèbre abbé de l'Épée, qui inventa l'alphabet manuel et fonda, à ses frais, l'Institut des sourds-muets, et l'abbé Sicard, son successeur, qui contribua beaucoup à rendre son œuvre populaire.

Plusieurs méthodes bien différentes ont été employées pour l'instruction des sourds-muets. On se borna d'abord à développer chez eux le langage naturel d'action et à en faire d'excellents mimes que tout le monde put comprendre, puis on créa pour eux un alphabet manuel purement conventionnel, représentant chaque lettre par un signe particulier, c'est l'œuvre de l'abbé de l'Épée. On est enfin parvenu à leur faire comprendre la parole d'après le seul mouvement des lèvres, à leur faire articuler des sons, à les faire parler enfin, sans qu'ils s'entendent eux-mêmes; ce dernier procédé est appliqué aujourd'hui avec succès par M. Dubois.

En résumé, la création à l'Exposition universelle de 1862 d'une classe spécialement affectée à l'enseignement, nous paraît devoir être considérée comme un fait capital, non pas principalement quant au perfectionnement qui peut en résulter pour le matériel classique, mais surtout quant aux importantes questions qui se révèlent d'elles-mêmes à cette occasion.

C'est le moment que doivent saisir les hommes éclairés sur le grave sujet de l'éducation, pour prendre la parole et indiquer avec netteté et fermeté les besoins de l'enseignement, et surtout pour formuler les réformes importantes que réclame l'état de souffrance de l'enseignement primaire.

Paris. — Imprimerie P.-A. BOURDIER et Cie, rue Mazarine, 30.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXAMEN COMPARATIF DES EXPOSITIONS

des différents peuples. (SUITE.)

PAR M. H. TRESCA.

BELGIQUE. — L'industrie de la Belgique ressemble, tout à la fois, à celles de l'Angleterre et de la France; plus active que la nôtre, dans tout ce qui touche à l'exploitation de ses mines nombreuses, elle s'en rapproche beaucoup dans l'organisation de ses fabriques de tissus. La population laborieuse de ce pays, qui ne compte pas moins de cinq millions d'habitants, était représentée à l'Exposition par plus de sept cents numéros : proportionnellement aux populations des deux pays, c'est une fois et demie autant que la France. Beaucoup de produits minéraux, une agriculture de bon aloi, des machines en assez grand nombre, des produits manufacturés de grande consommation, très-peu de recherche artistique dans la plupart de ces produits, voilà, d'une manière générale, le caractère de l'Exposition belge dans laquelle nous aurons à signaler, de loin en loin, quelques détails d'un grand intérêt.

Le gouvernement belge a profité du concours actuel pour faire connaître toutes ses richesses minérales : il y a mis une sorte de coquetterie, et la collection des roches constitutives et des produits minéraux de son sol, recueillis par M. Scherpenzeel, de Liége, constitue, à elle seule, un vrai musée pratique de toutes les industries qui s'y rattachent. Les échantillons, au nombre de douze cents, ont été classés suivant la méthode du professeur Dumont, et des notices des plus instructives accompagnent les produits principaux. C'est ainsi que nous apprenons qu'en 1860 la Belgique a extrait 10 000 000 de tonnes de combustible minéral, représentant une valeur de 107 000 000 de fr. ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces chiffres indiqueraient un prix moyen de 10.70 par tonne, en y comprenant toutes les qualités et grosseurs.

Les minerais de fer oxydé se présentent généralement dans les terrains carbonifères, tantôt en véritables couches et en contact des divers étages de ce terrain, tantôt sous forme de dépôts dans les dépressions et les crevasses des roches. Sans être de très-bonne qualité, ils fournissent généralement des fontes et des fers applicables à la plupart des emplois industriels; exploités sur douze cents points différents, ils ne produisent pas moins de 561 000 tonnes de minerai lavé.

Les mines de zinc, les carrières de marbres rouges et noirs, les pavés, les pierres à aiguiser, et, dans une bien moindre proportion, les pierres à meules complètent ces immenses richesses minières.

Parmi les produits agricoles, le houblon, le lin et le tabac occupent une grande place, et l'on y remarque un blé dit pluie d'or, qui, semé seulement au commencement de juillet, vient à maturité avant la fin d'octobre. Malgré le vin mousseux de M. Patron Joly de Huy, dans la province de Liége, la Belgique continuera à être considérée comme un bon pays de consommation, mais non de production vinicole.

Nous voyons, dans les produits de la classe 4, que l'industrie du défilochage se tient à la hauteur du développement de celle de la draperie, dont elle paraît former maintenant une annexe de plus en plus essentielle.

Dans les classes 5 et 6 nous remarquerons le wagon d'été de la compagnie générale du matériel des chemins de fer, la fabrication des rails en acier puddé, et la carrosserie parfaitement exécutée de MM. Jones frères, de Bruxelles. Le wagon d'été se compose d'une plate-forme couverte, donnant accès à deux salons, très-confortablement mais très-simplement décorés. Ce mode de construction devrait bien être introduit chez nous.

Les machines sont en général d'une construction courante, mais non point irréprochable, si ce n'est peut-être en ce qui concerne les machines des arts textiles, parmi lesquelles on doit signaler les assortiments pour la filature de la laine de MM. Houget et Teston; les tondeuses de MM. Neubarth et Longtain, et la machine à teiller, tout à fait pratique, de M. Mertens.

Deux belles machines à papier; un lavage de minerai, système

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bérard; une machine soufflante, système Fossey, à distribution rotative, plus ingénieuse que pratique; le dessin d'un ventilateur, de Guibal, devant expulser 100 mètres cubes par seconde, avec une dépression de 40 à 100 millimètres d'eau, forment un ensemble très-remarquable.

Une machine à agglomérer, de M. Dehaynin, produisant par an 180 000 tonnes, est bien faite pour démontrer l'importance qui s'attache, dès maintenant, à l'utilisation des débris de houille.

Enfin, le fait le plus considérable de l'exposition belge, sinon le plus apparent, est celui qui est représenté, bien à l'écart, par le modèle de cuvelage de M. Chaudron. Au moyen de garnitures de mousse qui suffisent à rendre momentanément étanches tous les joints, M. Chaudron est parvenu à faire traverser, à son cuvelage en tôle, des nappes aquifères de grande hauteur : cet appareil sera décrit avec soin en traitant des machines de la classe 1re.

Nous ne trouvons ensuite, jusqu'à la classe 16, que les chronoscopes de M. Gloesener, et la fabrication des armes de Liége, parmi les objets qui contribuent à l'éclat de l'Exposition. Remarquons que nos armes Lefaucheux y sont en assez grand honneur pour que quatre des exposants, au moins, se livrent presque exclusivement à la confection de cette invention française. Il y a sans doute plus d'originalité, mais moins d'utilité peut-être dans une brouette, se transformant en lit de camp, tente, nacelle ou pont, à volonté. Il semblerait qu'après de pareils chefs-d'œuvre la guerre ne doive plus présenter aucune fatigue.

Dans la section des produits manufacturés, la Belgique est très-bien représentée par une multitude d'articles de fabrication courante, particulièrement pour ses tissus et ses fers ouvrés.

L'industrie du coton (44 exposants), celle du lin et du chanvre (85), n'ont pas cependant l'importance de ses fabriques de lainage (92), qui, à Verviers seulement produisent annuellement 400 000 pièces de tissus, particulièrement des draps de bonne qualité. Il y a peu de soieries, à peine quelques expositions de tapis, parmi lesquelles cependant celle de la manufacture impériale de Tournay; mais la dentelle est l'objet d'une fabrication plus développée que partout ailleurs, et l'on n'y compte pas moins de 45 expositions d'une grande richesse : c'est beaucoup plus que dans les galeries françaises.

La dentelle constitue en Belgique une industrie vraiment natio-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nale dans laquelle la plupart des villes se sont fait un nom. Bruxelles, Malines, Courtrai, Bruges, Grammont, Alost ont leurs points spéciaux; cette industrie se retrouve sur la frontière française, à Valenciennes principalement; mais on commence chez nos voisins à imiter notre Chantilly et les produits de la Suisse. Les toiles cirées et les ornements d'église sont aussi l'objet d'une grande industrie.

Parmi les exposants figurent un grand nombre d'ateliers d'apprentissage dont l'organisation doit être signalée, au moment où l'on s'occupe de tous côtés de l'organisation de l'enseignement professionnel.

« Les ateliers d'apprentissage doivent leur origine à la crise linière des Flandres et à une crise alimentaire dont le gouvernement s'est appliqué à conjurer les effets. Former des tisserands habiles pour l'industrie privée, les initier à tous les procédés d'un travail plus varié, en vue de créer à l'industrie nationale de nouveaux débouchés; populariser les métiers et les procédés les plus perfectionnés du tissage; en un mot fonder, sur des bases rationnelles et solides, l'instruction professionnelle de l'ouvrier tisserand; lui fournir les éléments d'un travail meilleur et mieux rétribué, et par là travailler à l'augmentation du prix de la journée, tel fut le but de la création de ces ateliers. »

Le nombre des ateliers d'apprentissage est de 68; 50 sont établis dans la Flandre occidentale, 16 dans la Flandre orientale, et 2 seulement dans le Hainaut. Les frais de ces institutions sont supportés en partie par l'État, en partie par les provinces, et en partie par les communes sur le territoire desquelles elles sont établies.

On nous permettra d'entrer dans quelques détails sur l'organisation de ces établissements, dont la France est entièrement privée, et qui démontrent surabondamment qu'il ne serait pas difficile d'y organiser cependant des écoles de filatures. Lyon, Nancy et Dieppe sont nos seules villes qui jusqu'ici aient fait quelque chose dans ce but.

L'enseignement primaire est donné dans les ateliers par l'instituteur communal ou par tout autre agent choisi par l'autorité locale. Des contre-maîtres instructeurs sont chargés de l'instruction professionnelle des apprentis.

Pour être admis dans un atelier, il faut être âgé de 12 ans au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins et avoir l'aptitude voulue pour exercer la branche d'industrie qui y est enseignée; les apprentis qui possèdent l'instruction primaire peuvent, par exception, être admis avant l'âge de 12 ans.

Des commissions administratives veillent à ce que le travail des enfants soit toujours en rapport avec leurs forces physiques. Dans aucun cas la durée de la journée de travail ne peut dépasser douze heures.

Un salaire stipulé par la commission administrative avec les entrepreneurs est alloué aux apprentis. Une retenue, qui ne peut être inférieure à 5 p. 100, ni dépasser 10 p. 100, est faite; le montant de cette retenue est versé dans une caisse spéciale et employé, s'il y a lieu, lors de la sortie des apprentis, à l'achat de l'outillage dont ils ont besoin pour exercer leur industrie à domicile. A leur sortie, un certificat constatant leur aptitude et leur conduite leur est délivré, s'il y a lieu, par la commission.

Le travail des ateliers se fait au compte des industriels, qui fournissent la matière première; la préférence doit être donnée aux fabricants qui offrent les conditions les plus avantageuses à l'ouvrier, tant au point de vue du salaire que de l'instruction professionnelle. Les commissions administratives peuvent, à cet effet et en cas de nécessité, conclure, sous l'approbation du ministre de l'intérieur, des conventions dont la durée ne dépasse pas le terme de deux années.

Il est accordé, dans les limites des allocations des budgets, aux apprentis qui, à leur sortie des ateliers, en sont jugés dignes, à raison de leur aptitude et de leur conduite, des récompenses pécuniaires, destinées soit à compléter le prix d'achat d'ustensiles perfectionnés, en cas d'insuffisance des retenues, soit à pourvoir à d'autres besoins dérivant de l'exercice de leur métier.

La sagesse de ce programme donne une idée fort exacte de la sagesse qui préside à toute l'organisation industrielle de la Belgique : ses fers ouvrés, sa quincaillerie, sa coutellerie, ses usines de céramique, ses fabriques de glaces même, sont toutes remarquables par une administration bien conduite et une régularité de production que l'on ne retrouve qu'en Angleterre.

Parmi les industries les plus spéciales à ce pays, nous citerons celle des briques et poteries réfractaires pour laquelle encore son sol est singulièrement privilégié, et la fabrication de ses beaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parquets, non celle des meubles. Enfin, comme produits auxquels on cherche à donner une certaine extension, nous citerons les tuyaux de plomb, à profils de corniches et de moulures, pour conduites d'eau et de gaz, et le minium de fer d'Auderghem, qui paraît pouvoir remplacer le minium de plomb comme peinture dans une partie de ses applications.

Suisse. — Les industrieux habitants de la Suisse ont figuré au nombre de près de quatre cents dans le palais de Kensington : ce chiffre est considérable pour une population de 2 400 000 habitants, dont la plus grande partie sont exclusivement voués à l'agriculture. Quelques industries y sont cependant pratiquées, pour ainsi dire, en famille, l'horlogerie surtout, qui comprenait à elle seule plus du quart du nombre des exposants.

Les produits agricoles les plus appréciés ont été, non pas les fromages, ce qui n'aurait étonné personne, mais les vins de Neuchâtel, de Vevey, du Valais et des Grisons, etc.

Quelques produits isolés ont paru remarquables; le manganèse du professeur Brunner, obtenu par un nouveau procédé, les beaux produits dérivés de l'aniline de M. Muller, et la roue flottante de M. le professeur Colladon, faisant mouvoir une pompe héliçoïdale, la belle machine de navigation à faible tirant d'eau de MM. Escher, Will et Cie; les machines à plier et à relier, dont notre collègue, M. Laboulaye, a parlé en détail, les beaux disques pour verres d'optique de M. Duguet de Fribourg, sont dans ce nombre. Mais ces objets n'appartiennent pas aux industries principales et réellement nationales de la Suisse.

Après l'horlogerie, qui occupe un très-grand nombre de bras, mais qui ne présente pas de progrès importants, si ce n'est peut-être dans la plus grande perfection du travail manuel, nous citerons, par ordre d'importance, la fabrication des mousselines brodées, dans laquelle la Suisse occupe une des premières places, celle des rubans de soie, très-considérable, mais inférieure à l'industrie analogue de Saint-Étienne, les tissus de coton teints en rouge turc pour l'exportation, la fabrique des chapeaux de paille, et celle des objets en bois sculpté. Dans toutes ces spécialités, les produits suisses ont un caractère particulier, mais assez voisin de celui de nos produits analogues. Plus française qu'allemande, l'industrie de la Suisse est très-spécialisée : on la croirait celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un de nos départements, si la pratique des machines y était plus répandue, et si les questions de forme et de goût étaient, en général, mieux étudiées.

Disons cependant que, dans tout ce qui concerne la fabrication des montres, et sans doute par suite de la parenté qui existe entre elles, en ce qui concerne la bijouterie et la joaillerie, certains produits ne laissent rien à désirer. Quant à l'industrie des machines, rien de plus remarquable assurément que le métier à rubans de MM. Wahl et Socin, dont notre collègue, M. Alcan, aura à décrire les organes principaux.

Au prorata de sa population, la Suisse doit déjà être comptée parmi les nations les plus industrielles de l'Europe.

ITALIE.— Le royaume d'Italie figure pour la première fois dans les expositions universelles de l'industrie, et l'on aurait pu craindre que, préoccupé de sa propre organisation, le gouvernement négligerait de préparer, avec le soin convenable, tous les éléments d'un pareil concours. Cependant l'Exposition de 1861 à Florence s'était produite avec un certain éclat; et, dans le palais de Kensington, on peut faire une étude intéressante de tous les éléments de prospérité industrielle que l'Italie trouve dans la constitution de son sol et dans son climat : on a voulu que toutes les industries italiennes fussent représentées, et, parmi elles, nous en trouvons plusieurs qui sont tout à fait exceptionnelles.

Placée entre l'Orient et l'Occident, avec ses ports dans la Méditerranée et dans l'Adriatique, l'Italie semble plutôt destinée à servir d'intermédiaire commercial entre ces contrées, et elle doit facilement trouver, dans ces relations déjà établies, l'écoulement des produits de son sol.

Le catalogue que vient de publier la Commission italienne est rempli d'indications très-étendues sur les produits des quatre premières classes, et ce sont celles qui sont le mieux représentées à l'Exposition.

Bien que l'industrie des mines ne soit pas très-développée en Italie, la matière première y est abondante, à l'exception du combustible minéral qui fait complétement défaut, si ce n'est dans quelques gisements d'anthracite et de lignite; la tourbe y est abondante et remplace la houille dans la plupart des opérations métallurgiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les industries les plus remarquables, celle de l'acide borique occupe la première place; et, entre les mains du comte de Larderel et de ses héritiers, elle a peuplé des localités jusqu'alors inhabitables. C'est en Toscane, près de Pomarami et de Monterotondo, que des vapeurs brûlantes, imprégnées d'acide borique, d'hydrogène sulfuré, d'ammoniaque, se dégagent du sol. La chaleur qui se dégage des fumerolles est employée au chauffage et à l'évaporation des dissolutions, en telle sorte que cette fabrication importante se suffit, pour ainsi dire, à elle-même. Tantôt ces fumerolles sont naturelles, et on s'installe dans les lieux où elles se montrent; tantôt, comme à Monterotondo, on détermine leur formation par des trous de sonde poussés à une profondeur suffisante.

Le soufre de la Sicile et des Romagnes, l'alun de roche de Montioni et de Volterre ont aussi une grande importance. Au point de vue métallurgique, on connaît l'excellence des minerais de fer oligiste de l'île d'Elbe, cette île que l'on nomme quelquefois *insula generosa metallis*. On en exporte chaque année 50,000 tonnes, dont la richesse varie entre 55 et 60 pour 100. En Lombardie, le fer carbonaté magnésifère produit, par les méthodes au charbon de bois, des fontes excellentes, plus particulièrement employées pour la fabrication des aciers.

Les minerais de cuivre et de plomb argentifère sont abondants, mais ils ne donnent pas lieu à d'importantes exploitations; quant aux gisements aurifères des Alpes et des Apennins, ils n'emploient plus que trois à quatre cents ouvriers; parmi les mines de mercure, celle de Sicle continue seule à être exploitée.

Les marbres statuaires et d'ornement sont au contraire plus recherchés. Parmi les premiers, les plus beaux marbres blancs saccharoïdes sont en Toscane, à Carrara, Massa, Sevaressa, qui valent de 1200 à 1400 fr. le mètre cube; mais, parmi les brèches de la dernière localité, il en est qui se vendent, pour les besoins de la décoration, jusqu'à 6000 fr. le mètre cube. Le plus bel albâtre candide se vend jusqu'à 700 fr., dans la vallée du Marmolair, et les albâtres blancs ou colorés de Volterre sont les plus estimés. Les jaspes de Giarreto, les calcédoines de Monti-Rufoli, et les autres pierres dures de la Toscane servent de matière première pour les belles mosaïques de Florence, qui sont exclusivement exécutées dans les ateliers du gouvernement avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des matériaux naturels. La terre de Sienne et la terre d'Ombre fournissent à la peinture des couleurs indestructibles.

Telles sont, d'une manière sommaire, les richesses minérales de l'Italie : elles sont intéressantes à plus d'un titre, et elles constituent, avec les produits végétaux et la statuaire, le caractère le plus saillant de l'Exposition.

L'agriculture italienne est en général moins soignée que l'agriculture française, mais elle est au contraire très-perfectionnée sur certains points; les céréales, au nombre desquelles il faut compter, pour une proportion considérable, le riz, le maïs, le sarrasin, le millet blanc et le millet d'Italie, sont en grande abondance; les farines, les pâtes, les tabacs et les vins figurent, en première ligne, parmi les produits fabriqués; mais le produit principal est l'huile d'olive, qui forme, pour le commerce d'exportation, un contingent considérable. La culture du mûrier dans l'Italie méridionale, où les hivers sont presque aussi doux que ceux de la côte d'Afrique, donne également lieu à des transactions importantes. Les légumineuses, et en particulier les diverses variétés du lupin, jouent un rôle important dans cette agriculture dont l'olivier et l'oranger définissent en partie le caractère.

Les vignobles occupent proportionnellement une surface plus grande que celle qui leur est consacrée en France : le vin représente en Italie une valeur de plus de 500 millions de francs. Le Lacryma-christi, le Marsala, les muscats de Syracuse, les vins d'Asti sont exceptionnels; mais les procédés de fabrication, fort imparfaits, conduisent trop souvent à des qualités très-médiocres qui tendent cependant à s'améliorer, et qui pourraient former alors un objet de commerce considérable : la pratique du soufrage paraît avoir exercé, sous ce rapport, une influence fâcheuse.

En ce qui concerne les matières premières de l'industrie, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire textuellement la notice très-intéressante que donne, à ce sujet, le catalogue officiel :

« Les matières tinctoriales d'Italie sont recherchées particulièrement en France et en Angleterre : la garance des principautés méridionales et de la Terra di Lavoro, l'orseille de Sardaigne et de Pantellaria, le safran d'Aquila et de Sicile, le carthame, la morelle, le sumac de Venise. Les matières tannantes sont aussi l'objet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un grand commerce : nous citerons le sumac ordinaire, une des sources principales de richesses de la Sicile; l'écorce de chêne, de l'yeuse ou chêne vert, de l'orme, du grenadier; les noix de Galle; les feuilles du myrte et du lentisque. N'oublions pas les fibres textiles si précieuses : le chanvre de Bologne, de Ferrare, de Césena, d'Ascoli, de la province de Naples; le lin de Crémone, de Lodi, et d'autres parties de la grande vallée du Pô; l'aloès de Lecce, de Sicile, de l'Elbe; la sparte de Sicile, les genêts de Calabre; les cotons des Pouilles, de Calabre et de Sicile, dont l'étendue augmente tous les jours. D'autres plantes fournissent du sucre, de l'alcool, du rhum, comme le sorgho chinois, les betteraves, la réglisse, la canne à sucre d'Avola, l'asphodèle, les arboises et beaucoup d'autres fruits sucrés. Des plantes résineuses fournissent le galipot, la térébenthine, le brai sec, la sandaraque; des plantes à fruits donnent les gommes du pays, qui remplacent en partie la gomme arabique; le mûrier, par son feuillage, est la source indirecte de la soie; les arbres et les arbustes, tels que le sapin ordinaire, le sapin d'Italie, le pin, le mélèze, le cyprès, l'if, le noyer, le chêne, le hêtre, l'érable, le châtaignier, le peuplier, le micocoulier, l'olivier, l'oranger, l'alaterne, le houx, le carroubier, le térébinthe, donnent des bois très-estimés pour les constructions maritimes, ou pour les autres travaux de charpente, de menuiserie et d'ébénisterie, et des écorces tannantes ou autres, telles que le liége; une grande quantité de plantes fournissent, à diverses industries, leurs matières premières : les saules, pour les chaises de Chiavari, et les précieux chapeaux de copeaux des provinces de Modène; le palmier nain, avec les feuilles duquel on fait, en Sicile, des chapeaux, des paniers, des balais, des cordes; et enfin le blé, dont on utilise la paille pour beaucoup d'ouvrages, particulièrement pour les chapeaux de paille qui forment un si beau produit, et qui procurent un si grand revenu dans les environs de Florence. A Syracuse, on fait, avec le papyrus, du papier, à l'imitation de celui des anciens; avec les pailles de marais on recouvre partout les gros flacons à vin, à huile, et les dames-jeannes avec les saules et les osiers. Les roseaux servent à plusieurs usages agricoles et de l'intérieur des habitations; avec le chrysopogon-grillus on fait, dans l'Émilie, des brosses, et avec le sorgho, des balais; on carde les draps avec les chardons à foulon; on retire la glu des boutons du mar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ronnier; avec la racine d'iris on fait des parfums, mais surtout des articles de pansements; le séné, l'anis, la coriandre, le fenouil, et beaucoup d'autres plantes, donnent des essences; il en est de même des fleurs du jasmin, de l'oranger, des roses, des violettes.

« La série animale n'est pas moins riche en produits de cette classe, et quelques-uns d'entre eux ont une grande importance en Italie. Les toisons de mérinos, métis des races indigènes et des races primitives, ou de race entièrement pure et parfaitement conservée, du Piémont, des maremmes toscanes et de quelques parties des provinces napolitaines, sont assez fines, assez longues et assez homogènes pour ne craindre de comparaison avec aucune toison venant de l'étranger. Le poil des chèvres d'Angora promet de devenir un produit des montagnes de la Sicile.

Le ver à soie donne un revenu de plusieurs millions à la Lombardie, au Piémont et à la Toscane, aux Marches et à d'autres provinces de l'Italie. On a entrepris l'élève de plusieurs autres espèces de vers à soie, dont les produits arriveront à compenser leur infériorité relative par rapport à ceux des vers du mûrier, par la diminution des dépenses, et par l'utilisation des plantes et des terrains qui, jusque-là, n'étaient d'aucun rapport.

Le miel de Bormio est quelquefois meilleur que ceux de Chamounix et de la Suisse; ceux de la Sardaigne et de la Sicile rappellent l'antique miel d'Ibla et le miel moderne de Narbonne.

Au moyen de la cochenille de la Sicile, nous diminuerons le tribut que nous payons au Mexique.

L'industrieux Italien travaille le corail, recueille les éponges, si abondantes dans les mers qui baignent les côtes méridionales de la Péninsule, et celles des grandes îles; il fait des fleurs et des colliers avec les coquillages, et même des gants et des châles avec le byssus de la nacre (*pinna nobilis*); avec l'ablette du Tibre, on prépare à Rome l'essence orientale pour la fabrication des perles fausses; les peaux de squale sont utilisées par les menuisiers; l'écaille de le tortue du pays supplée en partie à la véritable écaille qu'on travaille admirablement à Naples. Les oies, les dindons, les corbeaux nous donnent les plumes à écrire; les sangliers et les porcs, les soies servant à la fabrication des brosses; les chevaux, des crins pour plumets et pour tissus, ou pour les usages de l'ameublement; les chèvres et les bœufs nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fournissent leurs cornes pour différents usages; les cornes des buffles servent à la fabrication des peignes, des tabatières, des boutons; les bœufs de Naples et de Sicile fournissent ces cornes gigantesques qu'on travaille de différentes manières pour l'ornementation des salons; les os sont utilisés pour les différents travaux de tour, pour de la colle, de la gélatine, des engrais agricoles; pour ce dernier, on exporte en grande quantité le sang desséché. »

C'est à peine si nous avons, dans cette intéressante nomenclature, changé quelques expressions trop italiennes : telle qu'elle est, elle montre bien le caractère de l'industrie manufacturière qui cherche à se développer chez un peuple dont la population commence à devenir plus dense, et qui s'efforce d'utiliser tous les matériaux qu'une nature vraiment prodigue a mis sous sa main. Il fallait conserver, à cette peinture, son orignalité native; et, pour compléter le tableau, tel qu'il se présente à l'Exposition, nous pourrons nous borner à ajouter que, dans les arts mécaniques et dans tout ce qui touche à la grande fabrication, l'Italie est très-peu avancée. Très-bien doué pour l'étude des sciences et arts, l'Italien se livre peu aux applications industrielles. L'instruction professionnelle y est peu développée, et quand nous aurons cité les soieries, nous serons bien près d'avoir indiqué ce qu'il y a de plus important dans l'industrie de ce nouveau peuple.

La construction des machines a pour représentant principal l'établissement du chemin de fer de l'Etat à Naples; M. Bonelli, qui figurait à l'Exposition avec son métier électrique, et un nouveau système de télégraphe; MM. Sommellier, Grandis et Grattoni avec les dessins du perforateur employé aux gigantesques travaux du mont Cenis. Les instruments de précision, les pièces d'horlogerie et les instruments de musique étaient peu nombreux; mais, à défaut de la quantité, on considérera peut-être, en ce temps de guerre, comme un progrès l'invention d'une trompette nouvelle armée d'un pistolet.

La production de la soie s'élève en Italie à 50 ou 60 millions de kilogrammes, et elle a successivement développé les diverses industries qui mettent en œuvre ce produit brut : le tissage et la teinture occupent un grand nombre de bras, et le velours est particulièrement remarquable. Aussi le nombre des exposants s'élève-t-il, pour cette classe seulement, à plus de 150.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne trouvons à remarquer, dans les classes suivantes, que les mosaïques de pierres dures, les émaux et les camées, et enfin la céramique, qui, à l'exception des faïences en imitation de celles du quinzième et du seizième siècle, ne sont pas très-intéressantes.

Ce qui surtout a beaucoup contribué au succès de l'Exposition italienne, ce sont ses œuvres d'art, particulièrement la statuaire, et cette particularité tient encore à ce que les efforts sont encore individuels; le mouvement vers la pratique générale de l'industrie est encore peu marqué; mais, avec les éléments naturels que l'Italie possède, elle peut rapidement prendre une place importante dans la fabrication européenne.

Les États romains, n'ont fourni, cette fois que 50 exposants, parmi lesquels nous n'avons à citer que les aluns et les mosaïques des établissements du gouvernement, et quelques heureux travaux de marbrerie. Les principaux monuments de la ville éternelle et la plupart des objets d'art qu'elle possède sont fort bien reproduits par de belles et bonnes photographies; ce n'est déjà plus de l'industrie, mais presque de l'art.

Espagne et Portugal. — On ne saurait rencontrer une plus complète ressemblance que celle des expositions de ces deux pays. Grande richesse de matières minérales, peu exploitées; cultures variées et importantes dans lesquelles la vigne occupe une grande place; industries mécaniques peu développées; fabrication des produits industriels d'un usage général : tel est à peu près le caractère de l'une et l'autre contrée.

Si l'on y regarde de plus près, on aperçoit cependant en Portugal un mouvement plus marqué de progrès, et comme une sorte d'aspiration vers les pratiques des contrées européennes plus avancées en industrie. Certaines classes, dans lesquelles l'Espagne n'a rien exposé, ont donné lieu, chez ses voisins, à des récompenses isolées, mais accordées en parfaite connaissance de cause. Sans doute cette différence tient en partie à ce que les exposants du Portugal sont proportionnellement plus nombreux; mais cette circonstance n'est-elle pas, par elle-même, une sorte de preuve d'une activité industrielle plus marquée?

L'Espagne compte, en y comprenant ses colonies, 20 millions d'habitants; elle est représentée à l'Exposition par 1133 numéros.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Portugal, dont la population est de 4 millions, atteint presque le même chiffre d'exposants; 1 014 pour la métropole, et 1 130 en y comprenant les produits de quelques-unes de ses colonies de l'Asie et de l'Afrique. La richesse minérale de l'Espagne est représentée par 156 exposants; celle du Portugal par 59 seulement. Les produits végétaux et animaux (classes 3 et 4) comptent, pour l'Espagne, 672 exposants au palais de Kensington; pour le Portugal, le chiffre correspondant est de 756. Toutes les autres classes n'ont réuni que 305 exposants en Espagne, 237 dans le Portugal et dans ses colonies.

Ces chiffres seuls suffisent pour caractériser nettement ces deux expositions, dans lesquelles les produits naturels entrent pour la plus grande part, les trois quarts environ; les machines pour quelques objets isolés; les produits manufacturiers pour un quart seulement.

Et cependant nulle contrée n'est plus favorisée que l'Espagne sous le rapport des matières premières. En parcourant le catalogue de ses richesses minérales, on y rencontre le sel en abondance, le marbre, le plâtre, les ciments, les ardoises; près de 20 exploitations de combustibles minéraux; des asphaltes nouvellement exploités; presque tous les métaux, parmi lesquels les minerais de fer, de cuivre, de plomb, de zinc et de mercure sont les principaux; l'étain, le manganèse, le chrome, le cobalt et le nickel y sont en moindre abondance.

Lorsqu'on entre dans les détails de cette riche nomenclature, on s'aperçoit bien vite que le Portugal est moins favorisé sous ce rapport : ses exposants de combustibles minéraux sont au nombre de 6 seulement; il a de très-beaux marbres, ainsi que du cuivre, mais peu d'autres métaux, et, en particulier, pas de fer; son sel provient exclusivement du traitement des eaux de mer.

Les industries métallurgiques pourraient en peu de temps fournir aux Espagnols d'immenses sources de fortune et un développement industriel considérable. Sans doute l'ouverture, récente encore, de ses chemins de fer aura, pour résultat, d'activer ce développement inévitable dans un avenir plus ou moins rapproché. Déjà l'on voit que les ingénieurs des mines et les chefs des districts miniers se préparent à ce mouvement général.

Les produits agricoles des deux pays sont les mêmes : le blé, le maïs, le riz, les pois, les haricots et les lentilles, les amandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les fruits secs, forment, avec les vins et les huiles d'olive, la majeure partie des articles exposés. Les vins de Malaga, de Xérès, d'Alicante et de Téneriffe, sont les plus renommés pour l'Espagne. Pour le Portugal, ce sont le Porto, le Madère, les vins de Malvoisie et de Sétubal, tous vins liquoreux dont une grande partie est consommée en Angleterre. Aussi les propriétaires ont-ils fait appel à toutes leurs ressources pour mettre en lumière les qualités précieuses de leurs crus; nous avons goûté du porto de 1756 et de 1770; et il y en avait de tous les âges intermédiaires, qui tous attestaient une parfaite conservation.

Parmi les plantes industrielles, nous pourrons citer encore le liége, la garance, le safran, la cochenille, le sumac, les filaments et le bois du palmier, la gomme de l'amandier, en Espagne; en Portugal, le liége et les bois de diverses essences pour l'ébénisterie, le houblon, la graine de lin, l'écorce de chêne. Dans les deux pays, la laine est l'objet d'un commerce considérable. Il en est de même du tabac et de la fabrication des cigares.

Parmi les industries un peu importantes de l'Espagne, il nous suffira de mentionner celle du lin et des toiles à voile, de bonne qualité; celle de la soie, à Valence, Séville et Murcie; celle des lainages, la plupart de qualité courante; celle des blondes de Barcelone; celle du papier à cigarette, qui paraît être en grand honneur; enfin celle de la bijouterie de filigrane, qui offre un caractère spécial fort remarquable. Les manufactures d'armes de Tolède et de Truvia fabriquent toujours des produits de qualités exceptionnelles.

A l'exception de ces trois dernières industries, le Portugal est, pour toutes les autres, au même niveau; mais nous avons, en outre, remarqué, dans son exposition, quelques machines qui font absolument défaut de l'autre côté; une petite machine à imprimer, une machine à battre, une machine à vapeur destinée à la fabrication de l'huile, les instruments de l'Institut industriel de Lisbonne, organisé dans le genre de nos écoles d'arts et métiers, et ceux du bureau des mesures métriques, à l'imitation de nos mesures françaises. L'industrie des essences de térébenthine, les calicots imprimés, la fabrication des papiers, la tannerie, qui est plus développée, la céramique et la verrerie, sont également dans une bonne voie de petits progrès.

On voit par ces indications sommaires, que, si les deux contrées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui nous occupent sont loin encore de s'associer au mouvement industriel de l'Europe, le Portugal, cependant, qui est depuis longues années en relations commerciales avec l'Angleterre, est un peu moins étranger à ce mouvement; quant à l'Espagne, elle est surtout industrielle au nord-est, à Barcelone, là où ses relations sont plus faciles avec le midi de la France.

Hollande. La Hollande étant enclavée au nord des États de l'Allemagne, nous préférons en parler dès à présent, parce que nous n'aurions plus occasion d'y revenir. L'exposition de la Hollande est, au reste, au point de vue des progrès industriels, une des plus insignifiantes, bien qu'elle ne compte pas moins de 350 exposants.

En 1855, elle était représentée surtout par un grand nombre de produits très-curieux de ses colonies orientales, et elle tirait de ces produits mêmes un cachet d'originalité très-remarquable. Cette fois, elles feraient complétement défaut, si un producteur de Java n'avait envoyé quelques spécimens de quinquina qu'il a récoltés dans cette île, et auxquels il a joint une collection assez complète des produits qui dérivent de cette matière première.

Les industries spéciales à la Hollande sont peu nombreuses : la taille du diamant, les impressions en langues japonaise et chinoise, quelques meubles en laque, et la sculpture en bios pour la décoration religieuse; voilà peut-être les seuls objets à signaler : encore l'industrie des Pays-Bas est-elle, sous ce rapport, bien plus incomplétement représentée qu'à Paris en 1855. Toutes les autres industries sont, pour ainsi dire, domestiques, en ce que, sauf un petit nombre d'articles d'exportation, on ne produit guère que ce que l'on consomme près des lieux de production. Amsterdam, La Haye, Rotterdam, Leyde, Harlem, sont les principales villes dont les noms figurent au catalogue.

Les produits de la garance, la colle de poisson, les vernis de gomme laque, constituent la majeure partie des produits chimiques exposés. Parmi les produits végétaux et animaux, nous citerons particulièrement les fromages et les conserves, le houblon, le tabac, et tout un assortiment de liqueurs différentes; la gutta-percha de Surinam, les fibres de bétel et de jute indiquent quelques tendances nouvelles pour l'utilisation des matières textiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les arts mécaniques, nous n'avons vu que quelques pompes à incendie et quelques instruments d'agriculture ; mais les instruments de précision, particulièrement une balance en aluminium et quelques appareils du professeur Baumhauer sont remarquables. Il en est de même d'un certain nombre de préparations anatomiques.

Dans les arts textiles, c'est surtout le chanvre et le lin qui dominent, soit pour les cordes et les toiles à voiles, soit pour la fine toile de Hollande. Des tissus de coton en petit nombre, encore moins de soieries, une fabrication assez importante de couvertures et de feutres à Leyde, quelques imitations de tapis de Smyrne, quelques broderies et de belles teintures à l'acide chrysammique complètent la nomenclature des industries représentées à l'Exposition.

On on a beaucoup vanté certains articles spéciaux de bijouterie, mais les vrais bijoux de l'exposition hollandaise, ce sont les photographies très-fidèlement reproduites des esquisses de Rembrandt.

ÉTATS ALLEMANDS. L'agglomération allemande était représentée à l'Exposition par presque tous les États qui la composent : les duchés peu connus de Hohenzollern, de Lichtenstein, et la seigneurie de Kneifhausen sont les seuls qui se soient abstenus ; quelques-unes des plus petites principautés ne comptaient pas plus de deux ou trois exposants ; mais cette sorte d'unanimité, dans l'adoption du principe, est bien faite pour montrer qu'en tous les points de l'Allemagne, les progrès de l'industrie sont l'objet de la préoccupation générale des gouvernements.

L'Allemagne est positive dans tout ce qu'elle fait, et sans s'élever dans les pratiques industrielles à un niveau exceptionnel, elle est particulièrement adonnée à la production des objets de consommation générale. La recherche de la forme lui fait généralement défaut ; et, à bien peu d'exceptions près, on reconnaîtrait, à ce caractère, la plupart des produits manufacturés de l'Allemagne. Quoi qu'il en soit, ce mouvement industriel a cela de remarquable qu'il s'arrête presque sur les frontières de ce vaste territoire qui constitue l'Allemagne, et au delà duquel l'Autriche et la Prusse s'étendent encore. A l'Ouest, c'est-à-dire dans le voisinage de la France et de la Suisse, se trouvent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grandes richesses minérales; les populations y sont plus denses et plus exclusivement industrielles : elles sont pastorales à l'est, et l'on voit déjà que l'on peut, au point de vue qui nous occupe, diviser les États allemands en deux groupes bien distincts : ceux qui sont industriels dans toute leur étendue, qui rappellent en cela la Belgique, et qui participent à son excessive activité, ceux-là sont tous limitrophes de la France : plus morcelés, ils se sont constitués de manière à se suffire à eux-mêmes pour la généralité de leurs besoins. Les grands États de l'Est, au contraire, avec leurs subdivisions très-spécialisées, n'ont rien de commun avec notre organisation industrielle; mais ils ont cela de très-favorable, qu'ils peuvent produire en grandes masses et à bon marché, et ils arriveront un jour à peser d'un poids immense sur le marché européen : les matières premières sont abondantes; la vie et, par conséquent, la main-d'œuvre, y sont à bon marché; animez ces éléments naturels par l'emploi plus généralisé des machines, et vous arriverez, sur plus d'un point, à des résultats de bon marché auxquels la France ni l'Angleterre ne pourront le plus souvent atteindre. La puissance industrielle de l'Autriche est dans ses chemins de fer, tout autant que celle de l'Angleterre est dans sa marine.

Après l'Autriche et la Prusse, qui ne sont Allemands que par une partie de leurs territoires, les États les plus importants sont les royaumes de Bavière, de Hanovre, de Saxe et de Wurtemberg, puis les grands-duchés de Bade, de Hesse, l'électorat de Hesse, et les grands-duchés de Nassau, de Luxembourg, d'Oldenbourg et de Brunswick. Tous les autres États ont une population qui s'élève peu au-dessus de cent mille habitants : ils n'ont donc, au point de vue industriel, qu'une importance tout à fait secondaire; mais, en se réunissant dans la grande association allemande, désignée sous le nom de Zollverein, ils participent pour quelque chose à la prospérité générale.

Aux deux extrémités sud et nord, l'Autriche et le Mecklembourg ne font pas partie de cette association, non plus que les trois villes hanséatiques, Lubeck, Hambourg et Brème, qui doivent, à leur position géographique, dans la Baltique ou la mer du Nord, l'importance plutôt commerciale qu'industrielle qu'elles ont depuis longtemps acquise. Hambourg, la plus considérable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'entre elles, possède cependant quelques industries spéciales qui dérivent également des mêmes conditions.

Quant à la ville libre de Francfort, située en pleine Allemagne, au centre des populations les plus industrielles, elle participe du caractère des contrées avoisinantes, et elle est, comme elles, engagée dans le Zollverein.

Voici, suivant le nombre de leurs exposants à Londres, la liste des différents États allemands qui ont pris part à cette Exposition; nous y avons joint les indications que nous avons pu recueillir sur les populations de ces divers États :

DÉSIGNATION DES ÉTATS.	POPULATION.	NOMBRE des Exposants.
Empire d'Autriche	35000000 [1]	1400
Royaume de Prusse	11000000	1552
Royaume de Saxe et gouvernement de Reuss	1685000	255
Royaume de Wurtemberg	1520000	195
Royaume de Bavière	4070000	140
Hambourg	148000	134
Grand-duché de Hesse	760000	125
Grand-duché de Bade	2000000	108
Royaume de Hanovre	1819000	83
Grand-duché de Mecklenbourg-Schwerin	450000	78
Brême	41000	36
Francfort	44000	32
Électorat de Hesse	592000	22
Duché de Saxe-Cobourg-Gotha	125000	21
Duché de Anhalt-Dessau-Coëthen	32000	19
Grand-duché de Nassau	385000	18
Duché de Brunswick	242000	15
Duché de Saxe-Meiningen	136000	15
Lubeck	27000	13
Grand-duché du Luxembourg	295000	11
Grand-duché d'Oldenbourg	266000	12
Duché de Saxe-Altembourg	107000	6
Principauté de Lippe	80000	5
Les deux duchés de Schwartzbourg	110000	5
Grand-duché de Saxe	222000	3
Duché de Anhalt-Bernbourg	37000	3
Principautés de Waldeck	56000	3
Totaux	61249000	4309

[1] Dont 12 000 000 seulement en Allemagne.

C'est dans cet ordre que nous nous proposons de jeter un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup d'œil sur les industries de ces divers pays, nous bornant quant à présent à remarquer qu'après les villes libres qui sont, sous ce rapport, le mieux représentées, les états secondaires de l'Allemagne qui comptent, proportionnellement au chiffre de leur population le plus d'exposants, sont la Saxe et le Wurtemberg ; ensuite le grand-duché de Bade, et les royaumes de Hanovre et de Bavière.

Le duché de Nassau, qui avait à l'exposition de 1851 une si belle collection de minerais, n'a pas cette fois pris les mêmes soins, et il n'est que très-imparfaitement représenté. Quant aux deux États principaux, l'Autriche et la Prusse, leur nombre d'exposants est à peu près le même, quoique l'étendue des territoires soit bien différente.

Autriche. L'exposition autrichienne comprend 1400 exposants répartis assez uniformément dans toutes les classes, ce qui dénote une industrie assez avancée. Les produits agricoles y figurent pour 542; les produits minéraux pour 81 ; il n'y a que 199 exposants dans le deuxième groupe de la classification générale ; c'est dire que les arts mécaniques et les sciences d'application ne sont pas encore développées dans ce pays à l'égal de ses industries naturelles.

Le chiffre total de 1400 n'est pas considérable pour une population de 35 millions d'habitants; la plupart des produits n'ont rien de très-remarquable, et cependant on peut dire qu'ils forment au palais de l'Industrie un ensemble très-complet, et parfaitement bien ordonné; aucun pays n'a su tirer un aussi bon parti de ses produits, ni de l'emplacement qui lui était alloué.

Le même esprit de bonne classification a présidé sans doute dans le catalogue de l'Autriche, ou plutôt dans l'intéressante brochure intitulée : *l'Autriche à l'Exposition universelle*. Il était assurément impossible de grouper, avec plus de méthode, un si grand nombre d'indications importantes dans un si petit nombre de pages. Si chacun des pays représentés à l'Exposition avait produit une œuvre pareille, l'ensemble de ces documents constituerait un monument durable et tout à fait digne de ces grandes solennités industrielles. Soit comme organisation, soit comme catalogue, aucun pays n'a mieux fait que l'Autriche.

Une visite attentive, faite sous la direction de M. le docteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Schwart, nous a fourni les moyens de donner les renseignements qui suivent sur les produits les plus intéressants de cette exposition.

Parmi les produits minéraux, le fer et le sel sont en grande abondance.

Le sel est exploité, dans les diverses localités, pour le compte de l'État, et l'on jugera de l'importance des gisements par les indications suivantes : « La formation salifère de Marmaros s'étend sur une surface de plusieurs myriamètres carrés, qu'elle occupe presque sans discontinuité; l'épaisseur du gisement de sel gemme varie de 100 à 200 mètres, mais elle n'est exploitée dans toute sa hauteur que dans les points où le sel a toute sa pureté. Partout où l'on a pénétré dans la masse, on a remarqué que les couches inférieures étaient les plus pures, mais en aucun point les matières terreuses ne s'élèvent au vingtième du poids total. L'exploitation se fait de bas en haut par petits blocs qui sont remontés au jour; les eaux salées souterraines ne sont pas utilisées. La production de ces mines exceptionnelles s'élève déjà à 100000 tonnes par an; les qualités inférieures sont mélangées avec du charbon pulvérisé et sont vendues aux propriétaires et aux cultivateurs pour l'usage du bétail. »

Quant au fer, l'exploitation de ses minerais, à l'état de carbonate, de sphérosidérite, d'hydroxide brun, d'oxidé rouge et d'oxidulé magnétique a atteint, dès 1860, le chiffre déjà important de 1 million de tonnes, ayant produit 341000 tonnes de fer et seulement 38000 tonnes de métal utilisé directement à l'état de fonte. La presque totalité de cette production est obtenue avec le charbon de bois, et c'est ce qui explique la qualité très-remarquable de la plupart des fers fabriqués.

La fabrication de l'acier entre, dans ce tonnage, pour un vingt-cinquième. Les meilleurs minerais de fer spathique se trouvent en Styrie, en Carinthie, dans la Carniole et le Tyrol; le royaume d'Autriche serait un des pays les plus favorisés sous ce rapport, si le combustible minéral y était plus abondant. On le trouve sous différents états dans un grand nombre de localités; mais le plus abondant est la tourbe. L'anthracite n'a été reconnu que sur un seul point, à Turrach, en Styrie; la houille, proprement dite, n'a donné lieu jusqu'ici qu'à des tentatives d'exploration en Bohême, en Moravie, en Silésie, à Cracovie et dans le Ba-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nat; les lignites sont plus abondants; on les retrouve souvent à l'état de charbon roux dans les terrains tertiaires de la Bohême et de la Styrie, et dans la plupart des autres provinces; quant à la tourbe, elle forme de grands amas de tous côtés, mais elle est peu employée dans les industries métallurgiques. L'Institut impérial de géologie de Vienne avait exposé une fort belle collection de tous ces combustibles. D'un autre côté, M. Riegel de Fünfkirchen, avait envoyé à Londres de très-bons spécimens de ses agglomérés, obtenus par pression, sans introduction de matières bitumineuses, mais avec une matière agglutinante qui est elle-même combustible et qui ne laisse pas de cendres.

La lépidolite de Moravie a donné lieu, dans ces derniers temps, à la préparation du rubidium. Un procédé nouveau de dissolution, déterminé par une action électrique, permet, depuis quelque temps, de recueillir l'étain qui était précédemment abandonné dans les rognures de fer-blanc.

La production des autres métaux usuels est également considérable en Autriche, particulièrement le plomb, le zinc et le cuivre. L'antimoine, le cobalt, le tungstène et le nickel représentent aussi un chiffre notable, mais celui des minerais de chrome est beaucoup plus important. Le mercure et le plomb sont les seuls qui donnent lieu à un commerce d'exportation.

Quant aux autres matières minérales non métalliques, il convient de citer les pierres meulières de Sarospatak, qui, mises en exploration depuis quelques années seulement, commencent déjà à faire concurrence aux meules françaises; de très-riches carrières d'ardoises, et des calcaires propres à la fabrication de ciments hydrauliques excellents.

La collection générale des minéraux de la Hongrie est très-remarquable.

Plusieurs industries chimiques sont exercées sur une grande échelle, particulièrement la fabrication de l'acide nitrique, extrait du salpêtre du Chili, celles de l'acide tartrique, du cinabre et de l'outremer. Celle de l'acide sulfurique s'est entièrement transformée depuis l'introduction du procédé anglais, au moyen des pyrites; 50000 quintaux d'acide sulfurique brun sont encore obtenus par le procédé de Nordhausen; les pyrites alimentent une production déjà quintuple de ce chiffre, et le soufre de Sicile n'entre plus pour la moindre part dans la fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'industrie des allumettes chimiques n'emploie pas moins de 15000 cordes de bois chaque année : la moitié de ce produit se répand par voie d'exportation dans tout le reste de l'Europe.

L'établissement du docteur Breitenlohner, en Bohême, extrait, en grande quantité, de la tourbe, des huiles volatiles propres à l'éclairage, et des parafines qui commencent à être recherchées pour la fabrication des bougies, à l'égal des produits stéariques.

La population autrichienne est beaucoup moins condensée que celle de la France, et l'étendue des terrains cultivés, s'élevant au tiers de la superficie totale, suffit amplement à la consommation; on exporte même, lors des mauvaises récoltes, des quantités considérables de grains. La production seule des pommes de terre s'élève à 75 millions d'hectolitres.

Les vins d'Autriche ont commencé à se faire connaître à l'Exposition de 1855, et il paraît que la production s'élève jusqu'à 20 ou 25 millions d'hectolitres. A l'exception de la Galicie et de la Silésie, toutes les autres provinces, y compris les pays alpestres, se livrent plus ou moins à la culture de la vigne. Les meilleurs crus proviennent des différentes contrées qui s'étendent depuis la Hongrie jusqu'aux Alpes et aux Carpathes : c'est dans la Styrie et dans la Hongrie particulièrement que se fabriquent les imitations de vin de Champagne, qui ont déjà pris une importance considérable. Les vins de Tokay (Hongrie), de Médrath et de Heidendorf (Transylvanie), les vins doux, dits Ausbruck, les vins de Moselle, ceux de Kalenberg et de Retz (basse Autriche), ceux de Botzen, dans le Tyrol, et surtout les vins rouges de Voslau, sont parmi les plus remarquables : aussi sont-ils tous représentés à l'Exposition par d'excellents spécimens.

La brasserie de Klein-Schwechat, près Vienne, est la plus grande brasserie du monde; l'Angleterre même ne possède point, en ce genre, d'établissement aussi considérable.

La fabrication des huiles est montée, en différents points, sur une grande échelle : la seule usine de Josephsthal pressure, par jour, plus de vingt quintaux d'huile de navette; l'huile de maïs et l'huile de tabac, cette dernière exclusivement employée pour le graissage des machines, constitueront bientôt des industries de quelque importance.

La culture du tabac ne peut se faire en Autriche que par voie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de concession : elle est surtout répandue en Hongrie, où elle s'élève à plus des huit dixièmes de la production totale.

A côté de ces produits principaux que l'Autriche avait envoyés pour constituer la classe 2, il faut ajouter encore, comme dignes d'intérêt, à divers titres : les liqueurs de Vienne, et particulièrement le wermuth de Hongrie, le marasquin, qui provient de la distillation d'une espèce particulière de cerise, la marasca ; les belles farines des moulins à vapeur de la Bohême, les houblons de la même contrée et de la haute Autriche, les pâtes alimentaires de Fiume, sont de ce nombre. La levûre comprimée qui peut se conserver, suivant la température, pendant 4 ou 5 semaines, sans éprouver d'altération, et surtout les farines comprimées, dites farine-pierre, qui se fabriquent à Prague, sont déjà l'objet d'un commerce considérable : cette dernière denrée se trouve réduite, par compression, à près de moitié de son volume primitif, et simplement enveloppée dans des feuilles d'étain, elle peut se conserver, presque indéfiniment, en petits prismes de 10 à 12 kilogrammes.

La classe 4 renferme aussi quelques types particuliers qu'il est bon de faire connaître : ce sont particulièrement les laines et les bois. On compte, en Autriche, plusieurs troupeaux de 30000 têtes, et les races mérinos et négretti y sont en grand honneur. La production générale s'élève à plus de 700000 quintaux ; la Hongrie produit, à elle seule, la moitié de ce chiffre, mais les laines les plus fines sont celles de la Moravie, de la Silésie et de la Bohême. Les forêts ont une importance considérable : celle du Boehmerwald sont particulièrement renommées pour les bois propres à la fabrication des instruments de musique; le comte de Münch-Bellinghausen avait réuni tous les produits résineux du pin noir (*pinus Austriaca*), qui ne se rencontre que dans les forêts de la basse Autriche, et dont la résine est d'une qualité particulière. C'est à ce même propriétaire qu'appartient un échantillon de noisetier trois fois centenaire. Ce bois sert en Autriche à faire des objets de gaînerie, imitant parfaitement ceux de cuir : plusieurs fabricants excellent dans ce genre de fabrication. La Société de Bistritz est spécialement adonnée à la préparation du noyer et du frêne pour armes de guerre, comme celle de Moderhaeuser à celles des bois pour instruments de musique.

La colle de Hongrie, la fabrication des objets en écume de mer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(hydro-silicate de magnésie naturel), celle des gommes artificielles, doivent être particulièrement mentionnées, ainsi que les chardons à carder de la haute Autriche et de la Styrie, qui ne le cèdent en rien à ceux de Bavière.

La deuxième section de la classification anglaise est beaucoup moins bien représentée : Deux locomotives nouvelles, l'une de M. Engerth, pour les rampes, l'autre dite Duplex, à quatre cylindres, de M. Haswell, seront examinées en détail dans l'étude spéciale de la classe 5. Les chemins de fer en Autriche ont tous été cédés par l'État, à l'exception du seul chemin de ceinture de Vienne. Le parcours total des lignes s'élève à près de 6000 kilomètres : les locomotives et les wagons sont construits en Autriche ; les premières dans trois usines seulement ; quant aux voitures à voyageurs, elles sont tirées en grande partie des autres états du Zollverein, l'Autriche ne possédant que très-peu d'ateliers de carrosserie, si ce n'est à Vienne, où ils sont principalement consacrés à la construction des voitures de voyage. Dans l'est de l'Empire, le charronnage est encore si arriéré qu'on y fabrique un grand nombre de chariots dans lesquels on ne fait pas entrer la moindre parcelle de fer.

La construction des machines industrielles n'a pas pris encore une importance suffisante pour satisfaire aux besoins du pays, et il ne faut pas s'étonner dès lors que l'exposition autrichienne soit sous ce rapport très-peu intéressante. On commence cependant à y construire quelques-unes des machines des industries textiles. Les appareils Jacquard, de M. Schramm de Vienne, sont d'une bonne exécution, et les rouleaux pour impression, de MM. Portheim, Kündig et Bertschy, constituent une innovation très-intéressante : ces cylindres sont en fer, recouvert de cuivre par les procédés galvano-plastiques ; l'on réduit ainsi le poids de ce dernier métal à un dixième environ.

M. Hubezy a modifié d'une manière heureuse les foyers des locomobiles que l'on doit chauffer avec des menus combustibles, tels que la paille, seuls employés en Hongrie : les parcelles enflammées sont arrêtées par une sorte de grillage, contre lequel elles se maintiennent, par le tirage, jusqu'à complète combustion.

Quant aux machines agricoles, elles sont en général d'une bonne exécution, mais un peu lourdes, et elles ne présentent rien de bien remarquable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les classes suivantes renferment, en petit nombre, quelques objets dignes d'être cités; dans la classe 10, de nombreux spécimens de ciments artificiels et les belles cartes en relief de M. le chevalier de Loessl, qui ont excité l'admiration générale; dans la classe 11, quelques armes, parmi lesquelles un revolver à 54 coups; dans la classe 13, une très-belle collection d'instruments de précision, de M. Lenoir, parmi lesquels une lampe philosophique avec un petit électroscope; les appareils télégraphiques, fort bien exécutés à Vienne, de MM. Siemens et Halske; de très-beaux objectifs pour appareils photographiques, de Voigtlander et fils, dont la réputation est bien établie; enfin, un très-joli modèle d'optique et de diorama, de M. Ponti de Venise. Dans la classe 14, de fort belles photographies, et particulièrement une complète reproduction du célèbre *Brevario Grimani* de la bibliothèque de Saint-Marc. Ces fac-simile des chefs-d'œuvre typographiques représentent déjà, pour Venise, une industrie d'un caractère tout spécial. La fabrication des appareils de chirurgie est, comme la plupart des professions importantes de l'Autriche, concentrée à Vienne et à Prague : les travaux du docteur Czermak, qui ont été couronnés par le prix Montyon de notre Académie des sciences, servaient de commentaires à ses laryngoscopes, et il paraîtrait que l'emploi continu des bains pour la guérison des brûlures et de certaines maladies de la peau, a donné, entre les mains du professeur Hébra, des résultats vraiment sérieux; enfin, les modèles anatomiques du docteur Teichmann, et surtout les préparations du professeur Hyrtt, qui s'est attaché à reproduire, avec les formes qu'il affecte dans les différents ordres d'animaux, le même organe, étaient de nature à être examinés avec intérêt par les visiteurs les plus indifférents.

D'après ce que nous avons dit déjà de l'organisation industrielle des États allemands, on doit s'attendre à trouver, dans les produits fabriqués de l'Autriche, la représentation de la plupart des industries : leur énumération ne serait, pour nous, d'aucun intérêt, et nous nous bornerons à indiquer rapidement ceux qui présentent quelque caractère local, ou qui font connaître un progrès récent.

Les industries textiles ont été, pendant longtemps, exploitées en Autriche à l'état d'industrie domestique; et ce mode de produc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion est encore celui qui domine quant aux chiffres comparatifs des produits. Depuis quelques années plusieurs grandes usines se sont établies; et, bien qu'encore en petit nombre, elles ne le cèdent en rien, par leur importance, à celles des pays les plus avancés : l'association de grands capitaux s'est merveilleusement prêtée à ce développement rapide. La filature de coton de Pottendorf compte 64000 broches; les fabriques de tissus pour meubles de M. Haas et fils ne possèdent pas moins de 500 métiers à tisser, celle de MM. Low et Schmal atteint le chiffre de 700 métiers, employés, pour la plupart, au travail de la laine de Vigogne; mais ce sont là des exceptions, et les métiers de la draperie et de la soierie eux-mêmes sont, la plupart du temps, distribués chez de simples tisserands.

Ce mouvement industriel vers les grandes exploitations s'est surtout produit dans les ateliers de confection : la machine à coudre a transformé, plus rapidement qu'ailleurs, la petite industrie en véritables usines. C'est par là que s'est produit le plus grand progrès ; peut-être aussi dans les tissus damassés et dans la teinture. Les tissus de bois de M. Kumpf pourraient donner lieu à une industrie importante : réduite en copeaux minces et teinte en couleurs variées, cette matière première de la Bohême peut donner lieu à des tissus légers et souples, pour meubles, pour chapeaux ; et, sans doute, comme article d'exposition seulement, pour habillement et pour pantalon. Les chevilles en bois pour chaussures, donnent lieu, dans les mêmes localités, à une fabrication par machines qui s'élève à plus de 10000 quintaux. L'industrie des jouets en bois n'y est pas non plus sans importance L'établissement impérial de Vienne a fait faire un grand pas aux différentes branches de l'art typographique, mais il s'est abstenu de paraître à l'Exposition de Londres; la fabrication du papier a pris un développement considérable, et la paille de maïs entre déjà, pour un contingent notable, dans l'alimentation en matières premières ; la reliure, quoique d'une très-belle exécution, est lourde et massive, mais la chromo-lithographie a fait, depuis 1855, d'énormes progrès.

Les meubles, fort remarqués en 1851, sont beaucoup moins intéressants cette année : on croirait, à voir l'Exposition, que cette industrie s'est transformée, et qu'elle ne porte plus que sur les petits meubles de fantaisie, qui se sont beaucoup rapprochés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de quelques-uns de ceux de notre industrie parisienne. Il faut citer cependant la grande fabrication de meubles en bois courbés de MM. Thonet frères, et une série fort originale de meubles de voyage, qui se démontent et se servent à eux-mêmes de caisses d'emballage, voire même de voiture de transport. Cet article, à lui seul, alimente une industrie de quelque importance.

Parmi les articles en fer, il convient surtout de citer les faux de Styrie, et une immense fabrication d'outils à main, de toutes sortes et à bon marché, qui alimentent à Steyr plus de 30000 ouvriers. La poterie émaillée constitue plusieurs usines importantes, et, dans quelques-unes, l'émail est formé suivant le procédé du professeur Pleischl, dans d'excellentes conditions hygiéniques et sans plomb : l'application de ces poteries aux formes à sucre est presque générale en Autriche.

La bijouterie est toujours en grand honneur à Vienn . La Manufacture impériale de porcelaine n'a pas de produits comparables, pour la forme, à ceux de notre manufacture de Sèvres; enfin les diverses verreries de la Bohême soutiennent, malgré la bizarrerie de quelques-uns de leurs modèles, leur vieille réputation. La taille du verre y occupe de nombreux ouvriers, et nous avons particulièrement remarqué les sujets en verre taillé et dépoli pour serre-papiers et ornementation.

Telle est, dans son ensemble, l'exposition autrichienne en 1862 : si le même mouvement se poursuit avec la même allure, l'industrie autrichienne acquerra, avant vingt ans, en Europe, une importance considérable.

Prusse. Divisée, par la Hesse et par le Hanovre, en deux parties complétement isolées, le royaume de Prusse présente, plus encore que l'Autriche, deux zones parfaitement distinctes. Les provinces rhénanes et surtout la Westphalie, avec ses récentes découvertes de combustible minéral, sont destinées à un avenir industriel dont on n'avait jusqu'à présent aucune idée.

Nous consacrerons, un peu plus loin, un paragraphe spécial aux richesses minérales des différents États qui composent le Zollverein : suivant, en cela, les indications d'un travail qui a été publié sur cette question, nous intéresserons plus nos lecteurs que si nous leur indiquions, en détail, la part de chacun des petits États dans ce grand ensemble. Les produits chimiques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont assez nombreux, mais ils n'offrent aucun fait saillant, si ce n'est peut-être dans la préparation des matières colorantes et dans les produits dérivés de l'aniline. La paraffine est aujourd'hui extraite, en grandes masses, des lignites roux de diverses localités et particulièrement des mines de Ascherlaben. Aucune industrie n'a jamais pris une aussi rapide extension : le nombre des usines qui distillent les lignites s'accroît tous les jours, et les bénéfices qu'elles réalisent sont presque fabuleux. Les huiles volatiles fournissent un éclairage particulièrement économique, et la paraffine est couramment utilisée dans la fabrication des bougies.

Plusieurs journaux ont parlé récemment d'accidents dus à à l'inflammation des huiles de schiste : nous pensons qu'il s'agit plutôt d'huiles volatiles extraites des pétroles récemment découverts en si grande abondance sur le continent américain. Les huiles de schiste sont moins inflammables, et l'on peut en approcher sans danger une allumette ou un papier allumé.

M. Geiss, de Berlin, avait une collection fort remarquable de plus de quarante essences extraites des végétaux naturels ou cultivés de l'Allemagne. Le cinabre, le minium à l'état de pureté, et la poudre de bronze, sont au nombre des produits les plus remarquables. Nous ne parlerons pas des eaux de Cologne des cinq ou six Jean-Marie Farina, sans compter les établissements dans lesquels on n'a pu encore se procurer que des Farina d'un autre prénom : encore quelques années, et toute une légion de Jean-Marie viendra, de par les droits de ses actes de baptême, faire une nouvelle concurrence aux anciennes maisons.

Les substances alimentaires sont beaucoup moins nombreuses que dans l'exposition autrichienne; mais on peut signaler cependant les jambons de Westphalie, les liqueurs de Dantzig, et surtout les vins du Rhin, du Palatinat et de la Silésie, particulièrement ceux de la vallée de Saar, mousseux et non mousseux; les orges perlées, les amidons et le sucre entrent, pour une grande part, dans les produits fabriqués. Enfin, des laines fines de premier choix, du houblon et du tabac de bonne qualité complètent cette nomenclature des richesses naturelles de la Prusse.

Les industriels se sont efforcés d'en tirer le meilleur parti possible; et, en ce qui concerne les arts mécaniques, il n'est peut-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être pas une contrée qui ait fait, en ces dernières années, d'aussi grands progrès. Tout auprès de la locomotive de Borsig se trouvent les Expositions de M. Krupp et celle de la compagnie de Bochum. Quels que soient les progrès réalisés par nos plus habiles métallurgistes, les produits de M. Krupp sont toujours supérieurs à tous autres, et, cette fois, cet habile industriel s'est encore surpassé. Ses arbres de locomotives de deux tonnes et demie, son arbre de roue de 16 tonnes, son canon et son lingot cylindrique de 20 tonnes, sont encore plus remarquables par l'homogénité du métal que par leur masse. L'acier fondu est devenu, entre les mains de M. Krupp, un métal qu'il peut appliquer à tous les usages avec une entière certitude de réussite.

L'exposition de la compagnie de Bochum doit être citée plutôt pour ses cloches que pour ses pièces de locomotive; on sait qu'à l'Exposition de 1855 on avait contesté que le métal de ces cloches, si régulières dans leur formes, pût être de l'acier, et la conviction ne fut véritablement acquise qu'au moment où le fabricant en fit briser une et en fit forger, séance tenante, les fragments. Aujourd'hui l'industrie de Bochum s'est acclimatée en Angleterre, et elle alimente une des grandes usines de Sheffield.

La construction des wagons et des voitures est très-avancée : la voiture de cour de M. Neuss est d'un goût bien plus satisfaisant que les carrosses de gala ordinaires, toujours trop chargés d'ornements.

Les constructeurs prussiens recherchent beaucoup les machines nouvelles qui jouissent de quelque réputation à l'étranger. C'est ainsi que la Compagnie de Magdebourg et celle de MM. Liebermann et Mestern de Sprottau ont, l'une et l'autre, reproduit, avec une grande perfection, le modele de la machine à vapeur américaine, de Corliss. M. Schwartzkopff, de Berlin, a déjà exécuté un grand nombre de machines à air, système Lanberean, réellement perfectionné dans ses propres ateliers. Il y a, en outre, un grand nombre de machines-outils bien exécutées, et quelques machines de filature et de tissage qui attestent aussi l'habitude des bonnes constructions et une grande intelligence des meilleures formes.

La Prusse n'a pas manqué d'apporter aussi son canon d'ordonnance; mais celui-ci était en acier fondu : les beaux produits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de M. Krupp sont en possession légale de cet emploi; l'affût lui-même est entièrement en métal, et disposé dans d'excellentes conditions.

Les instruments de précision de Berlin et de Francfort-sur-l'Oder sont d'une excellente exécution : la balance de M. Rohrbeck est tout à fait remarquable, et il paraîtrait que les télégraphes électriques de MM. Siemens et Halske appartiennent autant à l'exposition de la Prusse qu'à celle de l'Autriche, car ils sont indiqués tout à la fois dans les deux catalogues. Les micromètres de M. Nobert, les pantographes de M. Wagner, et l'ensemble d'un photomètre de Bunsen, réalisé par M. Elster, sont également remarquables.

Quant aux photographies, elles sont surtout dirigées vers un but d'études, soit en reproduisant les œuvres des premiers peintres, soit en réunissant, en albums, un grand nombre de modèles d'art industriel. Sous ce rapport la Prusse est plus avancée que l'Autriche : la plupart des produits manufacturés sont d'une composition plus agréable, et quelques-uns vraiment artistiques.

Nous citerons, parmi les plus intéressantes photographies, l'œuvre de Raphaël, et les sept volumes in-folio de M. Alexandre Menutoli, contenant la reproduction, par la photographie, de 4000 œuvres de l'antiquité, réunies pour servir de modèles aux manufacturiers et aux artisans.

L'horlogerie prussienne fait déjà concurrence à celle de la Suisse, et quelques-unes des pièces sont d'une exécution très-remarquable.

Les arts textiles sont développés en Prusse à peu près comme ils le sont dans les États déjà avancés dans la pratique industrielle, mais ils n'offrent aucun fait saillant; l'imprimerie et la reliure ont fait beaucoup de progrès, et l'on peut citer un nouveau procédé d'impression typographique et de clichage pour la musique, qui est un des faits les plus saillants. On voit, d'après les objets destinés à l'enseignement primaire, que cette question est sérieusement étudiée dans toute l'Allemagne. L'enseignement est obligatoire pour les enfants, et les écoles sont amplement dotées de tout ce qui peut contribuer à leurs succès. De fort beaux globes et des modèles de cristallographie, en verre et en bois, ont vivement attiré notre attention.

La Prusse se livre, avec une certaine importance, à l'industrie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des bronzes d'art, qui n'existe pas encore en Angleterre : les tours de force qu'elle exécute en fonte de fer et même en zinc se ressentent de ce voisinage : et le même caractère artistique est extrêmement développé dans les articles de joaillerie et de bijouterie; ils avaient été remarqués déjà à l'Exposition de 1855, mais ils se présentent, cette fois, dans des conditions beaucoup plus satisfaisantes : l'aspect général et le style laissent souvent à désirer; mais les détails, surtout, sont, le plus souvent, irréprochables.

La porcelaine prussienne ressemble beaucoup à celle de l'Autriche; mais la fabrication des glaces, dans le bel établissement d'Aix-la-Chapelle, est tout à fait en première ligne.

En résume, la Prusse est un pays qui deviendra plus industriel qu'agricole, et qui possède déjà tous les éléments d'une fabrication sagement conduite.

Royaume de Saxe. Bien que le nombre des exposants soit proportionnellement plus élevé que celui des autres États de même importance, l'industrie de la Saxe ne présente, à l'exposition, qu'un petit nombre de faits saillants. Les principaux établissements sont à Chemnitz, à Leipzig, à Dresde et à Freiberg; ceux de la principauté de Reuss sont presque tous à Gera. Les essences et les huiles d'un grand nombre de produits végétaux forment, avec les matières colorantes, et particulièrement celles qui sont dérivées de l'aniline, la majeure partie des produits chimiques. Les laines si renommées de la Saxe n'y figuraient pas en grand nombre, mais les tissus qui en provenaient étaient remarquables; les filaments de la vigogne, de l'angola, du lama, occupaient, parmi ces tissus, une place importante, et constituaient, avec les toiles cirées et les articles de bonneterie, la presque totalité des produits.

Aucune partie de l'Allemagne n'était aussi bien représentée quant à l'industrie des machines; la locomotive des ateliers de M. Hartmann, à Chemnitz, ses belles machines-outils, celles, non moins remarquables de M. Zimmermann et de M. Sondemaine et Stier, peuvent être considérées à bon droit comme aussi parfaites qu'aucune autre, et constituent un outillage vraiment perfectionné. Plusieurs de ces machines pourraient être introduites en France avec utilité. Les aciéries de Dœhlen, près Dresde, sont très-renommées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une grande quantité de jouets d'enfants, quelques meubles, et les produits si estimés de la manufacture royale de porcelaines de Saxe, complétaient cet ensemble. Les porcelaines sont restées ce qu'elles étaient il y a trente ans : toujours très-remarquables au point de vue de la fabrication, elles ont conservé toutes les exagérations de leurs formes, et elles constituent plutôt des curiosités que des objets vraiment artistiques. Il en est de même des produits des manufactures privées : ce sont ces porcelaines qui, avec les machines outils et les laines, représentent le côté vraiment intéressant de l'exposition saxonne.

Royaume de Wurtemberg. Aucun pays n'a fait, dans ces dix dernières années, plus d'efforts que le Wurtemberg pour se constituer une industrie nationale. Des collections de produits ont été faites avec discernement pour servir de modèles aux fabricants, et la direction de ce musée, par ses tendances tout à la fois scientifiques et techniques, a produit de grands résultats. Le Roi lui-même s'intéresse au développement de l'industrie : ses vins, et ses soies, récoltées à une latitude qui ne paraît pas très-favorable à la culture du mûrier, indiquent parfaitement cette tendance.

On trouve, dans l'exposition du Wurtemberg, comme un résumé de toutes les fabrications de l'Allemagne : les extraits de quinine, les produits de l'aniline, l'alun, l'acétate de plomb, les couleurs et les laques pour la coloration des fleurs artificielles, représentent les arts chimiques. Les nombreux échantillons d'engrais et de guano artificiel démontrent les tendances agricoles ; la Chambre d'agriculture du Wurtemberg avait envoyé cinquante et un spécimens de vins de différents crus, et quatre-vingts échantillons de laines du pays. Des objets en ivoire, de la gélatine et des savons complètent la série des objets appartenant au règne organique.

Dans les arts mécaniques, un très-grand nombre d'outils, des cardes, des pompes à incendie, et, comme construction faite dans le pays même, des machines à tricot qui indiquent déjà une assez grande habileté. M. le professeur Rau, du célèbre institut agronomique de Hohenhem, avait représenté, par une série de cent modèles, l'histoire de la charrue chez les différents peuples.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les principaux produits fabriqués consistent en tissus de toutes sortes, parmi lesquels il convient de signaler les produits de l'école de filature de Stuttgard, en maroquineries, papiers de toutes espèces, papiers parchemins et papiers de bois, quincaillerie, coutellerie, orfévrerie et bijouterie.

L'horlogerie en bois a fait, dans la forêt Noire, de notables progrès, mais cette industrie est encore plus développée dans le duché de Bade. C'est du royaume de Wurtemberg que nous viennent en grande partie ces jouets en plomb, qui fondus maintenant dans d'excellents moules, peints et vernis avec soin, laissent bien loin derrière eux les soldats informes, que nous avons connus dans notre enfance. Les jouets de toutes sortes du Wurtemberg représentent un très-gros chiffre d'affaires.

Royaume de Bavière. Le mouvement industriel est un peu moins marqué en Bavière que dans le Wurtemberg, bien que plusieurs associations se soient formées pour l'exciter : L'Association de Munich, pour les perfectionnements industriels, avait exposé la collection des publications qu'elle n'a cessé de faire depuis l'année 1851, et celle de Furth avait envoyé en grand nombre les produits fabriqués sous son impulsion.

Les richesses minérales de la Bavière sont bien connues; mais elles étaient seulement représentées à l'Exposition par quelques lignites, des terres réfractaires, des pierres lithographiques, et un magnifique spécimen de phosphate de chaux, récemment découvert à Amberg.

Les matières colorantes sont l'objet d'une fabrication importante, particulièrement chez M. Hoffmann de Schweinfurth, et le vert de chrome non vénéneux, de M. Meyer d'Augsbourg, mérite d'être recommandé.

Les houblons et les vins composaient les produits agricoles les plus remarquables, particulièrement les vins exposés par M. Oppermann, inspecteur des caves royales : les plus célèbres sont ceux de Steinwein, Leisten et Hochsteiner, ainsi que quelques vins mousseux de Franconie.

MM. C. Leuchs et C^ie^ ont formé, à Nuremberg, un établissement pour la vente des nouveaux procédés, et ils ont, comme première tentative, présenté à l'Exposition du vin fait avec de l'eau, sans employer ni raisin ni aucune autre plante ou fruit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'une poudre particulière déterminant la fermentation. Ces bouteilles d'eau ne coûteraient pour leur préparation que 2 centimes, mais il est douteux qu'elles jouissent jamais d'une grande faveur.

Les machines étaient peu nombreuses : quelques machines d'impression seulement; et l'objet le plus considérable de l'exposition bavaroise était le modèle du pont construit à Mayence, sur le Rhin, d'après les plans de l'ingénieur Poli.

Les cassettes de mathématiques et les instruments de musique paraissent faire l'objet d'un commerce spécial assez considérable; la typographie est en grand honneur; la fabrication des crayons, de M. Faber à Stein, près Nuremberg, est une des plus considérables de l'Europe. Les préparations des métaux en poudre et en feuilles : l'or, l'argent, l'aluminium, le platine, et les métaux blancs communs forment aussi une spécialité très-importante pour cette ville.

Les tissus sont en petit nombre, mais les arts céramiques sont assez développés dans quelques parties, telles que la fabrication des verres de montre et celle des verres mousselines. Munich possède plusieurs ateliers de peinture sur porcelaine, dont les produits sont de véritables objets d'art, tels qu'on devait s'attendre à en rencontrer dans la capitale de la Bavière.

Grand-duché de Bade. Moins bien représenté qu'à l'exposition de 1855, ce pays industrieux se fait cependant remarquer par quelques spécialités bien tranchées.

Ses maïs, ses vins et ses houblons, n'ont pas une grande importance, mais ses tabacs constituent, dans le Palatinat, une source de richesses considérables. Les arts mécaniques n'ont fourni que quelques pompes à incendie très-bien exécutées et des balances. L'horlogerie, au contraire, occupe un grand nombre de bras, particulièrement dans la partie badoise de la forêt Noire; quelques pièces sont très-intéressantes, et le nombre des exposants, pour ces articles seulement, ne s'élève pas à moins de vingt.

Les industries du lin, la peausserie, les articles de paille sont très-répandus; mais nous ne retrouvons une spécialité très-marquée que dans les produits de la bijouterie et de la joaillerie : les chaînes, les bracelets, les boutons, les épingles, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

broches, et tous les articles courants de bijouterie sont fabriqués à Pforzheim en énormes quantités. Cette concentration d'une grande industrie est très-favorable aux prix de revient qui sont très-inférieurs à ceux de toute autre localité; et, pour le goût comme pour le travail, ces objets ne le cèdent en rien aux bijoux ordinaires de l'industrie parisienne.

Le grand-duché de Bade possède à Mannheim, pour la fabrication des glaces, une grande usine qui appartient à notre compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

Royaume de Hanovre. Les exposants du Hanovre sont en trop petit nombre pour que nous trouvions une grande variété dans leurs produits.

La pierre meulière de Münden, les anthracites d'Osnabruck forment toute la partie minérale de l'exposition; les produits chimiques sont les mêmes que ceux des États voisins; quelques vins mousseux, les pâtes alimentaires et le tabac, composent seuls la troisième classe; mais, dans la quatrième, nous trouvons, à Harbourg, une colossale fabrication de caoutchouc dirigée par M. Cohen Vaillant et C^ie^; une autre usine est entièrement consacrée à la fabrication des peignes en caoutchouc durci.

La fabrique de M. Cohen Vaillant est certainement la plus considérable de l'Europe; la force motrice qui lui est nécessaire dépasse 600 chevaux, et elle met en œuvre, chaque jour, 1500 kilogrammes de caoutchouc, avec lesquels on confectionne tous les articles connus. En nous bornant à indiquer, parmi les chiffres de la production journalière, 1000 paires de chaussures, 10000 balles ou ballons, 3000 figures moulées de toutes sortes, 150 pièces de tissus pour vêtements, nous aurons suffisamment fait connaître l'importance exceptionnelle de cette industrie.

Dans les autres classes, peu de produits textiles, quelques cuirs, plusieurs imprimeries à Hanovre, une grande usine à papier à Münden, à Goslar une grande fabrication d'objets d'albâtre du Harz, à Linden des fabriques d'armes et de coutellerie, enfin à Osterwald une verrerie très-importante, dont les bouteilles sont particulièrement recherchées.

Le grand fait relevé par l'exposition hanovrienne est l'importance de l'usine de Harburg, et il suffit quelquefois de l'existence d'une seule industrie pour que vingt autres viennent se grouper promptement autour d'elle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grand-duché de Hesse. Les produits chimiques sont les mêmes que ceux de la plupart des États de l'Allemagne; cependant la préparation de l'outremer et celle des produits dérivés de l'aniline paraissent y occuper une grande place, ainsi que les vernis et les encres grasses. Les vins d'Hock, ceux du Rhin et de la Moselle, y sont en grande abondance; le tabac et l'ambre figurent aussi parmi les objets exposés.

MM. Deck et Kirschten d'Offenbach ont envoyé une belle voiture suspendue sur huit ressorts, et un grand nombre d'articles de carrosserie : les machines elles-mêmes ne faisaient pas défaut à cette exposition ; une petite machine à vapeur de 6 chevaux, une machine pour fabriquer les cigares, une machine pour faire les tuyaux et les briques, et une fort belle série de machines à coudre, témoignent de l'avancement des arts mécaniques dans ce duché. Le canon obligé et un petit nombre d'instruments de musique complètent les produits de la deuxième section.

Parmi les produits fabriqués, les cuirs de toutes sortes indiquent une industrie avancée; mais l'exposition la plus remarquable était celle de M. Schroeder, de l'Institut polytechnique de Darmstadt; M. Schroeder s'est attaché à construire, pour l'usage des écoles techniques, des modèles de géométrie, d'organes de machines, et des appareils de précision; on ne trouverait nulle part en Europe une collection aussi complète et aussi intéressante que celle de M. Schroeder.

MM. Seebatt, Richard et C^ie^ ont à Offenbach une grande fabrique de quincaillerie, dont les produits sont très-intéressants et très-variés; et, pour l'utilisation de sa pausserie, le duché de Hesse possède un grand nombre de fabriques de portefeuilles et d'autres objets de maroquinerie.

Autres États allemands. Les expositions des autres États de l'Allemagne sont relativement peu considérables, et il nous suffira d'indiquer, pour chacune d'elles, les objets les plus importants.

Grand-duché de Mecklembourg-Schwerin, 50 exposants. Blés, avoines et pois; fromages et oies fumées; laines, fusils Lefaucheux; instruments de précision et appareils de chirurgie; couvertures de meubles en fibres de manille; cuirs et gants; parquets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Électorat de Hesse, 25 exposants. Couleurs; instruments de science et d'arpentage; tissus de laine; plans en relief du Sinaï et du Golgotha; bijouterie; creusets renommés de Hesse et creusets de plombagine employés à la monnaie de Francfort pour des fontes de 600 kilogrammes.

Duché de Saxe-Cobourg-Gotha, 21 exposants. Prussiate de potasse et préparations de manganèse; instruments de précision à Gotha; tissus de lin et de laine; jouets en papier mâché et en étain; porcelaines.

Duché de Anhalt-Dessau-Coethen, 19 exposants. Paraffine et grande collection de produits de la distillation des lignites; cette industrie a pris un rapide essor dans presque toutes les contrées de l'Allemagne; l'usine de Rosslau est importante; peluches et soie, draps, flanelles, typographie.

Grand-duché de Nassau, 18 exposants. Produits minéraux parmi lesquels le nickel et le manganèse; belles ardoises; vins; lin récolté sur le haut Westerwald, à 1500 pieds au-dessus de la mer; publications artistiques et scientifiques.

Duché de Saxe Melningen, 15 exposants. Outremer, moletons, grande fabrication de toiles métalliques, verreries, manufactures de porcelaine à Posnach et à Vallendorf.

Duché de Brunswick, 15 exposants. Sucre, tissus pour robes, importante collection d'ouvrages scientifiques de M. Vievig et fils, de Brunswick; ouvrages illustrés de Westermann.

Grand-duché de Luxembourg, 11 exposants. Cuivre et antimoine; tissus de coton; reproduction d'un manuscrit du onzième siècle.

Grand-duché d'Oldembourg, 6 exposants. Pierres à fusil, acide stéarique, bouchons, bobines, instruments de chirurgie.

Duché de Saxe-Altembourg, 6 exposants. Potassium, sodium, tissus de laines, brosses et gants.

Principauté de Lippe, 5 exposants. Blanc de Cremnitz, amidon, gomme artificielle, tissus de lin, pipes en écume de mer.

Les expositions des autres États sont sans intérêt, mais nous avons à revenir sur les quatre villes libres: Francfort, Hambourg, Brême et Lubeck.

Francfort-sur-le-Mein. Exposition peu intéressante si ce n'est pour quelques balances de précision, l'impression lithogra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phique et typographique et la bijouterie. C'est à Francfort que se fabriquent en grandes quantités ces meubles en cornes de cerf qui sont comme la négation de tout sentiment artistique, sans être pour cela mieux appropriés à leur destination.

Hambourg. Eaux minérales, alun, viandes fumées et conservées, laines mérinos, machines à coudre, diamants et rubis, horloges, instruments de musique, articles de peausserie et meubles.

Brême. Petit dynamomètre de M. Valtjen, pour étudier les variations du frottement suivant la nature du graissage : cet appareil est fort bien construit et peut être très-utile.

Lubeck. Conserves et massepains, broderies.

Après cette aride nomenclature, il ne nous reste plus qu'à jeter un coup d'œil sur l'ensemble des produits minéraux du Zollwerein, et il nous suffira, pour en bien faire saisir l'importance, d'analyser rapidement le catalogue spécial qui a été rédigé par M. le docteur Widding, sous la direction du célèbre minéralogiste Van Dechen.

PRODUITS MINÉRAUX DU ZOLLVEREIN. La salle dans laquelle tous ces produits ont été rassemblés est certainement une des plus curieuses de l'Exposition. Tout au pourtour on a placé successivement les combustibles fossiles de la Prusse rhénane et de la Westphalie, puis les minerais de plomb, de zinc, de cuivre, de nickel, de mercure, d'antimoine et de manganèse; les différentes roches sont ensuite placées dans l'ordre suivant : les pierres de construction, les ardoises et les marbres des mêmes provinces. Les charbons et les minerais de la Silésie et du Nassau forment deux séries distinctes. Les cartes et coupes géologiques des diverses contrées sont appendues aux murailles de cette salle, et les produits les plus intéressants forment au milieu autant de groupes séparés.

Au centre, les places principales ont été réservées aux sels de la formation de Stassfurth et aux cuivres de l'usine de Mansfeld. On a fait une installation à part pour les eaux minérales de la Bavière, et pour les diverses exploitations des lignites de la Prusse saxonne, qui ont donné lieu, dans ces derniers temps, à d'immenses usines qui se livrent exclusivement à la distillation de ces combustibles bruts. Quatre de ces établissements ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposés, et voici la nomenclature de leurs produits telle qu'elle résulte de la Notice de M. de Deckern :

Goudron, huile minérale brute, huile volatile dite photogène, photogène raffinée, huile moins volatile dite huile solaire, huile solaire raffinée, huile paraffinée, paraffine brute, cristaux de paraffine épurés, bougies de paraffine, sans compter la benzine et toutes les matières colorantes qui en dérivent.

Notre collègue, M. Payen, est entré dans de nombreux détails sur cette industrie importante, que nous exploitons également en France, par la distillation des schistes dits bog-heads d'Écosse, et de nos schistes bitumineux du Morvan et du Bourbonnais.

Quatre grandes étagères sont, en outre, consacrées aux produits minéraux les plus importants. Deux d'entre elles renferment les produits métallurgiques de la Prusse rhénane et de la Westphalie : d'une part, les fontes de diverses provenances ; de l'autre, les fers, les cuivres, les plombs, les zincs, les antimoines, et de magnifiques lingots de nickel et de cobalt que nous n'avions point encore vus sous de tels volumes. Les deux dernières vitrines sont remplies, d'un côté, avec les produits de la Bavière, du Luxembourg, de la Saxe et des autres provinces du Zollverein ; de l'autre, par ceux de la Silésie : le fer, l'arsenic, le plomb, l'or, le nickel, avec les aluns et les vitriols de cette riche contrée.

Sans doute, la salle des produits minéraux du Zollverein n'a pas été la plus recherchée à l'Exposition, mais, lorsqu'on l'étudie dans ses détails, lorsqu'on se laisse guider par les quarante-six cartes géologiques et plans d'exploitation qu'elle renferme, on ne tarde pas à la considérer comme l'un des faits les plus saillants de l'Exposition. Aidé de la Notice de M. de Decken, on lit comme à livre ouvert dans la constitution minérale de l'Allemagne, et l'on arrive bien vite à cette conclusion, que nulle part la nature n'a été plus prodigue de ses dons.

Nous terminerons dans le prochain numéro des *Annales* cet examen comparatif des expositions des différents peuples.

H. Tresca.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSES 2 ET 4.

PRODUITS CHIMIQUES,

PAR M. PAYEN.

PARAFFINE ET CARBURES D'HYDROGÈNE LIQUIDES. RÉSIDUS OLÉAGINEUX. INDUSTRIES STÉARIQUES. CÉTINE.

ÉPURATION DE LA PARAFFINE.

Aux détails que nous avons donnés sur l'épuration de la paraffine (p. 42 du dernier numéro), nous devons ajouter que l'*hydrocarbure* léger employé de préférence par M. Cogniet pour la *refonte* est celui qu'il obtient dans le second produit de la distillation bien ménagée du pétroleum, ce carbure d'hydrogène ayant une densité de 720 est incolore, limpide, exempt de l'odeur désagréable qui caractérise les produits des schistes.

Afin d'éviter une déperdition notable de l'hydrocarbure léger pendant la refonte, on opère dans une cuve close en tôle; sur le couvercle de ce vase est adapté un col d'alambic aboutissant à un réfrigérant qui condense les vapeurs. La paraffine étant mise dans la cuve, on élève sa température à 75 ou 80° par un serpentin en plomb à retour d'eau; aussitôt que la matière est liquéfiée, on y verse par un tube, plongeant dans le liquide, 15 à 20 pour 100 de l'hydrocarbure à 720, puis on effectue le mélange intime à l'aide d'un agitateur dont la tige verticale passe dans une boîte d'étoupes au dehors du couvercle. On ouvre alors le robinet de fond, le liquide s'écoule dans des moules ou caisses plates où il se prend en masse. On soumet les pains cristallisés à une pression énergique; il faut renouveler une deuxième et même une troisième fois ce traitement pour les paraffines difficiles à épurer. (Voyez p. 41 et 42.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons indiqué comment après avoir éliminé les dernières traces d'hydrocarbures par le barbotage de la vapeur d'eau, on dessèche la paraffine en la chauffant au-dessus de 100° par la vapeur circulant dans un serpentin en spirale, à retour d'eau. Nous devons dire qu'à ce moment on mélange à la paraffine liquide, environ 1 centième de noir animal fin [1] pour achever la décoloration avant de filtrer cette paraffine; quant au noir qui s'est déposé, on le lave avec un hydrocarbure léger, puis on le revivifie par une calcination en vase clos, qui vaporise et permet de recueillir dans un réfrigérant le peu d'hydrocarbure et de paraffine dont il restait imprégné.

Il est aujourd'hui bien reconnu que la matière première la plus économiquement productive en hydrocarbures liquides est le *pétroleum*. Les sources les plus abondantes, aux États-Unis, sont situées auprès d'une station du chemin de fer dit l'Atlantique et le grand Occidental; de là l'*huile* naturelle peut être transportée facilement à New-York ; plus de 5 millions de gallons (22,750,000 litres) ont été expédiés par cette seule voie, sans que l'on ait pu encore utiliser, à beaucoup près, les énormes quantités qui s'écoulent spontanément. Au Canada, les sources de *pétroleum* ne sont pas aussi favorablement situées, et cependant des centaines d'ouvriers s'occupent à recueillir leur produit; la plus grande partie toutefois s'écoule en pure perte au travers de la contrée et va gagner le lac Suron, dont il recouvre les eaux.

Voici les derniers renseignements que nous nous sommes procurés sur les prix comparatifs de la paraffine et des hydrocarbures liquides en Prusse, chez MM. Bernard Hubner de Rehmsdorf, près Zeitz, et en France chez MM. Cogniet et Maréchal, aux fondrières (Nanterre, Seine) :

	Prusse.	France.
Paraffine 1re qualité, fusible de 50 à 60° le kil.	2f 62c	2f 50c
— 2e — 44 à 47°.....	2 06	2 00
Hydrocarbure léger, densité 770..... le lit.	0 94	0 70
— — — 795..	0 86	0 70
Huile pour lampes solaires, densité 830 à 840.	0 63 à 70c	0 55
Huile lourde paraffinée.....	0 45	0 45

1. Dans un brevet obtenu le 24 juin 1857, MM. Haussoulier et Cogniet ont substitué aux huiles grasses l'emploi bien plus économique et plus efficace du sulfure de carbone et indiqué l'application du charbon animal pour achever la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que les cours commerciaux de ces produits sont peu différents, et toutefois sensiblement moins élevés chez nous [1].

Les prix courants de M. Hubner ne mentionnent pas d'hydrocarbures très-légers, semblables à ceux que MM. Coignet et Maréchal obtiennent dans les premiers produits de la distillation du pétroleum; leur densité varie de 640 à 655, ils se vendent 0f 80c le litre, peuvent remplacer le sulfure de carbone et l'éther dans quelques usages et sont très-propres à la *carburation* des gaz légers de l'éclairage, même à donner une flamme très-lumineuse par la tension de leur vapeur dans l'air atmosphérique, ce simple mélange brûlant dans les becs usuels à gaz d'éclairage [2].

Nous donnons plus loin (p. 376) les résultats d'expériences sur les quantités de lumière obtenues des bougies de paraffine et d'acide stéarique et de nouvelles observations sur la paraffine et les hydrocarbures (ou carbures d'hydrogène) légers.

EXTRACTION PAR LE SULFURE DE CARBONE

DE L'HUILE DE MARCS D'OLIVES, DES TOURTEAUX DE GRAINES OLÉAGINEUSES ET DES MATIÈRES GRASSES DE DIVERS RÉSIDUS.

Nous avons terminé la première partie de ce compte rendu sur les industries chimiques représentées à l'Exposition de Londres,

décoloration. Ce fut dans un brevet accordé le 2 septembre 1861, que M. Cogniet indiqua la substitution de l'hydrocarbure léger de pétroleum au sulfure de carbone, réalisant ainsi une nouvelle et importante amélioration.

1. Dans les applications à l'éclairage avec les trois systèmes de lampes il est arrivé parfois qu'en vue d'obtenir la moyenne convenable on a mélangé ensemble des hydrocarbures de densités très-différentes : il résultait de là des chances de pertes et de graves dangers, car les hydrocarbures les plus légers et les plus volatils brûlent les premiers et peuvent, en raison de la forte tension acquise par leur vapeur en un instant, déterminer des explosions, des blessures et des incendies.

2. Cette méthode nouvelle d'éclairage, proposée par M. Mengruel pourrait devenir économique tout en étant exempte d'une grande partie des inconvénients du *gaz* ordinaire, si les moyens d'exploitation, d'embarrillage et de transport des huiles brutes naturelles étaient perfectionnés et plus développés qu'ils ne le sont encore : déjà cependant la Société qui exploite aux États-Unis les sources naturelles de pétroleum a exporté, dit-on, en 1860 67,500,000 litres de cette huile minérale et, en 1861, 90 millions; on pense que la quantité exploitée en 1862 dépassera 100 millions de litres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la description de l'application nouvelle et économique que M. Moison a réalisée en extrayant à l'aide du sulfure de carbone les matières grasses, goudronneuses et résineuses des laines de débourrage et des toisons tachées par les marques des moutons, utilisant ainsi au profit des manufactures de lainages ces *déchets* naguère perdus [1].

Une industrie analogue manifestait dans la même exposition son existence moins récente par plusieurs échantillons de produits remarquables. Si nous en avons ajourné jusqu'aujourd'hui la description, c'est que dans l'extension beaucoup plus grande qu'elle a prise, elle s'applique à des matières premières variées et de différentes origines, offrant ainsi plus de complication dans ses moyens d'approvisionnements et du traitement des matières sur lesquelles son action s'exerce, enfin donnant lieu à l'extraction de produits dont les applications sont plus variées; nous avons donc ainsi procédé à dessein du simple au composé tout en intervertissant l'ordre chronologique à son égard.

C'est effectivement à M. Deiss que l'on doit les premières applications manufacturières du sulfure de carbone à l'extraction des huiles, des matières grasses, neutres ou acidifiées et de la cire, également engagées dans des résidus et jusqu'alors négligées ou complétement perdues, qui même en certaines circonstances

1. Entre les classes 2 et 4, du catalogue rédigé par la Commission royale à Londres, de nombreux points de contact se sont rencontrés, et parfois l'ordre s'est trouvé interverti : ainsi, par exemple, la paraffine et les hydrocarbures liquides des exposants français étaient rangés dans la 4e classe, bien que toutes ces matières pyrogénées fussent comprises dans les produits chimiques, à l'Exposition universelle de 1855, et que tous les produits similaires des autres nations se trouvassent, cette année, dans la 2e classe. M. Deiss, qui exposait du sulfure de carbone, des marcs d'olive, de l'huile et du savon, était placé dans la 2e classe, les autres exposants de matières grasses et de savons avaient été inscrits dans la 4e; si par le fait de cette confusion regrettable, un de nos exposants a été l'objet de deux rapports, un autre est resté en dehors de tout examen. Nous avons cru devoir réunir dans la première partie de ce compte rendu et dans celle-ci l'examen des procédés de M. Moison (compris avec son dynamomètre dans la classe 8), de MM. Cogniet Maréchal, et de M. Deiss; ces procédés se rapportant, sans aucun doute, aux industries chimiques. Par la même raison nous parlerons ici des savonneries, de la fabrication des acides gras et des bougies stéariques comprises dans la classe 4 de l'Exposition de Londres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvaient, comme nous le ferons voir, devenir des causes d'accidents plus ou moins graves.

Nous indiquerons d'abord le système d'épuration en grand du sulfure de carbone, adopté par M. Deiss dans son importante usine de Pantin, où il fabrique ce produit; nous décrirons ensuite les appareils à l'aide desquels on extrait par ce dissolvant les matières grasses de divers résidus.

Le sulfure de carbone brut contient en proportions notables du soufre, que l'on doit en éliminer avec soin avant de l'appliquer à l'extraction des matières grasses; on y parvient à l'aide d'une distillation assez bien ménagée pour éviter tout entraînement de vapeurs globulaires.

L'appareil se compose, chez M. Deiss, d'une cucurbite en tôle à fond plat, ayant 3 mètres de longueur, 2 mètres de large et 1 mètre de hauteur. Le couvercle, bombé, est muni d'un large trou d'homme et de six tubes de dégagement en tôle de fer ou de zinc de 15 cent. de diamètre graduellement rétrécis à 10° et aboutissant chacun à un serpentin. Les 6 serpentins sont plongés dans un réservoir ou réfrigérant commun dont l'eau se renouvelle continuellement pendant la distillation, afin de condenser la vapeur. Le liquide provenant de cette condensation s'écoule dans un récipient clos et muni d'un tube destiné à porter au dehors et au-dessus des ateliers les gaz incondensables en grande partie formés d'hydrogène sulfuré et d'air atmosphérique.

Sur toute l'étendue du fond de cette cucurbite serpentent :

1° Un tube à retour d'eau en plomb, parallèle aux parois latérales et recourbé trois fois sur lui-même;

2° Un autre tube semblablement disposé, mais perforé d'un grand nombre de trous. Ces deux tubes admettent chacun isolément, par un robinet spécial, la vapeur d'eau à la volonté de l'opérateur.

Au moyen d'un ajutage adapté sur le couvercle, on fait arriver dans la cucurbite, pour la remplir à peu près aux trois quarts de la contenance totale, 5,000 kil. du sulfure de carbone à rectifier, puis, l'ajutage d'introduction étant fermé, on commence l'opération en introduisant la vapeur dans le premier serpentin à retour d'eau, et l'on règle cette introduction de manière à maintenir la température à 48°, sans produire une ébullition trop vive; dès lors la distillation commence, elle dure trois à quatre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours[1]. Lorsqu'il ne se dégage plus sensiblement de vapeur de sulfure de carbone, on doit introduire la vapeur d'eau dans le 2e tube percé, afin que cette vapeur libre puisse chasser tout ce qui se trouve encore de sulfure dans la cucurbite, soit adhérent au dépôt de soufre, soit maintenu en vapeur dans toute la capacité du vase. On laisse vers la fin s'échapper l'excès de vapeur en ouvrant l'ajutage au sommet du couvercle, puis rentrer l'air atmosphérique par la même ouverture.

C'est alors que l'on enlève l'obturateur du trou d'homme, et qu'un ouvrier peut, sans courir aucun danger, entrer dans la cucurbite pour retirer le dépôt de soufre, puis effectuer un lavage dont les eaux s'écoulent par un robinet de fond, et remettre enfin tout en état pour recommencer une autre opération semblable.

Le sulfure de carbone, ainsi rectifié soigneusement, ne retient plus guère que des traces d'acide sulfhydrique[2], mais durant les opérations de filtrations et de distillations multiples auxquelles il doit s'appliquer pour extraire les matières grasses, l'hydrogène sulfuré s'élimine de plus en plus complétement, en sorte que le dissolvant s'épure spontanément lui-même sans qu'on ait à s'en préoccuper[3].

1. On pourrait facilement en observer les progrès en réunissant dans un tube commun les produits condensés dans tous les serpentins et adaptant sur le trajet de ce tube commun, avant son entrée dans le réservoir, un court manchon en cristal qui laisserait voir le liquide passer en plus ou moins grande abondance jusqu'à ce qu'il cessât de couler, lorsque la rectification serait à son terme. Les joints seraient facilement rendus étanches, à l'aide d'un vernis de gomme laque à l'alcool.

2. On peut l'expédier en cet état dans des tourilles en grès, mais afin d'éviter les chances de fracture des vases, M. Deiss emploie, pour transporter le sulfure de carbone, des tonneaux cylindriques en tôle à fonds cloués et rentrés de 5 à 6 centimètres ; ces vases ont 60 cent. de diamètre et 80 cent. de hauteur, ils sont munis sur l'un des fonds d'un ajutage fermant à écrou ; on ouvre à volonté cet ajutage pour extraire le liquide à l'aide d'un siphon.

3. Pour certaines opérations plus délicates il pourrait être utile de se procurer économiquement du sulfure de carbone exempt, à peu près, d'acide sulfhydrique : on y parviendrait sans peine, en ayant le soin de fractionner les produits de la rectification ; du moins en en faisant l'essai, par une rectification au bain-marie dans le laboratoire ; j'ai pu constater que les premières portions distillées exhalent une odeur infecte, tandis que la deuxième moitié n'offre plus que l'odeur normale, relativement faible, du sulfure de carbone pur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outre les déchets de laines (de marques, de débourrage et de tonte des draps) qui exigent un traitement tout spécial, et sur lequel nous avons donné des détails suffisants dans la première partie de ce compte rendu, voici quels sont les résidus actuellement soumis au *lavage* par le sulfure de carbone, et la préparation, particulière à plusieurs d'entre eux, faite en vue de cette extraction :

1° Les dépôts bruns dits *glycérine* goudronneuse provenant de l'un des procédés encore en usage ou accidentellement produits dans la *saponification* sulfurique, préparatoire à la *distillation des corps gras ;* opérations décrites plus loin et relatives aux *industries stéariques*. Ces dépôts bruns, avant d'être soumis au traitement qui doit en extraire environ 18 à 20 centièmes d'acides gras, sont mélangés avec de la sciure de bois, afin de les rendre assez perméables pour faciliter la filtration du sulfure de carbone au travers de la masse. Les résidus de cette sorte, provenant de plusieurs fabriques, sont traités en France dans l'usinede M. Deiss, à Pantin, près de Paris, en Angleterre et en Belgique par les concessionnaires de l'inventeur, à Bow-Bridge, près de Londres et à Molenbek Saint-Jean, Bruxelles. M. Stanley, concessionnaire à Leeds, dans le Yorck-Shire, traite particulièrement les déchets de laine (de cardes, de tontisse, de peignages), avec du sulfure de carbone expédié de France et fabriqué chez M. Deiss.

2° Les *cambouis* ou résidus bruns des matières grasses employées au graissage des essieux de voitures et wagons, les graisses de cuisine, etc. Ces matières doivent également, et par les mêmes motifs, être mélangées avec de la sciure de bois avant qu'on les place dans l'*extracteur*, où s'effectue la filtration du sulfure de carbone (les cambouis des wagons sont préalablement traités à chaud par l'acide sulfurique, lavés et séchés pour décomposer l'émulsion savonneuse et mettre à nu la matière grasse).

3° Les étoupes et chiffons gras qui ont servi au nettoyage des parties frottantes des machines fixes et mobiles (dans les filatures, divers ateliers et sur les chemins de fer) lubrifiées avec des graisses ou des huiles. Ces filaments et lambeaux de tissus sont assez facilement perméables pour être traités sans mélange préalable ; un triple avantage peut résulter de l'extraction des matières grasses qu'ils contiennent : les soins que l'on doit prendre de les renfermer dans des vases clos pour les expédier ulté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieurement, évitent les graves dangers d'incendie occasionnés en maintes circonstances par l'accumulation en tas, dans les coins des ateliers, de ces tissus ou filaments graissés qui, absorbant et fixant l'oxygène de l'air, peuvent s'échauffer au point de s'enflammer spontanément[1]; le deuxième avantage résulte de la valeur même de la matière grasse que l'on a extraite, et le troisième, de l'emploi ultérieur que l'on peut faire pour le même service des débris de filaments ou de tissus ainsi nettoyés.

4° Les résidus lavés et pressés de l'extraction directe de la cire, ce sont encore des résidus retenant une matière soluble dans le sulfure de carbone, habituellement perdue. A la vérité on les utilise comme engrais; ils se vendent pour cet usage 18 à 20 fr. les 100 kil., mais leur valeur réelle ne serait en rien diminuée si l'on en extrayait, par le dissolvant spécial, 20 p. 100 de cire dont on pourrait se servir pour frotter ou pour fabriquer des bougies, brunes, économiques et donnant beaucoup de lumière. Ces résidus doivent donc être traités à part, puisque le produit que l'on en tire ayant les propriétés spéciales des cires, s'applique à des usages différents de ceux des matières grasses qui sont économiquement saponifiables.

5° Les sciures de bois après qu'elles ont servi à la filtration des huiles épurées par l'acide sulfurique et subi une forte pression; ces tourteaux de sciure cèdent au sulfure de carbone 15 à 18 d'huile pour 100 de leur poids.

6° Les fèces acides, dépôts boueux des huiles battues avec 2,5 pour 100 d'acide sulfurique; ces résidus contiennent 0,50 d'huile que le sulfure de carbone enlève après qu'on les a lavés à l'eau bouillante pour décomposer les acides sulfo gras, séchés puis mélangés avec de la sciure qui facilite la filtration.

7° Les os des animaux de boucherie, provenant de la consommation des viandes alimentaires, ces résidus ramassés dans les

1. On peut se mettre à l'abri des dangers d'inflammation spontanée et réaliser une économie notable en substituant aux huiles grasses en usage, pour lubrifier les parties frottantes des machines, les *huiles* dites *minérales* paraffinées, provenant de la distillation des schistes, des lignites, du pétroleum, etc., qui, n'étant pas susceptibles d'absorber l'oxygène atmosphérique, ne sauraient éprouver cette sorte de combustion, c'est là un avantage bien apprécié déjà, surtout en Angleterre. Au reste, le procédé de M. Deiss s'appliquerait également à enlever par le sulfure de carbone ces hydrocarbures pour les utiliser de nouveau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maisons ou dans les rues, constituent la matière première de la fabrication du noir animal, ou de la gélatine. On en récolte annuellement en France plus de 20 millions de kilogr., qui, après avoir fourni de la graisse, puis du charbon d'os appliqué à la décoloration des sirops, retournent à l'agriculture : celle-ci emploie très-avantageusement ce résidu comme engrais sous le nom de noir animal. Les os bruts, encore frais, dits *os gras*, après avoir été concassés, sont traités habituellement par ébullition dans l'eau. Ils ne donnent alors, en moyenne, que 6 à 7 centièmes de matière grasse, vendue sous le nom de petit suif ou suif d'os, et employée dans la savonnerie ou la fabrication des produits stéariques par distillation. On obtient jusqu'à 10 et 11 centièmes de leur poids de la même matière grasse, lorsqu'on les soumet, dans l'appareil de M. Deiss, à l'action dissolvante du sulfure de carbone, en prenant quelques précautions spéciales indiquées plus loin.

8° Les tourteaux des graines oléagineuses, colza, navette, sésame, cameline, lin, arachides, lorsqu'ils ne sont pas destinés à l'alimentation ou à l'engraissement des bestiaux, soit qu'ils se trouvent produits en excès pour cette consommation, soit que leur qualité les y rende moins favorables ou qu'ils y soient devenus tout à fait impropres par suite de certaines altérations spontanées (fermentation, rancidité, moisissures, etc.) qu'ils ont pu subir[1]. En tout cas, avant de soumettre à l'action du sulfure de carbone ces tourteaux, il faut les diviser ; on y parvient à l'aide de cylindres cannelés qui les réduisent en fragments gros comme la moitié

1. La quantité de tourteaux disponible tous les ans est très-considérable, on peut s'en faire une idée en considérant les importations annuelles pour le commerce intérieur, et la production moyenne des graines oléagineuses en France. Voici sur quelles bases peuvent s'établir les calculs pour l'année 1859 :

Graines importées	118 664 376[k]
Récoltées	363 828 962
Total	482 493 338

représentant après les pressions ordinaires :

Tourteaux	289 500 000[k]

Les importations relevées sur les états des douanes, pour 1859, comprennent les arachides ; cette année elles dépassent 1858 et sont inférieures à celles de 1860. C'est donc sensiblement une moyenne pour notre époque.

Quant à la production des graines oléagineuses en France, elle a été constatée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une noix : la surface qu'ils présentent en cet état est suffisante pour que leur épuisement soit complet.

Si les tourteaux épuisés de matière huileuse sont devenus impropres à la nourriture des animaux, ils sont, au contraire, plus favorables à la nutrition des plantes. En effet, la matière grasse, à peu près inutile dans ce cas, puisque les débris hydro-carbonés surabondent dans les sols en culture, agit même défavorablement parfois, en raison de sa rancidité, sur les organes délicats des graines en germination. D'ailleurs, en enlevant aux tourteaux dix pour cent de leur poids d'une matière inerte, les substances les plus efficaces (phosphates, matières azotées, sels alcalins), se trouvent, par cela même, augmentées dans une semblable proportion. Enfin, une dernière considération qui n'est pas sans valeur, c'est que l'engrais, desséché après sa sortie des appareils, se présente sous un état de division convenable pour être aisément répandu sur le sol, en sorte que les agriculteurs évitent, en l'employant, la dépense du broyage, indispensable relativement aux tourteaux ordinaires. Ceux-ci, à la vérité, offrent aux acheteurs une certaine garantie, par leur forme spéciale, contre tout mélange frauduleux avec des matières étrangères; mais on obtiendrait des garanties semblables, plus certaines même, en achetant les tourteaux pulvérulents sur échantillons cachetés, renfermés dans des emballages, munis de la marque du vendeur, et se réservant le droit de faire vérifier, par l'analyse, l'identité du produit au moment de la livraison. Telles sont, au surplus, les précautions à prendre, relativement aux différents engrais commerciaux.

Ces précautions, généralement adoptées en Angleterre, commencent à servir de base aux transactions entre nos agriculteurs et les marchands d'engrais.

Les tourteaux de graines oléagineuses peuvent être traités par le sulfure de carbone sous deux états différents: après avoir

d'après la statistique agricole du ministère de l'agriculture, recueillie par M. Legeyt, la valeur en argent y est portée à 116 425 268 fr., non compris les huiles d'olives et de noix, qui représentent :

L'une.....	28 701 126 fr.
L'autre.....	14 288 398
Ensemble.....	42 989 524 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

subi soit une, soit deux pressions ; quelle est, à cet égard, la méthode préférable, au point de vue économique ? Le choix, au premier abord, ne semble pas douteux. En effet, l'extraction à l'aide du moyen mécanique donne, dès la première pression, la plus grande partie de l'huile, surtout en faisant intervenir la chaleur ; mais pour obtenir une partie de ce qui reste, il faut rebattre les tourteaux et les chauffer de nouveau avant de les soumettre à une deuxième pression. On dépense donc plus que la première fois, et l'on obtient moins de produit, celui-ci ayant, même à poids égal, une moindre valeur. Le procédé chimique ne coûte pas davantage, qu'il s'applique aux tourteaux de première, de deuxième, ou même de troisième pression ; or, dans le premier cas, on recueille une quantité double d'huile, 20 centièmes environ, au lieu de 10 dans les produits de seconde pression ; l'excédant ne coûte donc sensiblement rien, tandis qu'il aurait exigé, par le moyen mécanique, une dépense au moins égale à celle de la première opération. Lors donc que le résidu sera apprécié, comme engrais, à sa valeur, la méthode la plus avantageuse consistera dans le traitement des tourteaux, par le sulfure de carbone, après une première pression ; sous la réserve que les résidus ne serviront pas à nourrir des animaux, du moins jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé sur ce point[1].

9° Les pains de creton contenant 20 pour 100 de suif que l'on obtient en les traitant comme les tourteaux.

10° Les détritus de cacao dont on extrait de même la substance butyreuse, d'un prix assez élevé.

11° Les résidus de l'extraction de l'huile des olives. Ces *marcs d'olives* se trouvent sous deux états différents, suivant le système adopté pour l'extraction de l'huile. En Italie, où se rencontrent les plus grandes masses de ces résidus, une partie est maintenant exploitée à l'aide du sulfure de carbone et des appareils de M. Deiss, que nous allons décrire. On désigne sous le nom de *sanza* le résidu des olives simplement écrasées et pressées. Cette matière, la plus abondante, contient, outre la pulpe du

1. A Marseille la quantité de ces tourteaux, obtenue journellement, s'élève à 200 000 kilog. représentant 20 000 kilog. d'huile, ou pour une année de 300 jours, 6 millions de kilog. On monte en ce moment une grande usine pour traiter par le sulfure de carbone les tourteaux oléagineux dans cette localité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fruit, les noyaux, qui en augmentent le volume et le poids sans rien ajouter à leur rendement [1].

Une autre sorte de marc d'olives est désignée, en Italie, sous le nom de *buccia*. Voici dans quelles circonstances elle est obtenue. Les fabricants d'huile de *recense*, nommés en Toscane *frullini*, achètent les marcs compacts dits *sanza*, les font bouillir dans l'eau, afin d'en éliminer les noyaux qui, en effet, se détachent et se rassemblent au fond de la chaudière. La substance pulpeuse demeurée en suspension dans le liquide est reçue sur un tamis, puis portée à la presse ; les tourteaux qui résultent de cette opération ne contiennent pas de noyaux, et la matière huileuse s'y trouve, par cette raison, en proportion plus forte. En beaucoup d'endroits, on s'en sert comme d'un combustible flambant. Dans diverses localités de l'Italie centrale, on la met en réserve pour en faire des feux de joie pendant les fêtes ; il en résulte que son prix dépasse souvent la valeur réelle des 18 à 20 centièmes d'huile qui s'y trouvent contenus ; on ne s'en procure que difficilement des quantités considérables à un prix qui permette d'en extraire avec avantage l'huile par le sulfure de carbone ; aussi M. Deiss a-t-il dû faire construire, pour l'exploitation de MM. Daninos et Compagnie, à Pise, des appareils très-grands afin de traiter principalement la *sanza*, qui ne renferme qu'environ 12 pour 100 d'huile. Le vase extracteur de ces appareils a une capacité de 21,000 litres et peut traiter à la fois 12,500 kilos de sanza (et les deux appareils, en 26 à 30 heures, 25,000 kilos donnant de 2,500 à 2,700 kilog. d'huile) ; nous allons décrire un de ces appareils et nous donnerons ensuite des notions nouvelles sur l'approvisionnement des matières premières et les applications des produits [2].

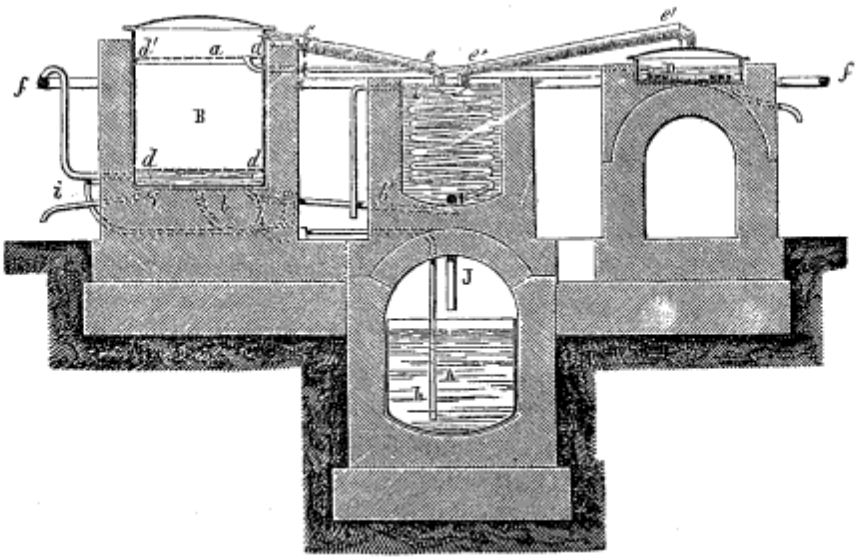
1. Il se trouve à la vérité dans l'amande que les noyaux renferment une matière huileuse particulière, or celle-ci ne pourrait être atteinte et dissoute par le sulfure de carbone que si les noyaux étaient brisés ; mais on ne doit pas pousser jusque-là le broyage, afin d'éviter, lors de la première expression, le mélange de l'huile des noyaux avec l'huile de meilleure qualité comestible et moins susceptible de rancir, qui est secrétée dans la pulpe du fruit.

2. Lorsqu'on peut se procureur des marcs sans noyaux, dits *baccia*, la même capacité en contient 10,000 kilogr. ; le rendement s'élève à 17 pour 100 au sortir des presses, de 22 à 25 lorsqu'ils sont secs, et jusqu'à 28 lorsqu'ils proviennent des Calabres, où l'expression s'effectue moins énergiquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux figures ci-dessous montrent, par une coupe verticale et un plan, les dispositions principales de l'appareil à filtration, distillation et condensation continues qui réalise en grand l'ex-

Fig. 1.



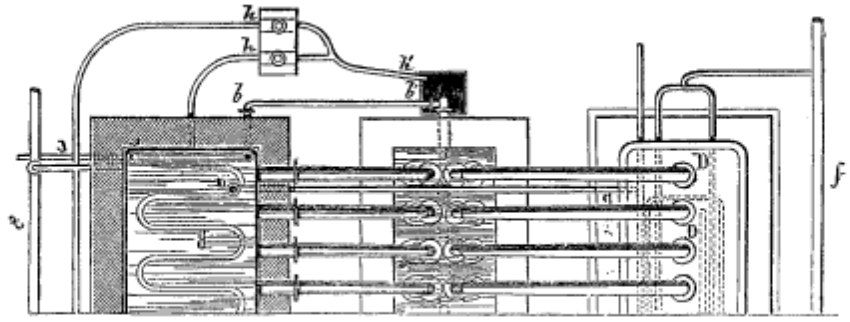


Fig. 2.

traction économique des matières grasses par le dissolvant volatil [1]. Quant aux générateurs à vapeur qui doivent fournir toute

1. Un ustensile à filtration et distillation continues que j'ai depuis longtemps introduit dans les laboratoires peut donner une idée de la théorie de cette extraction économique en grand (*Voy.* p. 524, t. 2, du *Précis de chimie industrielle*, 4e édition).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la chaleur nécessaire à cette opération, à raison de 100 kil. de vapeur d'eau pour distiller 770 kil. de sulfure (d'après les expériences de M. Moussu), outre la quantité nécessaire pour éliminer les dernières portions de sulfure de carbone retenues par le liquide huileux et pour vaporiser ce qui reste de sulfure de carbone interposé dans les marcs après la filtration et l'égouttage, enfin, pour développer la force mécanique; ces générateurs doivent être dans un bâtiment isolé. Chez MM. Daninos et Cie; ils sont éloignés à 28 mètres, afin d'éviter toute chance de communication, de la vapeur inflammable du sulfure de carbone avec les foyers et les dangers d'incendie qui en résulteraient.

A (*fig.* 1) réservoir en maçonnerie (solide et compacte hourdée en ciment romain), dont la longueur dépasse vers l'un de ses bouts le réfrigérant superposé I. Vers cette extrémité se trouve un trou d'homme clos ordinairement et dans lequel aboutissent le tube commun *j* du réfrigérant et le tuyau aspirateur *h'* des pompes *h*. La profondeur de ce réservoir est de 1m80, sa largeur de 2m, et sa longueur de 6m60.

Toute la partie du réservoir A pouvant contenir 23,000 litres, qui doit se remplir de sulfure de carbone et d'eau, est doublée en plomb; un intervalle de 2 centimètres est ménagé entre les parois de ce réservoir et le parement de la maçonnerie. On remplit cet intervalle avec du plâtre fin, de façon à *mouler* et consolider le vase; une disposition semblable est prise relativement aux deux autres grands vases que nous allons décrire, l'extracteur et la chaudière distillatoire [1].

B, extracteur dont le fond ainsi que les parois latérales sont en lames de plomb et le couvercle bombé en tôle, maintenu sur les bords rabattus du vase par une double bride et clos hermétiquement à l'aide d'étriers articulés munis de boulons à vis. Ce vase extracteur cube 21,000 litres et peut recevoir 12,500 kil. de sanza. A la partie inférieure se trouve un faux fond mobile en tôle percé

1. Suivant les dispositions adoptées par M. Deiss pour l'appareil, construit dans son usine de Pantin, près Paris, le réservoir, le réfrigérant et la chaudière distillatoire, entièrement en tôle, se soutiennent seuls, et leurs parois latérales isolées de la maçonnerie sont accessibles de toutes parts; quant à l'extracteur qui peut recevoir des résidus acides tels que les sciures d'épuration des huiles et les résidus de *glycérine* retenant de l'acide sulfurique, les parois latérales et le fond sont en plomb, le couvercle seul est en tôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de trous *d d*; entre le fond et le faux fond un tube en serpentin percé de trous, mis à volonté en communication par des robinets avec le tube commun *f* venant du générateur, permet l'introduction de la vapeur d'eau à la fin de l'extraction [1].

Un second faux fond mobile *d' d'*, également horizontal et percé de trous, se place sur la charge de sanza, régularise et limite sa hauteur, reposant lui-même sur des appuis fixés aux parois. Près de chaque extrémité de ce faux fond, à 50 centimètres environ des parois, sont pratiquées deux ouvertures d'environ 12 centimètres, à chacune desquelles s'adapte un tube évasé sortant au travers de la paroi latérale et aboutissant à la chaudière distillatoire D. Ces deux tubes font fonctions de *trop-pleins* qui dirigent, par une différence de niveau de 60 centimètres, tout le liquide dépassant le niveau du faux fond supérieur, vers la chaudière D. Immédiatement au-dessous du couvercle, neuf gros tubes *e e* de 20 centimètres (réduits à 15 centimètres à leur bout opposé) sont fixés aux parois de l'extracteur.

Entre le fond et le premier faux fond de l'extracteur arrivent les tubes ouverts des deux pompes *h h*, qui puisent à volonté le sulfure de carbone dans le réservoir A pour le refouler et le faire filtrer de bas en haut dans l'extracteur. A la paroi même du fond de ce réservoir est adapté un tube ouvert qui aboutit au tube commun du réfrigérant et permet d'effectuer vers le réservoir A le retour du sulfure de carbone, lorsque jugeant l'épuisement terminé dans l'extracteur, on veut le vider; il suffit alors d'ouvrir un robinet adapté sur le trajet de ce tube à retour du sulfure. Enfin, près de chacune des extrémités du fond de l'extracteur, un tube de vidange *i*, également muni d'un robinet, permet de faire à volonté écouler au dehors les eaux de lavages lorsqu'on nettoie l'appareil.

Les neuf tubes évasés adaptés à la partie supérieure de l'extracteur devant fonctionner comme autant de cols d'alambic où s'engagent les vapeurs à condenser, aboutissent chacun à un serpentin plongeant dans le réfrigérant commun et recevant par

1. On a trouvé avantageux de joindre à ce serpentin troué un autre contourné parallèlement, mais fermé ou à retour d'eau, et permettant, sans mélange de vapeur, d'échauffer le liquide à 33° température qui augmente beaucoup la faculté dissolvante du sulfure de carbone. On comprend que cette disposition soit plus utile en France qu'en Italie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un ajutage bifurqué l'extrémité correspondante de chacun des neufs cols de cygne, *e*, *e*, qui adaptés au sommet du couvercle bombé de la chaudière distillatoire D, conduisent au même serpentin les vapeurs formées dans cette chaudière que nous allons décrire; les neuf serpentins aboutissent, par leur partie inférieure, à un plus large tube horizontal (de 15 centimètres de diamètre) qui se recourbe verticalement pour entrer en *j* dans le réservoir à sulfure de carbone A, où doivent en effet se réunir tous les produits liquides des vapeurs condensées; à l'aide de trop pleins on maintient facilement à la superficie du sulfure de carbone, dans ce réservoir, une couche de quelques centimètres d'eau, qui intercepte la communication de ce sulfure volatil avec l'air et prévient toute évaporation, lors même que le trou d'homme n'est pas clos; l'eau elle-même surnage en raison de son poids spécifique moindre que celui du sulfure de carbone, suivant le rapport de 1293 à 1000.

La chaudière distillatoire D a 5m50c de long, 1m65 de large, et 40 cent. de profondeur, et 45 cent. sous son couvercle bombé; le liquide qu'elle contient, jusques à une hauteur de 20 cent., forme un volume de 1,800 litres; ses fonctions consistent à recevoir continuellement, pendant toute la durée de la filtration au travers de l'extracteur, le liquide qui déborde par les deux tubes *trop-plein*, de vaporiser le dissolvant très-volatil, et de retenir la matière grasse dissoute, relativement fixe. Voici comment ces fonctions s'accomplissent : dans le tube *f*, en communication directe avec les générateurs, on fait à volonté passer la vapeur d'eau par l'une des deux branches d'une bifurcation que montre la fig. 2; l'une de ces branches (plus rapprochée du tube commun *f*), dès qu'on ouvre le robinet qu'elle porte, laisse circuler la vapeur dans le tube qui fait suite, et parcourt deux fois l'étendue de la chaudière parallèlement à ses parois; revenant vers l'extrémité par laquelle il est entré; ce tube, au sortir de la chaudière, se dirige vers un retour d'eau; il a donc communiqué indirectement ou au travers de ses parois la chaleur latente de la vapeur d'eau qui s'est condensée, déterminant ainsi l'évaporation du sulfure de carbone.

A l'autre bout de la même chaudière, dont la fig. 2 ne laisse voir que la moitié, les choses sont disposées symétriquement de même, en sorte que l'un des deux tubes, d'une bifurcation toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semblable et dont on ouvre le robinet, fait circuler en sens inverse la vapeur d'eau ; le tube qui sort symétriquement aussi, au bout opposé, ramène l'eau de condensation au générateur. On comprend le but de cette double circulation symétrique et en sens inverse qui en effet tend à régulariser sur tous les points du parcours la transmission de la chaleur ; on voit aussi comment le dégagement régulier à peu près sur tous les points, de la vapeur émise par l'ébullition du sulfure de carbone, trouve un écoulement facile par les neuf cols tubulaires qui aboutissent aux neuf serpentins où elle doit se condenser.

Mais lorsque l'évaporation est à son terme, c'est-à-dire que la matière huileuse restée dans la chaudière D retient seulement des traces du sulfure, il faut, pour chasser ces dernières portions, faire passer directement au travers du liquide gras, des courants de vapeur d'eau sur tous les points ; on y parvient en ouvrant à chacun des bouts de la chaudière le robinet du second tube de la bifurcation.

Celui-ci, en effet, parcourt le fond parallèlement au premier, et revient sur lui-même ; or, comme dans toute son étendue il est percé de trous, il laisse sortir la vapeur par un grand nombre de jets. Ici encore, en donnant accès à la vapeur à la fois dans les deux tubes par les bouts opposés, et lançant leurs jets nombreux symétriquement, le but que l'on a voulu et dû atteindre était de régulariser sur toute l'étendue de la masse huileuse le passage de la vapeur d'eau, afin d'entraîner sur tous les points simultanément les dernières traces de sulfure de carbone. C'est alors qu'un tube de fond, adapté à la chaudière D (indiqué sur la fig. 1), permet, soit en levant une soupape interne, soit en ouvrant un robinet extérieur, de soutirer le liquide huileux pour le diriger vers un réservoir où il laisse déposer quelques corps étrangers et se refroidit avant qu'on le mette en barils pour l'expédier.

Maintenant que les différentes parties de cet appareil sont suffisamment indiquées, nous allons reprendre la description des opérations successives qui s'y effectuent.

D'abord les marcs d'olives, assez secs, et divisés au point convenable, sont chargés sur le premier faux fond *d d* de l'extracteur B ; lorsque ce vase est rempli de marc bien régulièrement tassé au niveau du deuxième faux-fond *d' a d'*, celui-ci est posé et maintenu horizontalement par quelques boulons à écrous ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clavettes; le couvercle étant placé alors et clos hermétiquement, on met en mouvement les pompes *h h*, fig. 2, qui aspirent par le tube *h'* le sulfure de carbone au fond du réservoir A, fig. 1, pour le refouler sous le premier faux fond, aux deux bouts du vase extracteur, afin de faire monter régulièrement ce liquide au travers de toute la masse, représentant environ 13,000 kil. de ces résidus. Au fur et à mesure que dans la filtration ascendante le sulfure de carbone se charge de matière grasse, il devient plus léger, en sorte que l'épuisement est rendu plus facile, puisque les couches liquides superposées n'ont aucune tendance à se confondre[1].

Lorsque l'épuisement est terminé, ce que l'on peut reconnaître soit par la durée de la filtration, d'après les données pratiques, soit à l'aide d'un court manchon en cristal interposé sur le trajet du tube trop plein qui conduit le liquide de l'extracteur B à la chaudière évaporatoire D, puisqu'à ce moment le sulfure de carbone passe tout à fait incolore.

On ouvre alors le robinet qui par le tube *b* laisse retourner au réservoir A le liquide interposé dans la matière épuisée, lors même que ce liquide contiendrait encore de la substance huileuse, elle ne serait pas perdue, puisque le même liquide servira pour la filtration suivante. En tout cas, lorsque l'écoulement est fini, que le marc est suffisamment égoutté, il faut éliminer tout le sulfure de carbone retenu par cette matière spongieuse. On parvient à ce résultat en injectant sous le premier faux fond de nombreux jets de vapeur par le serpentin percé de trous, qui circule sous ce faux fond et doit alors être mis en communication avec les générateurs par un tube, à chaque bout de l'extracteur, adapté au tube commun *f*, fig. 1 et 2.

La vapeur d'eau, en élevant graduellement la température de

1. Si l'on ne craignait une dépense d'installation première trop considérable, on pourrait obtenir un épuisement plus méthodique et charger davantage le dissolvant en disposant, comme l'a proposé dernièrement M. Rochette, élève de l'École centrale, trois vases extracteurs semblables, à la suite les uns des autres, communiquant entre eux de la partie supérieure du premier à la partie inférieure du deuxième, et de même entre celui-ci et le troisième; ce ne serait qu'après la troisième filtration que le sulfure chargé d'huile s'écoulerait à la chaudière évaporatoire : on économiserait ainsi près des deux tiers des frais d'évaporation, en agissant toujours sur une solution plus chargée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la masse à 100°, vaporise tout le sulfure de carbone interposé, puis, passant elle-même dans les neuf cols de cygne tubulaires *e*, *e*, elle se rend aux serpentins correspondants et vient se joindre à la couche d'eau surnageante sur le sulfure de carbone que contient le réservoir A.

C'est en ce moment, où le passage de la vapeur d'eau échauffe à 100° les tubes *e e* aboutissant aux serpentins, que l'on est par cela même averti que tout le sulfure de carbone interposé dans le marc doit être dégagé. On ferme l'accès à la vapeur d'eau, puis on ouvre le robinet du tube *i*, qui laisse écouler au dehors l'eau de condensation.

La *montée* du sulfure pour remplir l'extracteur dure 8 heures; la filtration jusques à décoloration complète, 4 heures; le retour ou descente au réservoir, 2 heures (le sulfure descendu est aussitôt refoulé dans le deuxième extracteur); la vaporisation du sulfure de carbone exige 8 à 12 heures.

Lorsque les marcs d'olive, épuisés de matière grasse puis débarrassés de sulfure, sont égouttés, il ne reste plus qu'à enlever le couvercle et les plaques formant le faux fond supérieur pour vider le vase extracteur, le nettoyer et le recharger, afin de recommencer une autre opération; le résidu est desséché à l'air, en l'étendant sur un dallage.

Si l'on effectue, dans deux appareils de cette dimension, deux opérations semblables en 26 à 30 heures, les 25,000 kil. de sanza traités ainsi donneront 2,500 kilog. d'huile[1]. On obtiendrait près du double, c'est-à-dire 4,000 à 4,500 kil. d'huile, dans le même temps, si l'on pouvait se procurer de la buccia, et dans ce dernier cas le résidu desséché aurait plus de valeur comme engrais; il serait, surtout, bien utilisé si on le faisait servir d'excipient pour les déjections animales en le mélangeant avec les litières de paille ou terreuses[2]. Dans les localités où l'on élèverait un assez grand nombre de moutons, pour faire consommer directement comme nourriture les marcs d'olives débarrassés des noyaux, ce serait une des meilleures applications

1. Le résidu de la sanza, épuisé de matière grasse, est employé à Pise pour le chauffage des deux générateurs qui fournissent, sous une pression de 3 ou 4 atmosphères, toute la vapeur à l'opération, y compris la force mécanique.

2. Ces résidus des traitements de Buccia, dont M. Deiss a mis dernièrement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on pût faire de ces résidus, et alors il n'y aurait pas lieu de les traiter par le procédé que nous venons de décrire, mais cette circonstance se rencontre bien rarement. Quant au produit principal, l'huile extraite par ce procédé, on l'emploie avantageusement dans la fabrication du savon dur, avec la soude; le savon préparé ainsi, envoyé par M. Deiss à l'Exposition de Londres, a soutenu, de l'avis unanime du jury international, la comparaison avec les meilleurs savons dits d'huile d'olive.

Ce n'est pas seulement dans les parties septentrionales de l'Italie que l'extraction de l'huile des marcs d'olives peut être profitable, d'énormes quantités de ces marcs sont perdues tous les ans dans les Calabres, en Espagne, en Algérie et aux environs de Marseille. On pourrait compter par centaines de millions de kilos les quantités des matières premières de ce genre à utiliser suivant la méthode de M. Deiss ; déjà l'on s'occupe de propager cette importante industrie dans plusieurs contrées méridionales. Les expériences en grand sur plus de 300,000 kil. de marcs d'olives expédiés d'Espagne et de Marseille à l'établissement de Pantin, près de Paris, ne laissent aucun doute sur la possibilité de cette extraction manufacturière; quant aux avantages à en attendre, ils dépendaient surtout des applications de l'huile obtenue par ce moyen, de la valeur qu'on devait lui attribuer, enfin des débouchés probables qu'on pouvait lui ouvrir. Sur tous ces points, les doutes semblent levés, et ce sera l'une des conséquences utiles

100 000 kilog. à la disposition des agriculteurs, ont été, sur un échantillon moyen, analysés au Conservatoire impérial des arts et métiers. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Matières organiques non azotées	73,10
Eau	16,65
Matières azotées	6,32
Substances minérales	3,93
	100,00

Les matières azotées contenaient, pour 100 parties, 0,972 d'azote, et les substances minérales 0,58 de phosphate, ce qui représente pour la valeur de l'azote. 2 fr. »
du phosphate.... 0 29
Total..... 2 fr. 29

Cette valeur serait doublement augmentée en imprégnant ces résidus des déjections qui les enrichiraient et en même temps les utiliseraient comme litière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Exposition internationale que d'avoir mis en évidence la qualité vraiment exceptionnelle du produit principal de l'application de ces huiles.

En effet, le savon très-facilement préparé avec la soude et cette huile des marcs d'olives, réunit les qualités depuis très-longtemps reconnues aux produits de la saponification, de la substance huileuse directement extraite des fruits eux-mêmes par la pression usuelle et employés sans mélange d'autres substances grasses; tous les caractères extérieurs et la composition chimique sont semblables, le léger arome agréable s'y retrouve même, et déjà une faveur prononcée s'attache à ce produit nouvellement introduit dans le commerce. La seule différence qui puisse le caractériser, si on veut le comparer avec les savons de Marseille de première qualité, c'est qu'il n'est ni blanc, ni marbré : sa teinte est verdâtre, elle est due à la matière colorante naturelle du fruit. Ce savon, exposé à l'air et à la lumière, se décolore superficiellement, en sorte que par degrés il acquiert naturellement un *manteau* blanchâtre qui pourra lui servir de cachet d'origine.

En tout cas, le savon nouveau offre cet avantage, que l'on ne rencontre que fort exceptionnellement aujourd'hui, d'être complétement exempt de substance grasse étrangère à l'huile d'olives. Déjà, malgré les frais relativement considérables du transport de la matière première, achetée 3 fr. les 100 kil. à Marseille et traitée dans l'usine près de Paris, l'huile obtenue a pu être vendue avec bénéfice 50 fr. les 100 kil., environ le tiers du prix courant des huiles d'olives, et le savon fabriqué avec cette huile naguère perdue, livré au prix de 80 fr. (ou 72 fr. net, escompte de 10 pour 100 déduit) les 100 kil.; il a été reconnu préférable dans presque toutes ses applications à la plupart des variétés de savon fabriqués avec des matières grasses autres que l'huile d'olives; afin de le distinguer mieux encore, M. Deiss en livre au commerce une grande quantité sous la forme de morceaux rectangulaires dits *frappés*, c'est-à-dire comprimés dans des moules et portant en saillie ou en creux, sur les six faces, avec la marque de fabrique, l'indication de sa composition spéciale, qui n'admet aucune autre matière grasse que l'huile d'olives [1].

1. Sous les deux formes de briques et de morceaux cubiques frappés, on en prépare actuellement 950 kilogr. par jour dans l'usine de Pantin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le traitement des tourteaux de graines oléagineuses, notamment du colza, préalablement concassés comme nous l'avons dit plus haut, donnent 10 à 20 centièmes de leur poids d'huile, suivant qu'ils proviennent d'une double ou d'une simple pression; on emploie cette huile extraite par le sulfure de carbone aux mêmes usages que les huiles de ces graines oléagineuses obtenues par les moyens ordinaires; quant aux résidus desséchés à l'air ou sur des plaques de fonte chauffées par des cheminées traînantes, nous avons démontré plus haut les avantages particuliers de leur application comme engrais [1].

Les dépôts goudronneux qui se forment pendant la *saponification* des graisses par l'acide sulfurique suivant l'ancien procédé sont mélangés avec la sciure de bois et soumis au même traitement par le sulfure de carbone, dans un appareil semblable à celui que nous venons de décrire, mais de moins grande dimension (parce qu'on ne pourrait se procurer en peu de jours assez de matière pour le remplir), donnent directement des acides gras qui, versés encore fluides au sortir de la chaudière distillatoire, dans des auges en bois ou des baquets mouillés, se prennent en masse cristalline; ils constituent alors une substance grasse acidifiée et toute prête à subir la distillation par la vapeur surchauffée, celle-ci en extrait directement par volatilisation des acides gras incolores, faciles à épurer par la pression, et très-convenables pour la fabrication des bougies stéariques, surtout lorsqu'on les emploie mélangés avec les acides gras solides provenant de la saponification calcaire.

Dégraissage des os. On se sert encore, comme nous l'avons dit plus haut, d'un appareil semblable pour extraire la matière grasse contenue dans les os des animaux de boucherie; surtout lorsque ces os ont été abandonnés assez longtemps à l'air pour s'être à peu près complétement désséchés : car alors, à mesure que l'eau s'est évaporée spontanément, la matière grasse, s'étant

1. Voici à cet égard la comparaison que l'on peut établir entre eux avant et après l'épuisement par le sulfure de carbone. Les tourteaux privés sensiblement de toute l'eau hygroscopique lorsqu'ils ont subi une deuxième pression à chaud, contiennent pour 100 : azote 4,92, phosphates (calculés à l'état de phosphate de chaux tribasique) 8,46 et après l'extraction de l'huile (0,1), azote 5,4, phosphate 9,3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

insinuée à sa place dans les pores de la matière osseuse, s'y trouve si fortement retenue qu'en employant les moyens usuels d'ébullition dans l'eau il devient impossible de l'en faire sortir. C'est au point que l'on avait supposé autrefois que pendant cette dessication la graisse elle-même s'était évaporée avec l'eau ; mais j'ai depuis longtemps démontré que dans ce cas la matière grasse est seulement devenue en quelque sorte latente, fortement retenue par la force capillaire, et ne peut être extraite alors par simple liquéfaction dans l'eau bouillante, tandis qu'un dissolvant tel que l'éther hydrique ou le sulfure de carbone l'enlève facilement.

Dans ces circonstances, l'extraction par le sulfure de carbone constitue un moyen économique, il suffit d'exposer à son action les os concassés et placés dans l'extracteur; on doit faciliter l'action du dissolvant en élevant sa température à $+ 40^{0}$. Quant au résidu après l'extraction de la matière grasse, il est très-propre à la fabrication du *noir animal* ou charbon d'os, mais on ne saurait s'en servir pour fabriquer la gélatine, car une réaction particulière, analogue peut-être, à celle qui détériore la laine lorsque le sulfure est déplacé par la vapeur d'eau, modifie le tissu organique des os, et il ne donne plus, dans les opérations ordinaires de transformation du tissu en gélatine et d'extraction par l'eau à 105 ou 110 degrés en vases clos, qu'une gélatine friable après sa dessiccation, il est vrai que pour la fabrication de la gélatine on n'emploie pas plus d'un vingtième de la production des os.

INDUSTRIES STÉARIQUES.

FABRICATION DES ACIDES GRAS ET DES BOUGIES STÉARIQUES.

C'est encore là une importante industrie chimique d'origine toute française : basée sur les analyses exactes de M. Chevreul, sur les recherches expérimentales accomplies durant plus de vingt années par ce savant illustre, pour établir la véritable constitution des corps gras et déterminer les transformations qu'ils peuvent éprouver en présence des bases ou des acides, avec le concours de l'eau et de la chaleur.

Ces notions fondamentales ont reçu d'utiles développements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les travaux de Gay-Lussac, unissant ses efforts à ceux de M. Chevreul : ces deux savants indiquèrent les principales conditions de la fabrication et de la distillation des acides gras à la vapeur, de la préparation des bougies à mèches tordues ou tissées.

Diverses notions furent ajoutées par Braconnot, Laurent, MM. Bussy et Lecanu, Dupuy, Frémy, Pelouze, Boudet, Bouis, et quelques autres chimistes; plusieurs modifications furent indiquées au point de vue pratique, notamment par M. Cambacérès, qui proposa le tressage des mèches, MM. Dubrunfaut, Thomas et Laurens, Tribouillet, qui rendirent plus régulière la distillation par la vapeur surchauffée. Enfin, M. de Milly avec le concours de M. Motard, rendit tout à fait manufacturière cette industrie en adoptant la saponification calcaire. Ces faits historiques sont généralement connus, les questions de priorité débattues au sein du jury international en 1851 n'ont fait que les mettre mieux en évidence, tout en montrant la part prédominante que les manufacturiers français ont prise à la réalisation en grand de l'industrie stéarique, et les perfectionnements introduits sur quelques points à l'étranger.

L'histoire de la fondation et des développements de cette industrie a été présentée dans les rapports officiels des Expositions nationales françaises de 1839[1] et des Expositions universelles de Londres en 1851 et de Paris en 1855; nous y ajouterons les données nouvelles qui se sont révélées à l'occasion de la grande exposition internationale de 1862, notamment en ce qui touche la saponification à l'eau tentée en Amérique par M. Tilgman, puis, en Allemagne et en France par MM. Wright et Fouché; la distillation des matières grasses sans saponification préalable établie en grand dans des conditions bien déterminées, par MM. Wilson et Gwine de Londres; le moulage à mèches continues, par MM. Cahouet et Morane; enfin, les perfectionnements introduits avec succès dans plusieurs phases de ces opérations délicates, notamment par M. de Milly et MM. Petit frères. Nous n'aurons pas besoin de rappeler ici les beaux travaux synthétiques de M. Berthelot, car tous les chimistes savent combien ces nou-

1. Voyez le rapport par M. Payen, 2e volume, p. 472, *Rapport du jury général sur les produits de l'industrie française en* 1839. 3 vol. in-8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velles synthèses ont ajouté d'élégantes démonstrations aux déductions originaires tirées déjà de la synthèse et de l'analyse.

L'Exposition de Londres a d'ailleurs fourni plusieurs occasions de constater les grands et utiles résultats dus au concours actif de M. de Milly, pour la propagation de l'industrie stéarique en Angleterre, en Belgique, en Suède, en Russie, en Bavière, en Espagne, en Italie, en Prusse et en Autriche; les dénominations de bougies de Milly ou bougies de l'Étoile, placées sur les vitrines par les exposants, eux-mêmes, de plusieurs de ces contrées témoignaient assez de l'assentiment général sur ce point.

Les innovations plus ou moins récentes sur lesquelles nous nous proposons d'insister ici sont celles sur lesquelles l'expérience en grand, suffisamment répétée dans plusieurs fabriques des différentes nations, a pu nous fournir des renseignements positifs.

Nous décrirons successivement dans cette direction, la saponification calcaire à dose de chaux réduite, le procédé de moulage à mèches continues, la nouvelle méthode de saponification sulfurique dite *instantanée*, la distillation perfectionnée récemment; nous indiquerons les motifs de la préférence que l'on donne maintenant, surtout en Angleterre, parfois en Belgique et même en Hollande, à la saponification sulfurique, tandis qu'en France on a recours simultanément dans plusieurs usines aux deux méthodes, calcaire et acide, qui se prêtent en effet un mutuel appui.

Dans toute l'Allemagne, la saponification calcaire est généralement employée. Nous dirons où en est la question longtemps controversée de la saponification à l'eau. Nous donnerons quelques détails précis sur la saponification et la distillation directe par la vapeur surchauffée, avec production et distillation simultanées de glycérine; enfin, nous signalerons les applications nouvelles de cette base organique pure.

FABRICATION DES ACIDES GRAS PAR SAPONIFICATION CALCAIRE.

Nouveaux perfectionnements introduits dans cette fabrication.

Si nous ne donnons pas de détails sur l'ancienne méthode de saponification calcaire telle qu'elle a été manufacturièrement établie par MM. de Milly et Motard [1], c'est qu'elle est bien connue

1. Dans l'origine, cependant, ces fabricants habiles effectuaient dans un vase clos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et décrite dans les ouvrages spéciaux, sauf quelques améliorations récentes indiquées plus loin, qui s'y appliquent comme à la méthode nouvelle. Nous rappellerons seulement ici qu'en faisant usage de l'ancien procédé dans beaucoup de fabriques, on opère toujours à l'air libre, que l'on emploie 14 de chaux pour 100 de matière grasse, et, après la réaction complète, 28 d'acide sulfurique concentré (ou l'équivalent) pour saturer la base minérale et effectuer les lavages acides.

Le nouveau système institué par M. de Milly dans sa grande usine a obtenu, depuis plusieurs années chez lui, ainsi que dans quelques contrées de l'Allemagne, la sanction d'une pratique manufacturière, il n'exige que 3 de chaux au plus pour 100 de suif et ensuite 6 d'acide sulfurique, pour saturer la chaux et opérer les lavages acides. Il y a donc économie de plus des 3/4 de chacun de ces deux agents, outre la suppression de toute difficulté quant au *lavage* du sulfate de chaux.

Théorie de la saponification calcaire à faible dose de chaux.

Voici comment on peut expliquer les réactions qui se passent dans ce nouveau système.

Nous prendrons pour type des substances grasses neutres : l'une d'elles, la stéarine, par exemple, les réactions et leurs conséquences seraient les mêmes pour la margarine et l'oléine qui, avec elle, constituent les suifs (en négligeant les proportions faibles et variables, ici sans importance, des corps gras neutres à acides volatils). Les mêmes conséquences encore auraient lieu relativement à la palmitine qui forme la plus grande partie de l'huile de palme, dont nous indiquerons plus loin l'application principale en parlant de la saponification sulfurique.

La stéarine considérée à l'état naturel, d'après M. Berthelot, comme tristéarine, offre dans son hydratation par les différents modes de saponification la composition élémentaire et les transformations suivantes :

en tôle, sous une pression de 4 à 5 atmosphères la saponification par la chaux. M. Duriez, contre-maître chez MM. Gallet et Bigot, substitua au vase de tôle une cuve ouverte en bois, opérant la saponification à l'air libre comme le faisait M. Chevreul dans le laboratoire (voyez le rapport de 1839, t. II, p. 477, qui fit accorder à M. Duriez une médaille de bronze). Il est assez remarquable que maintenant M. de Milly soit revenu à la méthode en vases clos, à la vérité, dans des conditions toutes spéciales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$\underset{\text{Tristéarine.}}{C^{114}H^{110}O^{12}} + \underset{\text{Eau.}}{6HO} = 3\,(\underset{\text{Acide stéarique.}}{C^{36}H^{36}O^{4}}) + \underset{\text{Glycérine.}}{C^{6}H^{8}O^{6}}$$

En substituant des nombres dans cette équation, l'on voit que 11,125 de stéarine donnent 10,650 d'acide stéarique ou 95,7 pour 100, ce qui ne s'éloigne guère des résultats pratiques : car on peut obtenir en grand par la saponification calcaire, de 100 de suif, 93 à 94 [1] d'acides gras, dont 48 à 50 à l'état solide fusibles de 52 à 54° et 44 à 45 à l'état liquide (acide oléique).

Or, lorsqu'on emploie trois équivalents de chaux pour obtenir la saturation complète des trois équivalents d'acide stéarique, en décomposant la tristéarine dont le poids est représenté par 11,125, il faut 3 (CaO)=1050; ou pour 100 de stéarine, 9,43 de chaux ; en grand on emploie généralement pour 100 de suif 14 de chaux, car l'excès de cette base, très-peu soluble, a été reconnu utile afin de mieux assurer le contact intime entre toutes les parties; on a donc, dans ce cas, un savon calcaire neutre, plus un excès de chaux, et il faut, pour le décomposer, ajouter une dose équivalente d'acide sulfurique. Si cet acide était exactement à un équivalent d'eau, il en faudrait 24,5 (en effet 350 : 612,5 : : 14 : 24,5). L'expérience a démontré que l'on doit porter la dose à 28 centièmes (double du poids de la chaux employée) afin d'obtenir une réaction acide suffisante dans les lavages, de dissoudre les dernières traces de chaux et d'enlever l'oxyde de fer formé par l'action de l'oxygène de l'air, puis uni aux acides gras, en contact avec les plaques en fonte et les armatures des presses.

Lorsque, suivant la méthode de M. de Milly, on emploie seulement un équivalent de chaux au lieu de trois, la dose théorique est trois fois moindre ou 3,14 au lieu de 9,43 (11,125 : 350 : : 100 : 3,14), et, en effet, dans les conditions où l'on opère, le contact étant plus intime, cette dose est bien suffisante, mais évidemment le produit obtenu doit être un mélange d'un équivalent de savon calcaire avec deux d'acides gras, outre la glycérine séparée à l'état de solution aqueuse.

Pour expliquer la réaction dans ce cas [2], on peut signaler cinq

1. Le suif formé de stéarine, de margarine et d'oléine donne dans ces réactions un résultat pondéral peu différent de celui que l'on obtient avec la stéarine.

2. Suivant M. Bonis l'équivalent de chaux formant un sel neutre déplace la glycérine unie à trois équivalents d'acide dans la matière grasse et par cet ébran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

causes qui concourent au phénomène et que nous allons spécifier en les rapportant à la stéarine naturelle.

1° La formation d'un équivalent de stéarate de chaux qui trouble la constitution de la tristéarine, et la rend moins stable;

2° La solubilité notable du stéarate de chaux dans la stéarine et plus encore dans l'acide stéarique, ce qui tend, comme je l'ai expérimentalement reconnu, à rendre le mélange émulsif dans le liquide aqueux, et par l'affinité même qui existe entre l'acide gras et le savon calcaire, à provoquer la décomposition du corps gras neutre;

3° L'action saponifiante qu'exercent en général tous les savons sur les matières grasses neutres, comme M. Pelouze l'a démontré;

4° L'influence de l'eau à une haute température, influence qui pourrait suffire à elle seule pour décomposer la matière grasse neutre, en produisant les effets d'hydratation qui constituent les acides gras et la glycérine à l'état isolé; mais, dans cette réaction réalisée en grand à l'aide d'appareils spéciaux, il faut une température plus élevée et un temps plus long;

5° A ces quatre causes, une cinquième peut être ajoutée lorsque l'on opère sur les suifs ordinaires contenant de la stéarine, de la margarine et de l'oléine: la faible dose de chaux trouble l'arrangement moléculaire entre ces trois substances en agissant de préférence sur les deux premières, du moins est-il certain que dans le produit l'acide oléique libre se trouve en plus forte proportion. Voici les expériences qui m'ont permis de constater ce fait: 1° Si l'on soumet à une forte pression à froid le savon obtenu dans la chaudière close de M. de Milly, ce savon contenant 2,8 de chaux, et fusible à + 57, laisse un résidu solide qui traité par l'acide chlorhydrique a donné des acides gras ayant un point de fusion de 47°. Le même savon calcaire du procédé de Milly, traité par l'alcool, laisse insoluble un savon dont les acides gras sont fusibles à 52, tandis que les acides gras libres dissous par l'alcool et extraits par l'évaporation de celui-ci se prennent à froid en une masse fusible à 40°.

lement moléculaire facilite la fixation de l'eau qui met en liberté les deux autres équivalents d'acides gras.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, si l'on traite l'acide oléique des presses à froid, filtré, par 1 centième de chaux, l'acide engagé dans la combinaison est fusible à 36°. Un deuxième traitement par 0,01 de chaux donne un acide fusible à 34° ; l'acide gras non combiné traité encore par 0,01 de chaux produit un savon qui séparé par l'alcool et décomposé par l'acide chlorhydrique laisse un acide gras fluide.

On voit, en définitive, qu'en employant une faible dose de chaux à une haute température, au contact de l'eau, on modifie immédiatement la constitution de la matière grasse, que le savon calcaire formé rendant le mélange émulsif et réagissant par son affinité propre pour les acides gras facilite la réaction de l'eau, évite la nécessité d'une très-haute température et abrége l'opération.

Appareil pour saponifier les suifs avec 3 centièmes de chaux.

Voci les dispositions à l'aide desquelles M. de Milly est parvenu à réaliser en grand cette saponification calcaire spéciale. La pièce principale de l'appareil représenté ci-dessous est une chaudière

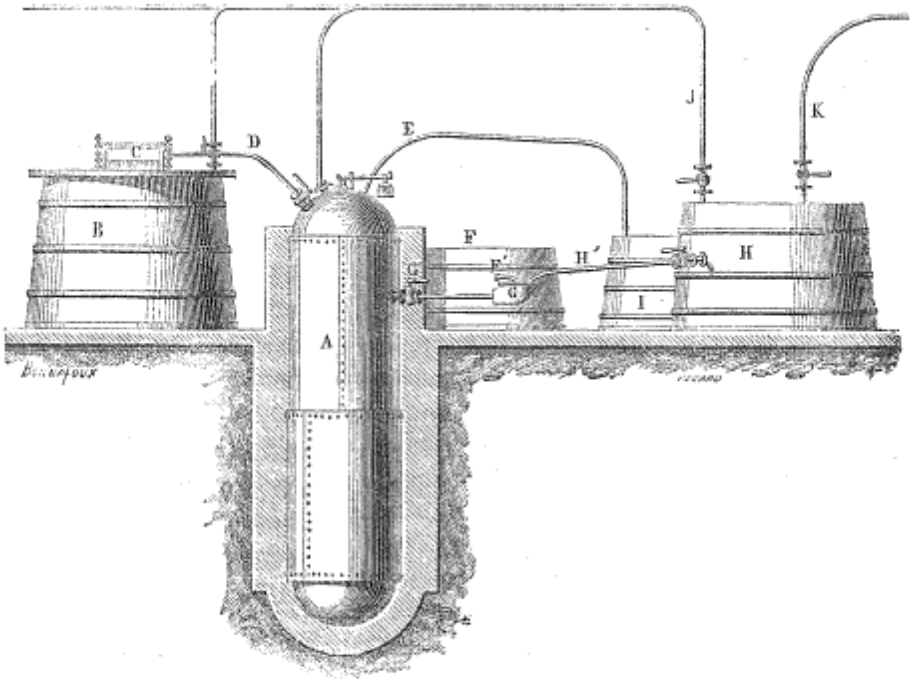


Fig. 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

close cylindrique en cuivre A de 15 millim. d'épaisseur, ayant 1m 20c de diamètre intérieur et une hauteur de 5 mètres, dans laquelle s'effectue la saponification calcaire. Cette chaudière, à double clouüre comme les générateurs, est timbrée à 8 atmosphères, pression maximum (correspondante à la température de 170) sous laquelle l'opération s'accomplit et que limite la soupape de sûreté fixée au sommet de la chaudière [1]. Un trou d'homme près de ce sommet est destiné à visiter et nettoyer l'intérieur de temps à autre. Un robinet G′ à large entonnoir G sert à la charger successivement : 1° avec 2,200 kil. de suif fondu dans la cuve H (chauffée par la vapeur qu'amène un tube J, circulant dans un tube en spirale au fond de la cuve et qui retourne condensée par le tube K dit *retour d'eau*); 2° avec environ 1,000 litres de lait de chaux (contenant 66 kil. de chaux pure) préparé dans une cuve F munie d'un robinet F′ correspondant au même entonnoir. Dès que la chaudière A est ainsi chargée, on ferme le robinet G′ du tube entre la chaudière et l'entonnoir G, et l'on ouvre un robinet du tube L qui amène la vapeur d'un générateur spécial maintenu à la température de 180° sous la pression correspondante de 10 atmosphères [2]. Le tube L se prolonge à l'intérieur jusqu'auprès du fond, au-dessus d'une double plaque en cuivre destinée à recevoir directement le jet de vapeur et à prévenir l'altération du fond de la chaudière.

La vapeur qui passe par le tube L soulève le mélange liquide

1. On sait que, dans l'essai fait à froid, la chaudière doit résister à 22,98 atmosphères + 1 = 23,98 dont $\frac{1}{3}$ est 8 en nombres ronds. C'est une rude épreuve qui parfois compromet la solidité des clouüres.

2. Ce générateur est formé de deux bouilleurs horizontaux superposés, communiquant entre eux par deux tubes verticaux; ces deux bouilleurs, chauffés par un seul foyer, ont le même diamètre, 60 centimètres à l'intérieur, et la même longueur de 5 mètres, ils sont formés de feuilles de tôle de 15 millimètres d'épaisseur; le massif du fourneau doit renfermer deux générateurs semblables afin d'en avoir un de rechange et d'éviter les interruptions de travail. Il importe beaucoup que ces générateurs soient disposés dans un bâtiment à part, séparés par un gros mur des ateliers de saponification et de traitement des acides gras, pour éviter ou amoindrir les dangers d'explosion et les chances d'incendie. Toutes les dimensions ont été calculées et vérifiées expérimentalement par M. de Milly, de façon à obtenir les quantités de vapeur nécessaires sous la pression convenable en donnant aux parois la résistance utile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de suif fondu et de lait de chaux, produisant le barbotage utile aux réactions précitées; bientôt la pression dans la chaudière A s'élève à 8 atmosphères ; dès lors la soupape a' laisse échapper l'air et l'excès de vapeur qu'on règle au moyen d'un robinet, adapté près de la calotte hémisphérique, au tube L. En laissant ainsi échapper constamment un léger courant de vapeur, on maintient l'activité du barbotage indispensable pour agiter toute la masse. Dans ces conditions, l'opération s'effectue en 8 heures [1], on fait cesser alors l'introduction de la vapeur en fermant le robinet du tube L. Tout le liquide se mettant en repos, le savon calcaire dissous dans les acides gras surnage le liquide aqueux, c'est-à-dire la solution de glycérine; au bout d'une heure cette séparation est assez complète et l'excès de pression suffisamment amoindri pour que l'on puisse aisément vider la chaudière. Dans ce but on ouvre un robinet à trois eaux adapté au point d'intersection des deux tubes D et E; c'est ce dernier qui d'abord est mis en communication avec l'intérieur de la chaudière par un tube adapté sur la calotte hémisphérique et se prolongeant jusqu'au fond, comme l'indiquent les lignes ponctuées; en cet endroit se trouve la solution aqueuse de glycérine, qui, sous la pression interne, s'élève aussitôt, passe par le tube E, puis se jette dans la cuve I. On surveille l'arrivée de ce liquide afin de reconnaître le moment où toute la solution de glycérine étant ainsi soutirée, la couche surnageante de savon calcaire fluide descendue au fond de la chaudière se sera engagée dans le tube E. Dès qu'on s'aperçoit que ce liquide gras savonneux commence à sortir du tube et à pénétrer dans la cuve I [2], on change la direction du robinet à trois eaux et immédiatement le

1. Deux chaudières semblables peuvent aisément suffire chez M. de Milly à la saponification de 8800 kil. de suif en 24 heures.

2. On écrème le savon calcaire surnageant qui a pu arriver dans cette cuve, on le jette dans un petit baquet où il se fige en refroidissant, ce qui permet de soutirer toute la solution aqueuse sous-jacente de glycérine, cette solution ajoutée à celle que contient la cuve I y est soumise à l'ébullition au moyen d'un tube serpentin de plomb contourné en spirale, à retour d'eau, dans lequel on laisse circuler la vapeur, jusqu'à ce que la concentration du liquide ait porté sa densité à 20 ou 24 degrés Baumé; il est livré dans cet état aux fabricants de produits chimiques pour être épuré par les procédés que nous décrirons plus loin et servir aux applications que nous ferons également connaître.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

savon calcaire liquide passe dans le tube D, arrive dans le déversoir C qui le conduit à la cuve B.

Décomposition du savon calcaire et lavage acide.

On verse dans cette cuve de l'acide sulfurique à 14 ou 15° Baumé [1], en quantité équivalente aux 66 kilog. de chaux plus un léger excès. La décomposition du savon calcaire est aidée par l'élévation de la température à 100° soutenue durant environ deux heures à l'aide d'une injection de vapeur par un tube en plomb contourné en cercle au fond de la cuve.

On décante alors tout le liquide gras surnageant (composé des acides stéarique, margarique et oléique mis en liberté), au moyen d'un robinet adapté au milieu de la hauteur de la cuve, c'est-à-dire au niveau inférieur de la couche des acides gras liquides; ces acides gras sont dirigés dans une cuve semblable et chauffés de même; on y effectue un lavage acide avec de l'acide sulfurique à 14 degrés [2] et l'on ajoute dans la même cuve toute la quantité d'acide gras liquide expulsé des tourteaux par la pression à chaud d'une opération précédente.

Ces acides gras liquides ont entraîné une grande quantité d'acide margarique et d'acide stéarique qu'on se propose de reprendre en les faisant cristalliser, comme nous allons le voir, avec les produits de la décomposition que nous venons d'indiquer. Le lavage acide a en outre pour but d'entraîner en dissolution l'oxyde de fer en transformant en sulfate soluble les composés ferrugineux produits par le contact des acides gras avec la

1. Cet acide peut provenir de la saponification sulfurique et rendre plus économiques les deux opérations qui, dans d'autres phases des réactions successives, se prêtent encore un mutuel concours.

2. On peut encore réaliser une économie en faisant servir cet acide à la première décomposition du savon calcaire : dans ce cas il convient d'effectuer le chauffage par l'intermédiaire d'un serpentin fermé ou à retour d'eau, on évite ainsi d'étendre l'acide par la condensation de la vapeur et il conserve le degré utile pour la première décomposition du savon calcaire. Quant à toutes les eaux acides soutirées des cuves, on les dirige par des caniveaux dans des bassins hors des ateliers et déversant les uns dans les autres, par des tubes partant du fond et déversant à la partie supérieure du bassin suivant, afin de retenir à la superficie les matières grasses, naturellement surnageantes entraînées par le mouvement des liquides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonte et le fer des ustensiles. Au bout de deux heures le lavage acide est terminé, on décante comme la première fois les acides gras surnageants dans une troisième cuve où s'effectue, dans les mêmes conditions de chauffage par la vapeur, un dernier lavage à l'eau pure.

Cristallisation des acides gras. Nouveaux perfectionnements.

Il s'agit alors de faire cristalliser les acides stéarique et margarique afin de débarrasser ultérieurement leurs cristaux de l'acide gras liquide contenant l'acide oléique saturé des acides cristallisables qu'il dissout en proportion d'autant plus forte que la température ambiante est plus élevée. Il suffit ordinairement de répartir le mélange, liquide à chaud, des acides gras lavés, dans des cristallisoirs disposés sur une étagère ; ce sont des petites auges plates en fer-blanc ayant environ 50 cent. de long, 36 cent. de large, 6 cent. de profondeur, de sorte qu'après la première pression à froid, les tourteaux puissent entrer aisément dans la bâche de la presse à chaud. Ces cristallisoirs déversent les uns dans les autres, afin que la pompe, élevant le liquide gras dans un caniveau au-dessus de la première rangée horizontale, toutes ces auges se puissent remplir spontanément ; on arrête le jeu de la pompe aussitôt que la dernière rangée inférieure est pleine.

Nous n'insistons pas sur les détails bien connus de cette opération très-simple ; mais une des innovations importantes que nous nous proposions surtout de signaler trouvera ici sa place.

Les fabricants expérimentés savaient depuis longtemps que dans un travail commencé à neuf, sans résidus d'opérations précédentes, notamment sans qu'on eût à mélanger les acides gras liquides sortis des presses à chaud (qui contiennent une plus forte proportion d'acide margarique et cristallisent mieux) avec le produit en acides gras directement obtenus de la saponification calcaire, la première cristallisation était confuse ; il devenait très-difficile dans ce cas d'extraire par la pression, le liquide interposé entre les cristaux trop menus.

On avait parfois observé un inconvénient du même genre résultant de l'emploi des suifs *fondus* dans lesquels le suif brut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de mouton s'était trouvé en proportions plus fortes qu'à l'ordinaire relativement au suif provenant des bœufs; en d'autres circonstances enfin, on avait éprouvé des difficultés semblables, et même plus grandes encore, lorsqu'on employait exclusivement le suif venu de la Russie et dans lequel la matière grasse tirée des moutons est ordinairement dominante; soupçonnant dans ces dernières matières premières la présence de quelque substance étrangère particulièrement nuisible, plusieurs fabricants n'étaient parvenus à s'affranchir de ces embarras qu'en soumettant à la saponification sulfurique, puis à la distillation, les matières grasses trop difficiles à traiter par les procédés usuels de la saponification calcaire. Dans ce cas en effet, et dans d'autres encore, les deux méthodes peuvent s'entr'aider.

Cependant les faits que nous venons de rappeler s'expliqueraient par la surabondance de l'acide stéarique dans les produits de la saponification calcaire de certains suifs; or, la saponification sulfurique, en y comprenant la distillation, devait effectivement lever cet obstacle en diminuant la quantité d'acide stéarique dans le mélange des produits des deux sortes de saponifications, et il en était de même de l'addition dans les matières à saponifier par la chaux, de substances grasses moins riches que le suif de mouton en stéarine.

On en était là, au point de vue pratique et théorique, lorsqu'une complication nouvelle s'est présentée : en saponifiant par l'acide sulfurique, puis distillant certaines huiles de palme, on obtint des produits très-blancs mais offrant une cristallisation confuse opaque, tellement serrée que les acides gras liquides n'en pouvaient être éliminés par la pression; d'un autre côté dans la même usine, certains produits de la saponification calcaire, résultant sans doute du traitement de suifs trop *durs*, donnèrent une cristallisation encore plus confuse, opaque et serrée; le mélange des deux produits à parties égales ne donnait pas de meilleurs résultats.

MM. Petit frères ne se découragèrent pas, et en variant les rapports entre les deux produits qui, chacun de son côté, cristallisaient si mal, ils parvinrent à obtenir un mélange en proportions fixes, qui produisait une masse demi-translucide formée de volumineux cristaux nettement distincts et dont il était alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facile d'expulser, par la pression à froid, une très-grande partie des acides gras fluides interposés.

Il semblerait, que dans de tels mélanges, des composés doubles et définis se seraient produits; doués, dans leur réunion, de propriétés cristallines nouvelles; comme on le remarque par exemple en chimie minérale dans la série des divers aluns. Quoi qu'il en soit de la cause principale, le fait est bien certain et j'ai pu le constater dans mon cours à l'École centrale, en liquéfiant ensemble, au bain-marie, 80 gr. d'acides gras en masse blanche, opaque, dure, résistante à la pression, provenant de la saponification calcaire du suif de mouton, avec 20 gr. d'acide gras qui présentait des caractères semblables et provenait de l'huile de palme traitée par la saponification sulfurique, puis distillée; ce mélange donna spontanément une cristallisation bien distincte, demi-translucide et cédant à la pression, à froid, la plus grande partie des acides gras liquides (Voy. p. 398).

C'est là sans doute un point de départ pour de nouvelles recherches expérimentales, dont les résultats immédiatement utiles sans doute au point de vue pratique seront en outre susceptibles de conduire à d'intéressantes données théoriques.

Nouveau moyen économique de faire varier l'épaisseur des tablettes d'acide gras cristallisé.

Jusqu'au moment où cette méthode de cristallisation normale aura pu s'établir et se généraliser on pourra diminuer beaucoup les difficultés de la pression efficace des acides gras, en réduisant plus ou moins l'épaisseur des tablettes d'acides gras obtenues dans les cristallisoirs superposés; une simple et ingénieuse disposition imaginée par le contre-maître de M. de Milly réalise économiquement cette condition, voici en quoi elle consiste :

Sur un bâti ordinaire où les cristallisoirs plats sont posés horizontalement, chacune des rangées dépassant alternativement sur les deux faces du bâti la rangée inférieure dans laquelle tous ces cristallisoirs versent leur trop-plein, on place des barres sous tous les vases, au bout opposé au trop-plein; des montants à chaque bout du bâti, mus verticalement par un double levier, soulèvent à la volonté de l'opérateur toutes les barres horizontales, par conséquent, font à la fois incliner tous les cristallisoirs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et diminuent d'autant plus leur capacité jusqu'au trop-plein, que la pente est plus forte; de moitié, par exemple, si l'on soulève l'un des bouts de chaque cristallisoir d'une hauteur égale à la moitié de la profondeur du vase. Dans cette situation, tous les vases étant remplis depuis la rangée supérieure et par déversement dans toutes les rangées au-dessous, jusqu'à la dernière, tous contiennent moitié moins de liquide que dans la position normale, et en effet, dès que le remplissage est terminé, pendant que la matière grasse est encore fluide, on laisse abaisser les montants mobiles, et par conséquent les barres qu'ils supportent; tous les fonds des vases reprennent aussitôt leur position horizontale, mais la hauteur du liquide s'y trouve réduite de moitié, et par conséquent la masse cristalline aura une épaisseur moitié moindre. On peut donc ainsi faire varier à volonté l'épaisseur des pains ou tablettes à mettre en pression, et faciliter par là l'expulsion du liquide [1].

Lorsque la cristallisation est achevée, les tablettes d'acide gras sont enveloppées dans un tissu de laine dit de *malfil*, puis rangées par lits horizontaux de quatre ou six tablettes que séparent des plaques épaisses de zinc, sur le plateau d'une presse hydraulique verticale, et en les accumulant à une hauteur de $1^{m},50$ environ; cette première pression dite *à froid* doit être exercée bien graduellement et prolongée le plus possible : six heures lorsque le nombre des presses le permet, et au moins trois ou quatre heures.

Perfectionnement relatif à l'épuration de l'acide oléique.

Ici nous trouvons encore l'occasion de rendre compte d'une importante innovation que nous avons observée dans l'usine de MM. Petit : l'acide oléique qui s'écoule des presses à froid est, comme nous l'avons dit, saturé d'acides cristallisables en raison de

1. C'est ainsi, en effet, que l'on parvient facilement aujourd'hui à séparer la partie la plus fluide de matières grasses dont les cristaux sont mous et menus, en étendant en couches peu épaisses ces matières grasses entre des tissus de laine et les soumettant à une pression graduellement plus énergique : par exemple le *saindoux* en vue d'obtenir une bonne huile lubrifiante, tandis que le résidu solide peut entrer dans la composition des savons durs. Les mêmes dispositions s'appliquent au pressage de l'*huile* de coco, dont la partie solide est employée en Angleterre dans la confection des bougies communes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la température ; or on a tout intérêt à extraire ceux-ci, car leur valeur à poids égal est à peu près trois fois plus grande que celle de l'acide liquide. Afin d'y parvenir, on a ménagé, dans toutes les fabriques, des caves spacieuses dans lesquelles des cuves, ou de grands tonneaux posés debout, reçoivent directement les acides gras liquides sortant des presses à froid, et qui laissent par degrés cristalliser les acides margarique et stéarique à mesure que la température s'abaisse. En été, cette précaution devient quelquefois insuffisante, parce que les grandes quantités d'acide oléique qui se succèdent chaque jour dans les caves à la température des ateliers, dégageant d'ailleurs une quantité de chaleur proportionnée au changement d'état des acides gras devenant solides, de liquides qu'ils étaient, il résulte de ces deux causes que la température des caves en été s'élève assez rapidement pour annuler bientôt leur utile influence. MM. Petit ont changé complétement dans leur fabrique cet état des choses et sont parvenus à maintenir dans leurs caves la température basse favorable à la cristallisation par un moyen bien simple : mettant à profit le rayonnement nocturne, d'autant plus efficace que les nuits d'été sont plus belles, ils dirigent sous un hangar tout entouré de persiennes à larges lames l'acide oléique sortant des presses à froid ; on l'entrepose en ce lieu pendant la nuit dans des bassins peu profonds, en bois doublés de plomb, isolés au-dessus du sol ; la cristallisation s'y effectue, et le matin, en levant une bonde de fond, on fait écouler la portion demeurée liquide dans des filtres (paniers doublés de tissu de laine) qui retiennent et laissent égoutter les cristaux ; ceux-ci rentrent en chargement ; quant à l'acide oléique filtré on le garde dans de grandes cuves où il dépose encore quelques cristaux, et au moment des livraisons on le filtre une dernière fois. En cet état il est préférable pour une de ses principales applications, l'ensimage ou graissage des laines, il y a donc double bénéfice à le traiter ainsi [1].

1. Par cette méthode l'acide oléique est si bien dépouillé de la plus grande partie des acides gras cristallisables, qu'il présente des caractères différents d'une manière notable de ceux des acides liquides, mis en été dans les caves ordinaires. M. de Milly obtient des résultats analogues par une ventilation bien réglée des vastes caves de son usine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pression à chaud; nouvelles plaques creuses.

Nous venons de dire comment s'effectue la première pression à froid: lorsque l'on veut y mettre fin, on arrête le jeu des pompes, et le robinet de retour d'eau étant alors ouvert, le plateau s'abaisse sous son propre poids et sous la charge qu'il supporte; on enlève successivement les tourteaux enveloppés dans le tissu de laine pour les placer aussitôt, et chacun séparément, entre les parois d'une étreindelle en crin dans la bâche d'une presse horizontale, afin de les soumettre à la pression énergique (de 500 à 800 mille kil. sur la tête du piston), en élevant d'ailleurs par degrés la température qui doit faciliter la sortie de l'acide oléïque (entraînant une partie des acides cristallisables).

Relativement à cette pression dite à chaud, quatre ou cinq modes de chauffage sont encore usités. Ce sont, en commençant par le plus ancien, l'immersion dans une bâche en fonte contenant de l'eau bouillante ou un excès de vapeur, des plaques épaisses et pleines en fonte que l'on doit interposer entre les étreindelles chargées comme nous venons de le dire; ou une injection de vapeur dans les doubles parois de la bâche ainsi que dans la bâche elle-même, que l'on recouvre momentanément de grosse toile ou de sacs, afin d'amoindrir la déperdition de la chaleur; ou encore l'emploi de plaques doubles entre lesquelles des canaux sinueux permettent de faire circuler la vapeur pendant la durée de la pression ; ces plaques peuvent suivre le mouvement des étreindelles à mesure que le volume des tourteaux diminue, car les tubes en laiton qui amènent la vapeur sont articulés et s'allongent ou se raccourcissent comme les tubes des lorgnettes ; souvent on remplace ces tubes métalliques par des tuyaux plus économiques en caoutchouc volcanisé, assez longs, flexibles et élastiques pour suivre plus facilement encore les mouvements gradués de la masse qui se comprime.

Cette dernière méthode, le plus généralement en usage maintenant, laissait encore à désirer, surtout quant aux plaques doubles sujettes à être attaquées dans leurs joints par l'action combinée de la vapeur, de l'oxygène de l'air et des acides gras, qui, formant des oxydes, puis des sels de fer, occasionnent des engorgements, puis de nombreuses fuites et rendent le chauffage irrégulier; elles nécessitent, d'ailleurs, des réparations dispendieuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après de nombreuses tentatives pour remédier à ces inconvénients, MM. Petit y sont parvenus au moyen d'une remarquable innovation, fort simple en apparence, mais qui, dans son installation, n'a pas été exempte de difficultés sérieuses. Ils s'étaient proposé d'obtenir des plaques creuses coulées d'un seul jet et offrant à l'intérieur une grande étendue de surface chauffée. Dans ces conditions, aucune des plaques préparées sans précautions spéciales ne put supporter les changements de température et la pression maximum : toutes furent cassées. Il fallut chercher un moyen de donner quelque ductilité à ces plaques ; l'on y parvint en ayant recours à la *fonte malléable*. Les dispositions intérieures sont d'ailleurs simples et faciles à exécuter : la plaque en fonte ayant 3 cent. d'épaisseur et 42 cent. de large sur 76 cent. de haut, doit contenir 12 cavités tubulaires de 18 millimètres de diamètre traversant de haut en bas toute la plaque ; ces cavités sont séparées les unes des autres par un intervalle de 15 millimètres. Deux oreilles en fonte à 6 cent. de la partie supérieure de la plaque, débordant de 8 cent. de chaque côté, servent à la faire glisser sur les bords de la bâche et à maintenir à 10 cent. des bords, le joint que forme un sommier creusé d'une rainure mettant les cavités cylindriques en communication entre elles ainsi qu'avec l'ouverture au milieu du sommier ; celui-ci recevant l'ajutage qui amène la vapeur.

Celle-ci, en traversant la plaque de haut en bas, ne peut éprouver aucune déperdition ; elle se condense en grande partie par son contact avec une surface considérable, échauffe dans toute son épaisseur la plaque de fonte dont les parois extérieures transmettent la chaleur utile aux tourteaux par l'intermédiaire des étreindelles et des enveloppes de malfil ; on dirige le chauffage de façon à communiquer graduellement une température de 49°, à peu près, aux tourteaux pressés.

La pression à chaud ne dure qu'une heure [1]. On arrête la trans-

1. Un manomètre permet de surveiller l'accroissement de cette pression ; afin d'éviter qu'elle dépasse le terme assigné et qu'elle occasionne la rupture du corps de pompe, où se meut le piston de la presse, accident arrivé dans plusieurs fabriques malgré l'épaisseur considérable de 20 centimètres environ donnée à ce corps de pompe, on emploie parfois une sonnerie électrique mise en jeu par le manomètre et avertissant l'ouvrier aussitôt que le maximum voulu de pression est atteint.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mission et on laisse retourner l'eau vers la bâche. Les produits liquides écoulés dans un récipient inférieur sont remontés à la pompe dans la cuve de lavage acide où ils se mêlent avec les acides gras de la saponification et subissent les traitements ci-dessus indiqués; quant aux tourteaux, on en fait un triage et l'on enlève les parties tachées pour les épurer dans la première cuve à lavage acide; les tourteaux ébarbés sont alors soumis à un lavage avec de l'acide sulfurique étendu à 5° dans une cuve directement chauffée par le barbotage de la vapeur. On soutire la matière grasse liquide surnageante, dans une seconde cuve où s'effectue le lavage à l'eau épurée par 1 à 3 millièmes d'acide oxalique, afin d'éliminer toute trace de chaux ou de sel calcaire, qui ternirait les bougies.

Préparation des mèches, moulage à mèches continues, nouvelle méthode de refroidissement des moules.

La préparation des mèches en 75 à 80 fils de coton, tressées, imbibées à la température de 45° d'une solution acidulée (contenant 15 d'acide borique raffiné, plus 1 d'acide sulfurique pour 1000 d'eau) s'effectue dans les différentes contrées suivant la méthode française, de même aussi on soumet les mèches au sortir du bain à un essorage forcé dans une machine rotative (faisant 1200 à 1400 tours par minute), puis à un étuvage gradué jusqu'à dessiccation complète.

Quant au moulage des bougies, les perfectionnements dus à MM. Cahouet et Morane ont été adopté chez les nations étrangères. Nous indiquons ci-dessous les dispositions de leur machine qui permet l'emploi de mèches continues, fournissant à chacun des moules les mèches de 150 bougies, et supprimant les embarras et la main-d'œuvre de la méthode primitive d'enfilage à la main. En décrivant ici les principales dispositions actuelles de cette machine, nous aurons l'occasion d'indiquer une intéressante modification introduite par M. Wilson chez qui fut appliqué le premier système d'enfilage continu de M. Marshall.

Dans cette machine, représentée par le dessin ci-contre, les moules en étain sont fixés verticalement par doubles séries de 10 moules, et chaque série double, comprenant 20 moules, se termine à la partie supérieure par une petite cuvette rectangulaire à parois évasées formant comme une auge d'une faible profondeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(2 cent. environ), dix doubles séries semblables sont renfermées dans une longue caisse en tôle étamée A B, le fond de cette caisse est percé d'autant de petits trous qu'il y a de moules; le bout conique de ceux-ci se trouve implanté dans ces trous. Sur la paroi latérale de la caisse, et à la moitié de sa hauteur, des regards circulaires x sont disposés vis-à-vis chaque double série, afin de permettre, en ôtant le tampon qui les ferme, d'introduire la main, de toucher les moules et d'apprécier ainsi leur température. A l'un des bouts de la caisse un conduit rectangulaire, communiquant avec un ventilateur N, amène à volonté, pour refroidir les moules, un courant d'air qui s'échappe au delà de l'autre bout.

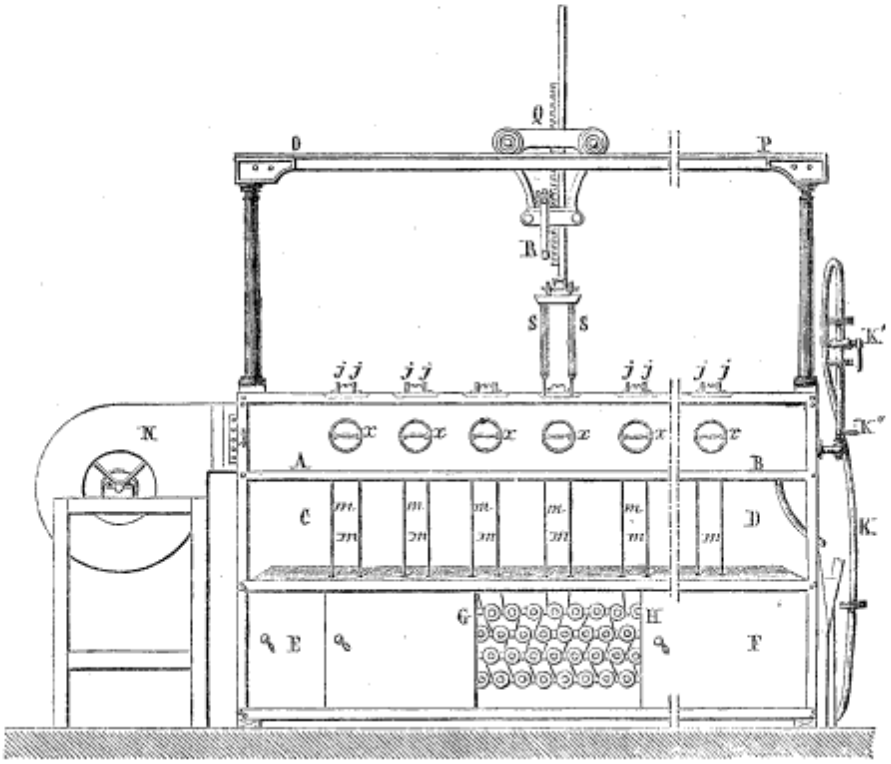


Fig. 4.

Au-dessous de cette caisse se trouve un intervalle libre C D, d'une hauteur égale, puis, au-dessous de celui-ci, une autre caisse en tôle E F semblable à la première et de même longueur mais un peu plus profonde; la paroi formant le dessus de celle-ci

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est percée d'un nombre de trous égal à celui des moules et correspondant à chacun d'eux. Cette caisse inférieure elle-même renferme, enfilées sur des arbres horizontaux, les bobines en fer-blanc représentées dans une des cases ouvertes G H, en nombre égal à celui des moules; chaque bobine est chargée de mèches (tressées et préparées comme nous l'avons dit), dont la longueur totale ainsi enroulée doit suffire pour garnir 150 fois l'intérieur d'un moule, et pour subvenir en outre aux déperditions de quelques centimètres de cette mèche à chaque démoulage.

Pour la première fois seulement, toutes les mèches enroulées sur les bobines, et garnies chacune d'une petite rondelle épaisse en caoutchouc volcanisé, sont enfilées dans les moules à l'aide de l'ancienne tige à crochet introduite dans l'intérieur, que l'on fait dépasser au-dessous et que l'on retire avec la mèche accrochée; celle-ci est tendue et serrée au haut du moule contre une lame portant une entaille qui fixe la mèche exactement dans l'axe. La petite rondelle de caoutchouc tirée par la tension même de la mèche ferme exactement l'orifice étroit à la *pointe* du moule[1], vers la partie supérieure de celui-ci; on fixe alors, à l'aide de *verrous*, deux lames minces coudées, s'appuyant contre la saillie à chaque bout de la cuvette et formant entre elles une petite trémie renversée *j j*, qui surmonte la double rangée des 20 moules suivant toute la largeur de la caisse. C'est dans cette trémie que l'on verse, au moyen d'un bassin en fer-blanc ou en cuivre étamé, à bec de cafetière, le mélange des acides gras cristallisables qui constituent les bougies stéariques.

Mais d'abord il a fallu mettre ces acides gras dans l'état le plus convenable au moulage, et notamment (du moins pour les produits stéariques fusibles entre 52 et 54° tels qu'on les fabrique en France) *rompre* ou *troubler* la cristallisation, afin d'éviter la formation des longs et larges cristaux qui rendraient les bougies rugueuses et fragiles; on y parvient en agitant sans cesse (soit à bras avec une spatule, soit mécaniquement à l'aide d'un moulinet en bois, ou mieux de deux lames en

1. Cette petite rondelle, qui n'est pas, je crois, indiquée dans les ouvrages, a seulement 1 centimètre de diamètre et 5 millimètres d'épaisseur, il faut que la mèche y soit introduite à frottement, mais le petit trou s'agrandit, et après avoir servi pour le moulage de 150 bougies, il faut, en rechargeant chaque bobine, renouveler la petite rondelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hélice fixées sur un arbre vertical tournant) les acides gras clarifiés et décantés dans une petite cuve. A mesure que par le refroidissement la cristallisation commence et fait des progrès, le mouvement divise les cristaux : la blancheur des bougies sera d'autant plus apparente en effet que ces cristaux seront plus menus, puisque l'air, en s'insinuant entre eux par degrés, rendra ultérieurement l'opacité plus grande [1]. A mesure que la cristallisation confuse s'effectue ainsi, et surtout au moment où elle approche du terme convenable, elle produit une sorte de bouillie claire, dont on ne saurait d'avance assigner la température, dépendante des relations entre les acides stéarique, margarique, et même oléique; à ce moment il faut échauffer les moules afin que le liquide gras, lorsqu'on les emplira, y pénètre sans se figer trop tôt. A cet effet on ouvre le robinet K qui amène la vapeur dans toute la longueur de la caisse A par un tube horizontal percé de trous correspondant aux intervalles entre les moules. De temps à autre, dans l'intervalle de quelques minutes, on ferme le deuxième robinet à vapeur K′ qui sert à régler ou arrêter l'injection, et l'on apprécie la température des moules en introduisant la main dans la caisse par les regards x, en en touchant quelques-uns de distance en distance; l'eau produite par la condensation de la vapeur sur les moules et les parois internes de la caisse s'écoule sur le fond de celle-ci et sort par un tube LL qui la dirige par un entonnoir dans un tube vertical aboutissant au réservoir commun de ces condensations; lorsqu'on juge la température suffisante (45° environ), on cesse l'introduction de la vapeur, puis on procède à l'emplissage des moules en versant le liquide gras dans chaque petite auge jj qui surmonte chacune des doubles séries de moules. Aussitôt que le liquide a bien rempli toutes les cavités, que quelques bulles d'air se sont dégagées ou logées dans les masselottes des petites auges, il faut alors hâter le refroidissement de tous les moules. A cet effet, on ouvre le registre du conduit, livrant aussitôt passage à l'air extérieur lancé par le ventilateur spécial N (ou par un gazomètre [2] à pression), l'air parcourt rapidement la caisse, sort

1. De la même cause provient le *blanchiment* spontané des bougies renfermées dans les caisses, lorsque l'exposition à l'air et à la lumière n'a pu être assez prolongée pour produire son maximum d'effet avant l'emballage.

2. Ordinairement le ventilateur ou le gazomètre contenant l'air comprimé est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échauffé à l'autre bout B, jusqu'au moment où sa température n'étant plus sensiblement différente de celle de l'atelier, on ferme l'accès à l'air insufflé, puis on procède au démoulage. Dans cette vue, on fait rouler sur les barres horizontales du bâti O, P, le châssis à crémaillère Q, dont la traverse inférieure étant abaissée près de la masselotte en tournant la manivelle R, on engage dans des trous qui se correspondent près des lames coudées deux broches horizontales qui se trouvent aussitôt accrochées aux deux bouts de la traverse; il ne reste plus qu'à faire tourner en sens contraire la petite manivelle R, qui transmet par deux pignons le mouvement à la double crémaillère. Celle-ci, en s'élevant, entraîne la masselotte et les 20 bougies adhérentes; elles sortent des moules (comme on le voit en S, S, par 2 des 20 bougies de l'une des 10 doubles rangées). Les mèches suivent le même mouvement, tendues par leur frottement, dans l'ouverture étroite de la rondelle en caoutchouc; on les pince toutes à la fois entre les deux lames susindiquées; on les coupe toutes aussi par le passage rapide d'une petite serpette; on enlève les deux lames précédemment posées, formant les parois latérales *jj* supérieures de chaque masselotte, puis on détache les bougies pendantes pour les livrer aux opérations ordinaires de l'exposition à l'air et à la lumière afin de les blanchir. On procède ensuite au lavage en les mettant dans un baquet qui contient une solution aqueuse à 1 centième de carbonate de soude, puis on les soumet à l'action d'une frotteuse mécanique; de là, elles sont reprises, essuyées, et placées dans la trémie d'une seconde machine où elles sont rognées par un couteau circulaire, réglé à l'aide d'une vis de rappel, suivant la longueur qu'il convient de donner aux bougies pour qu'un paquet de 5 ou de 6 bougies pèse exactement le poids indiqué sur l'étiquette (de 485 gr. ordinairement[1]). M. Morane jeune s'occupe en ce moment de construire une machine produisant dans un seul passage les quatre

plus ou moins éloigné des machines à mouler; dans ce cas, des caniveaux sous le sol amènent le courant d'air par un conduit qui se relève et se recourbe vers l'un des bouts A de la caisse. Il suffit d'ouvrir un registre pour donner accès à l'air.

1. On peut adopter des poids moindres, suivant le désir des consommateurs, pourvu que le poids réel se trouve exactement inscrit sur l'enveloppe de chacun de ces paquets livrés à la vente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effets successifs : rognage, premier frottement, séchage et dernier frottement qui donne le poli. On n'aurait plus alors qu'à mettre les bougies en paquets dans leurs enveloppes, si l'on ne voulait marquer chacune d'elles d'un cachet spécial, afin de donner aux acheteurs une garantie de plus, comme M. de Milly l'a fait le premier. Plusieurs fabricants ont suivi ce bon exemple. L'opération est d'ailleurs fort simple et très-facile : il suffit, en effet, d'appuyer pendant 2 secondes chacune des bougies sur un cachet en bronze dont la tige est chauffée dans une petite boîte à vapeur, pour que les lettres en creux de ce cachet s'impriment en saillie sur la bougie; au surplus, les étiquettes sur les enveloppes de chaque paquet portent ordinairement, avec une dénomination spéciale pour caractériser le produit, le nom du fabricant qui prend ainsi la responsabilité convenable.

Perfectionnement de la machine à mouler.

Depuis plusieurs années on s'est préoccupé en France de rendre dans la manœuvre de la machine Cahouet et Morane le refroidissement des moules plus économique et plus prompt, en substituant à l'air insufflé un courant d'eau froide. Théoriquement, l'économie ne saurait être douteuse; lors même qu'il faudrait puiser l'eau à une profondeur de 15 mètres, si l'on tient compte de la faible capacité de l'air pour le calorique (un quart de celle de l'eau à poids égal) et de sa faible densité, 800 fois moindre à peu près, on voit que, pour obtenir un effet égal, il faut un volume d'air, 3,200 fois plus considérable que celui de l'eau, même en faisant abstraction de l'imperfection toujours très-grande du contact entre les gaz en mouvement et les corps solides auxquels ils doivent prendre de la chaleur. Mais les complications ou les difficultés d'exécution et d'entretien des appareils où l'eau pourrait agir comme réfrigérant sur un aussi grand nombre de menus ustensiles, tels que les moules à bougies de différents calibres, ont jusqu'ici fait donner la préférence au refroidissement par l'air atmosphérique dans les conditions ci-dessus indiquées.

Il n'en a pas été de même en Angleterre où le refroidissement par l'air était encore bien plus dispendieux qu'en France; car la différence de température devait être plus grande, comme nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

allons le voir; d'un autre côté, il fallait être en mesure de refroidir davantage c'est-à-dire à plusieurs degrés plus bas.

En effet, les habitudes de la population anglaise laissent beaucoup plus de latitude que chez nous. En Angleterre, les fabricants ont intérêt à préparer des bougies plus fusibles, moins *sèches*, moins sonores, et moins lisses, car elles reviennent à meilleur marché et se vendent tout aussi bien; une odeur sensible, une légère rancidité ne nuisent pas à la vente; aussi le plus grand nombre des bougies stéariques et à bien plus forte raison des bougies mélangées (*composite candles*) contiennent-elles des matières grasses neutres : la partie solide des huiles de coco, des suifs pressés; souvent on les améliore en y ajoutant de la paraffine, parfois on y introduit un peu de résine de carnauba qui rend les mélanges plus fermes. En tout cas et par l'effet même de ces mélanges on n'a pas à redouter une cristallisation trop régulière, il n'est donc en aucune façon utile de *rompre* la cristallisation ; ces circonstances locales expliquent l'emploi des procédés en usage, pour cette opération, chez l'un des plus habiles fabricants d'acides gras, de glycérine et de bougies diverses à Londres. Nous allons succinctement décrire ce remarquable procédé.

Le système général d'enfilage continu des mèches, à l'aide de moules fixes et de bobines, adopté dans cette usine est celui qu'ont perfectionné MM. Cahouet et Morane; les dispositions relatives à l'emplissage, au refroidissement et au démoulage, diffèrent cependant un peu : d'abord n'ayant pas à se préoccuper de troubler la cristallisation, qui doit être naturellement confuse, on peut maintenir la température de la substance grasse assez élevée au-dessus de son point de fusion pour qu'elle soit bien liquide tout le temps de l'opération; l'emplissage s'effectue donc très-facilement à l'aide d'un réservoir mobile à roulettes, parcourant sur un petit chemin de fer, qui règne au-dessus de tous les moules, une étendue d'environ 30 mètres, égale à l'étendue même de chacune des longues machines à mouler. Ce réservoir étant rempli du liquide gras, on le fait avancer successivement au-dessus de chaque série de 10 moules, puis, ouvrant un large robinet, la nappe fluide qui s'écoule remplit à la fois tous les moules de la série sans réserver de masselotte générale; on ferme le robinet et on l'ouvre successivement, de nouveau, au-dessus de chacune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des séries de moules; toute l'étendue des caisses ayant été parcourue et le remplissage effectué de la même manière, on ouvre à chaque série de moules des robinets qui introduisent dans des doubles enveloppes l'eau froide, celle-ci sortant échauffée par autant de tubes trop-pleins s'écoule en définitive par un tube commun dans un vaste réservoir à eau chaude[1].

Malgré l'emploi de ce mode plus énergique de refroidissement, les bougies formées avec les mélanges de corps gras neutres et d'acides gras distillés ne prennent pas, durant la cristallisation, un retrait suffisant pour être facilement extraites des moules par les mêmes moyens que les bougies stéariques normales de France : on se sert, chez M. Wilson, d'un procédé de démoulage tout particulier et fort ingénieux.

Chacun des moules est muni, près de son extrémité conique inférieure, d'un ajutage à robinet, au moyen duquel, au moment où l'on doit extraire la bougie, on donne accès à l'air atmosphérique, comprimé dans un gazomètre spécial; cet air, à l'instant, s'insinue entre les parois du moule et la bougie, pousse celle-ci de bas en haut et la fait immédiatement sortir; il semble, à voir la rapidité de ce démoulage, effectué si facilement par un jeune garçon, que celui-ci n'ait qu'à cueillir chaque bougie s'élançant toute seule au-devant de la main qui va la saisir. Et, en effet, lorsqu'à ma demande, un d'entre eux voulut bien laisser ces petits projectiles parcourir un espace un peu plus long, on voyait chaque bougie s'élancer successivement du moule, atteignant une hauteur de 20 à 30 cent. avant d'être en quelque sorte prise au vol par le jeune ouvrier.

1. Dans ce réservoir en maçonnerie, le volume considérable d'eau qui se renouvelle à une douce température suffit pour la philanthropique destination que lui a donnée M. Wilson, le savant directeur de cette immense usine (fondée au capital de 25 millions de francs). Trois fois chaque semaine, et à tour de rôle, les hommes et puis les jeunes garçons peuvent y prendre des bains de natation ; on comprend qu'ils profitent avec empressement de cette mesure hygiénique qui leur est offerte.

Une autre disposition également très-digne d'éloges est adoptée dans la même fabrique : le personnel nombreux de jeunes garçons qu'on y emploie nécessite des renouvellements presque continuels ; les enfants, avant d'être admis aux travaux des ateliers, reçoivent dans une école spéciale, que j'ai visitée avec le plus vif intérêt, une instruction gratuite comprenant la lecture, l'écriture et l'arithmétique usuelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que c'est là une remarquable innovation, réalisée par des appareils très-bien construits, mais dont la complication élève d'autant le prix de premier établissement. Il n'y aurait aucune raison de les introduire dans nos usines où l'on fait, en général, exclusivement usage d'acides gras facilement cristallisables et prenant un assez fort retrait pour être sans difficulté extraits, comme nous l'avons dit, de 20 moules à la fois.

Comparaison entre les bougies d'acide stéarique de paraffine et d'acide stéarique uni à la paraffine, au point de vue de leurs propriétés lumineuses.

En prenant pour commune mesure, ou terme de comparaison, la bougie dite de l'*Étoile*, fabriquée chez M. de Milly, en opérant d'ailleurs, autant que possible, dans les mêmes conditions, nous avons obtenu les résultats suivants de cette comparaison expérimentale :

ORIGINE DES BOUGIES.	DURÉE de la combustion.	QUANTITÉ consommée.	DEGRÉ de fusion.	INTENSITÉ lumineuse.	LUMIÈRE (pour 100 gram. brûlés.
	h. min.	gr.			
Bougie de l'Étoile	3 20	31 ,82	53 ,9	100	314
— de double pression [1]			55 ,1	103,75	325
— de paraffine, Motard (Prusse)	3 20	26 ,65	53	110	412
— id. Young (Angleterre).	3 20	28 ,58	52	136	475
— Hubner (Prusse)	3 20	27 ,4	51	122	445 [2]
— id. Cogniet.	3 20	25 ,95	51 ,25	108,33	417
— paraffine Cogniet 50 . . . acide stéarique 50 . . .	3 20	31 ,25	46	122	390
— paraffine Cogniet 20 . . . acide stéarique 80 . . .	3 20	29	49 ,5	103,33	356

On peut conclure de ces résultats numériques que les bougies des quatre paraffines, Young, Hubner, Cogniet et Motard, don-

1. En vue de régulariser, autant que possible, l'ascension de la paraffine au fur et à mesure qu'elle se liquéfie et pour éviter l'excès de cet hydrocarbure qui rend la flamme fuligineuse, non-seulement on réduit à 55 fils au lieu des 75 qui forment la mèche des bougies stéariques, mais encore on diminue le diamètre des bougies de paraffine pure : au lieu de leur donner, comme aux bougies de l'Étoile, un diamètre moyen de 2c,1 M. Motard les moule à un diamètre de 1c,90 et M. Hubner l'a réduit à 1c,85.

2. On peut obtenir des bougies stéariques plus blanches, plus sonores, un peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nent, à poids égal de matière consommée, plus de lumière que les bougies stéariques; vient ensuite la bougie composée de parties égales d'acide stéarique ordinaire et de paraffine, puis la bougie contenant 0,2 de paraffine et 0,8 d'acide stéarique, enfin la bougie usuelle d'acide stéarique de bonne qualité moyenne.

De là sans doute on peut aussi conclure qu'à poids égal la paraffine, en brûlant, donne plus de lumière que les acides gras (stéarique, margarique et traces d'acide oléique) solides usuels, ce qui s'accorde d'ailleurs avec la composition élémentaire : en effet la paraffine ne contenant pas d'oxygène, aucune quantité de carbone ne peut être brûlée dans l'intérieur de la flamme; or les flammes sont d'autant plus lumineuses qu'elles contiennent un plus grand nombre de particules charbonneuses incandescentes. Faut-il enconclure qu'à prix égal on devrait donner la préférence à la paraffine pour la fabrication des bougies ? Non sans doute, mais il est facile d'en tirer pour cette fabrication un parti fort avantageux.

Si la paraffine donne plus de lumière, la flamme est en général moins régulière, le moindre défaut dans la mèche (bien qu'elle ne contienne que 55 fils au lieu des 75 à 78 employés pour les mèches des bougies stéariques) rend la flamme légèrement fuligineuse, les mouvements de l'air produisent un effet analogue et font

plus dures qu'à l'ordinaire, telles en un mot que les prépare M. Cuzinberche pour les décorer à l'aide du décalcage d'une peinture, telles encore qu'on les a préparées quelquefois, en vue des grands concours de l'industrie. Le moyen employé consiste à refondre les tourteaux sortant des presses à chaud; on les traite par l'eau acidulée bouillante, puis on les soumet au lavage dans l'eau chauffée par la vapeur, on décante la matière ainsi épurée dans des cristallisoirs offrant une épaisseur moitié moindre que la première fois, puis on les presse à chaud. Ce sont les tourteaux ainsi obtenus que l'on refond pour les mouler ensuite. Les bougies fabriquées d'après cette méthode, essayées comparativement avec les bougies types de l'Étoile dans un air un peu agité, ont paru résister un peu mieux, l'intensité de la lumière était légèrement accrue dans le rapport de 100 à 103, la consommation pendant $3^h,20$ fut pour la première de $34^{gr},50$, pour la deuxième de $34^{gr},75$, en rapportant ces résultats à ceux des premières expériences faites dans un air tranquille; on voit qu'à poids égal les bougies de double raffinage donnent un peu plus de lumière, mais la très-faible différence de 3 pour 100 est bien loin de compenser le rendement moindre et les frais plus considérables de leur fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couler la paraffine autour de la bougie; celle-ci est sujette à se courber dans les salons où l'air est parfois échauffé au-dessus de la température habituelle et d'autant plus que la fusibilité de la matière (variable ordinairement entre 48 et 53°) est plus grande; lorsque la matière est trop fusible, une partie reste liquide à la base de la mèche; ce qu'il y a de mieux à faire pour éviter ces inconvénients, c'est de n'employer la paraffine isolément que lorsqu'elle est fusible au-dessus de 50° [1], et mieux encore de l'associer, quel que soit son degré de fusion, avec quatre, cinq ou six fois son poids d'acide stéarique, on peut obtenir ainsi plus de lumière et de durée; telle est effectivement la méthode que l'on a adoptée en Belgique, en Angleterre, et qui commence à se propager en France : peut-être obtiendrait-on encore de bons résultats dans cette voie en associant à la paraffine une autre substance moins fusible qui diminuerait sa liquidité.

Il est digne de remarque qu'en 1839 déjà, Selligue avait présenté à l'Exposition, des bougies de paraffine associée à 0,30 d'acide stéarique. Dès lors, il espérait pouvoir livrer la paraffine au prix de 2 fr. le kilogr., espérance bien longtemps et forcément ajournée qui maintenant se réalise; mais à cette époque le jury, avec raison, ne jugeant pas encore les résultats acquis à une industrie stable, accorda seulement une mention honorable à l'auteur, lui réservant ses droits ultérieurs aux premières récompenses pour ses ingénieux travaux [2].

Nous avons indiqué, p. 43, les produits successifs obtenus chez MM. Cogniet et Maréchal de la distillation en grand des huiles minérales d'Amérique. Parmi ces produits, l'un des plus légers, désigné sous le nom d'*éther de pétroléum* a une densité de 0,640; supposant que ce liquide n'était pas homogène, j'ai essayé de le

1. La paraffine brute du lignite du Chili, extraite par M. Cogniet, épurée dans mon laboratoire par deux cristallisations dans le carbure d'hydrogène à 720, deux pressions, fusion avec charbon, dos 0,01 et filtration, avait un point de fusion (pris comme dans toutes ces déterminations dans la partie liquide lorsque la solidification est presque complète) de 55°. En distillant à moitié cette paraffine, le point de fusion s'est élevé à 56,1 dans la portion restée dans la cornue et s'est abaissé à 51°,8 dans la portion distillée.

2. Ce fut en 1834 que Selligue fonda l'industrie de la distillation des schistes et de la rectification fractionnée des hydrocarbures. (*Rapport du jury général sur les produits de l'industrie française pour l'exposition de* 1839. IIe volume, p. 487.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soumettre au bain-marie, à une nouvelle distillation attentivement fractionnée par dixièmes du volume total. Voici les résultats de cette opération :

1	Produit.	Densité (à + 18°) =	0,626	Point d'ébullition.	24
2	—	—	0,628	—	26
3	—	—	0,629	—	28
4	—	—	0,631	—	29
5	—	—	0,635	—	31
6	—	—	0,640	—	34
7	—	—	0,658	—	45
8	—	—	0,682	—	66
9	—	—	0,714	—	84[1]

La densité et le point d'ébullition diffèrent notablement comme on le voit dans ces produits; si l'on admet, ce qui ne saurait paraître douteux, que chacun d'eux est complexe encore, qu'il en est de même du résidu ainsi que des autres produits de l'opération fractionnée chez MM. Cogniet et Maréchal, qu'en outre, comme je l'ai démontré plus haut, les huiles très-lourdes, résidu des distillations fractionnées soumises elles-mêmes à la distillation, produisent simultanément plusieurs variétés isomériques de paraffine douées de fusibilités différentes et qu'elles peuvent engendrer de nouveau des carbures d'hydrogène liquides affectant des points variés d'ébullition, on pourra se faire une idée de la diversité très-grande des composés volatils contenus dans les huiles dites de pétroléum. Celles-ci, en outre, offrent entre elles de notables différences : les unes sont très-fluides, d'autres plus ou moins épaisses ou visqueuses, quelques-unes ont une odeur infecte que les premiers produits distillés entraînent, d'autres encore sont relativement peu odorantes; quelques-unes sont abondantes en paraffine, au point qu'après un simple traitement par l'acide sul-

1. Les deux derniers liquides distillés contenaient probablement le carbure d'hydrogène bien défini bouillant à 68°, ayant à + 16° une densité de 669 et dont la vapeur pèse 3,050; étudié dernièrement par MM. Pelouze et Cahours, il provenait d'une des huiles naturelles dites pétroléum d'Amérique.

Quant aux huiles plus légères de la distillation fractionnée indiquées ci-dessus, elles renferment peut-être quelques-uns des carbures bouillant à des températures basses et bien définis dont MM. Pelouze et Cahours ont commencé l'étude. (Voyez les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, séance du 25 juin 1862.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

furique, elles cristallisent spontanément à la température ordinaire. M. Lemoine a constaté dans les huiles minérales de pétroléum des proportions variables de cette substance entre 10 et 30 pour 100 [1].

J. Perkins, de Manchester, obtint en 1853 une patente pour la distillation des schistes bitumineux et des matières asphaltiques (à l'exclusion de la houille), en vue d'obtenir de l'huile à lubrifier et de la paraffine : après la cristallisation et pression des dernières parties distillées, il traite à la température de 140° F. (60° C.) les tourteaux par leur volume d'acide sulfurique, en agitant continuellement durant vingt-quatre heures, décantation, lavage, etc.

Dans une patente enregistrée le 15 août 1861, M. Young décrit un procédé de traitement par la vapeur surchauffée, méthodiquement appliquée dans six ou sept vases pour obtenir *per descensum* et par distillation les produits liquides, vaporisés ou gazéiformes (huiles brutes et gaz) des substances bitumineuses (y compris les houilles dites bitumineuses).

Saponification, à l'eau, des matières grasses.

MM. Wright et Fouché ont réalisé en grand cette méthode de saponification, la plus simple de toutes évidemment, en mettant en communication deux forts cylindres, ayant l'un et l'autre 0m,80 de diamètre et 2 mètres de hauteur, terminés à chaque bout par une calotte hémisphérique, superposés à 2 mè-

1. Le traitement qui a le mieux réussi à M. Lemoine relativement aux huiles de pétroléum d'une densité de 800 à 860° qui lui semblent dans les meilleures conditions pour l'éclairage, et dont cet habile chimiste a bien voulu me donner la description, s'effectue de la manière suivante :

On brasse fortement 1000 kilog. de cette huile pendant 2 heures en y ajoutant en quatre fois 100 kilog. d'acide sulfurique concentré ; on laisse déposer 6 heures au moins, puis on décante l'huile surnageante que l'on agite pendant une heure avec 50 kilog. de chaux éteinte. Après un repos de douze heures on distille et l'on obtient 80 pour 100 d'huile d'une nuance ambrée très-propre à l'éclairage. L'huile lourde restée dans l'alambic est traitée par 15 à 20 centièmes d'acide sulfurique, décantée, saturée par la chaux et soumise à la distillation. Le produit abandonné dans un endroit frais se prend en une masse cristalline de paraffine en lamelles brillantes faciles à recueillir, presser et raffiner par les moyens que nous avons indiqués plus haut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tres de distance, le cylindre supérieur communiquant par le bas, à l'aide d'un gros tube en S avec le bas du cylindre inférieur et par le haut avec le haut de celui-ci, au moyen d'un tube semblable, muni d'ailleurs de soupapes de sûreté, entonnoir à robinet d'emplissage, manomètre, etc., etc.; on charge facilement les deux cylindres avec 1000 litres d'eau chaude et 500 kil. de suif fondu. Chauffant alors le cylindre inférieur à l'aide d'un foyer au-dessous et des carneaux dans la maçonnerie qui l'entoure, la température s'élève et s'équilibre par la circulation continuelle entre les deux cylindres. Lorsque la température est arrivée entre 195 et 200°, à la pression correspondante (entre 15 atmosphères et 15,4) on soutient à ce terme pendant 10 heures, au bout de ce temps l'hydratation des acides gras et de la glycérine est à très-peu près complète, du moins une expérience faite par M. Cloetz dans le laboratoire et sous la direction de M. Chevreul, a produit la saponification des 97 centièmes du suif[1]. Les inventeurs ont mis ce système en pratique industrielle, mais incertaine, dans plusieurs usines, aux États-Unis, en Allemagne, et dernièrement en Angleterre. Chez nous il a échoué tout d'abord dans son application en grand, par suite de l'extrême difficulté d'éviter les fuites, sous une aussi forte pression à une telle température et de se soustraire aux dangers imminents d'incendie. Les renseignements que j'ai recueillis à Londres, près de plusieurs exposants des différents pays, indiquent que les mêmes dangers, après avoir donné lieu à de graves accidents, ont déterminé l'abandon de ce système; il est probable qu'il en aura été de même en Amérique, malgré les avantages que théoriquement on pouvait être en droit d'en attendre. Par ce motif, nous croyons devoir nous abstenir d'entrer dans de plus amples détails à son égard.

Saponification et distillation simultanées par la vapeur d'eau.

C'est encore là une méthode sur laquelle les avis étaient partagés et dont l'utilité pratique semblait au moins douteuse, sur laquelle la grande Exposition m'a fourni l'heureuse occasion de

1. Peut-être les 3 centièmes de matière grasse neutre venaient-ils d'une recomposition qu'il serait possible d'éviter ou de détruire en éliminant, une fois au moins pendant le cours de l'opération, la solution de glycérine (après un moment de repos), puis la remplaçant par de l'eau pure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lever tous les doutes, grâce à l'extrême obligeance de M. Wilson, le savant directeur de la grande usine de Belmont Vauxhall, dont j'ai dit, plus haut, quelques mots déjà.

L'objection la plus forte contre le procédé en question se tirait de l'état même des choses dans l'usine de la société Price et Cie : on disait, si le procédé est réellement avantageux pourquoi ne l'emploie-t-on pas exclusivement ? en d'autres termes, pourquoi, dans la même usine, a-t-on recours à la saponification sulfurique pour la plus grande partie de la fabrication des acides gras ? Il était en apparence difficile d'échapper à ce dilemme, telle était aussi ma préoccupation, lorsque je fus admis à visiter l'usine, et voici l'explication, qui m'a paru ensuite fort simple, de ce fait en apparence anormal.

La saponification et la distillation simultanément produites par une simple injection de vapeur surchauffée exigent une température plus haute, un temps deux ou trois fois plus long et des soins plus attentifs que les opérations successives et moins chanceuses de la saponification sulfurique et de la distillation ; celles-ci réussissent indistinctement sur différentes matières grasses (suifs, graisses d'os, huile de palme, matières grasses extraites des eaux savonneuses ou provenant du dégraissage des laines), tandis que si l'on emploie la vapeur seule, on ne réussit guère que sur l'huile de palme, lorsque celle-ci s'est spontanément acidifiée pendant la durée des transports et de l'emmagasinage, sous l'influence de l'humidité, d'une température douce et du ferment naturel qu'elle contient ; enfin ce n'est qu'en traitant l'huile de palme par la vapeur seule, que l'on peut obtenir à la fois des acides gras distillés et de la glycérine pure ; or cette dernière substance sur laquelle se fondent en partie les avantages du procédé, n'ayant encore que des débouchés limités, il faut bien proportionner l'importance de la fabrication spéciale à la vente possible de la glycérine. Tel est, je le crois, le principal motif qui détermine les fabricants anglais à restreindre au cas particulier spécifié ci-dessus l'emploi de la saponification par la vapeur seule ; la saponification sulfurique étant d'ailleurs plus facile, plus prompte et moins dispendieuse, toutes les fois qu'on ne tient aucun compte de la production de la glycérine[1]. Nous

1. Chez nous on obtient la glycérine presque aussi pure, en employant la so-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

allons, au surplus, indiquer le mode d'opérer suivant l'une et l'autre méthode.

Saponification et distillation par la vapeur d'eau.

Chez M. Wilson, l'opération est faite dans un appareil distillatoire semblable, sauf les dimensions, à celui que nous décrivons plus loin (p. 393 à 397, et dont le dessin a été levé dans l'usine de M. de Milly), la cucurbite cylindrique en fonte reçoit 6,000 litres d'huile de palme préalablement lavée à la vapeur dans une cuve, reposée, soigneusement décantée, puis desséchée par un serpentin à retour d'eau; la cucurbite étant chargée, on porte la température de la matière grasse à 290°, puis on y injecte par un tube terminé en pomme d'arrosoir de la vapeur d'eau préalablement surchauffée dans un serpentin en fonte sous une voûte en maçonnerie à la température de 290 à 315 (une température moindre ralentirait beaucoup la distillation et une température plus haute déterminerait l'altération de la glycérine, la formation de l'acroléine, etc.). Le dégagement doit être tellement ménagé que la distillation s'effectue en 24 heures, au moins, et 36 heures au plus.

Dans ces conditions, l'hydratation des acides gras et de la glycérine continue progressivement; ces produits, par cela même, mis en liberté, sont entraînés ensemble dans le courant de vapeur; en se condensant ils se séparent en vertu de leur densité propre : les acides gras surnagent incolores, on les traite suivant les procédés ci-dessus décrits de lavage, de cristallisation, de pressage à froid et à chaud, enfin de moulage soit seuls, soit mélangés avec les matières pressées neutres ou acidifiées que nous avons indiquées précédemment.

Quant à la glycérine que l'on a soutirée en solution aqueuse, on la concentre dans une cuve chauffée par un tube en plomb contourné en spirale où circule la vapeur à 153 degrés sous la pression de 5 atmosphères et se terminant par un retour d'eau; lorsque sa concentration est parvenue au terme de 28 degrés Baumé on lui fait subir une dernière épuration en la distillant dans une chaudière en fonte chauffée par un bain d'air à 550 degrés Fah-

lution aqueuse exempte de chaux qui résulte du procédé de Milly, et la traitant comme nous le dirons plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renheit (287°,8) sous l'influence d'un courant de vapeur surchauffée à la même température ; dans ces conditions bien ménagées et en condensant le produit à l'aide d'un réfrigérant à air, semblable à celui qui est décrit plus loin, p. 397, on obtient dans les premiers récipients la glycérine sirupeuse, incolore, franchement sucrée, tellement concentrée qu'elle ne renferme pas plus de 12 centièmes d'eau ; sa densité est alors de 1280 pour la température de 15 degrés (M. Wilson a pu la concentrer par l'évaporation au point de renfermer 0,95 à 0,98 de glycérine anhydre) ; les récipients qui suivent recueillent les vapeurs plus aqueuses qui ont échappé à la condensation dans les premiers tubes en siphon formant le réfrigérant à air ; ces solutions, étendues, de glycérine sont réunies aux produits de la saponification directe pour être ramenées dans la cuve évaporatoire au degré convenable de concentration.

La glycérine est livrable en cet état pour ses nombreux usages médicaux et pour la préparation de divers cosmétiques, parfaitement exempte de composés plombiques ou calcaires, plus pure en un mot qu'on n'avait pu économiquement l'obtenir en grand par tout autre procédé.

Propriétés et applications de la glycérine.

C'est principalement en raison de ses propriétés hygroscopiques et antiseptiques et aussi parce qu'elle intercepte facilement le contact de l'air, que la glycérine offre une utilité réelle, signalée par MM. Warren-Delarue, Cap et Garot, Demarquay, Bazin, Cazenave, etc., dans diverses affections cutanées et pour imprégner la charpie dans le pansement des plaies ; non-seulement on en fait un fréquent usage pour ces applications dans les hôpitaux et généralement dans la pratique médicale en France et en Angleterre, mais encore et surtout dans ce dernier pays, on s'en sert pour une foule de préparations de la parfumerie. A cet égard les choses y sont poussées trop loin sans doute : il est très-probable, par exemple, que dans son mélange avec l'eau que renferment les savons de toilette, les effets de la glycérine sont loin de répondre aux promesses inscrites sur les étiquettes ; si du moins, dans la plupart des occasions de ce genre, son utilité est contestable, du moins ne peut-elle être nuisible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un mélange d'eau et de glycérine à parties égales marquant 16° à l'aréomètre Baumé[1], ne se congèle qu'à 25° au-dessous de zéro : de là plusieurs applications utiles, par exemple pour les cuves des petits gazomètres et les compteurs à eau, pour faire flotter les boussoles ou compas marins. Comme excipient de diverses substances médicamenteuses, elle offre l'avantage d'en pouvoir dissoudre un grand nombre, d'entretenir une humidité favorable, d'être facilement enlevée par des lavages et de ne pas rancir comme les matières grasses. Les corps gras, les essences et les carbures d'hydrogène sont insolubles dans la glycérine, tandis que la créosote s'y dissout facilement. Les mélanges de gélatine hydratée avec la glycérine conservent à l'air leur souplesse et ne sont pas sujets aux fermentations qu'occasionne la mélasse ; on emploie aussi la glycérine pour conserver les pièces anatomiques.

Une des applications les plus importantes de la glycérine a été faite en France par M. Mandet, pharmacien à Tarrare, en vue d'assainir les opérations du tissage : la récompense que cet inventeur avait doublement méritée par le succès de ses efforts et en abandonnant cette invention au domaine public, récompense qu'il obtint de l'Académie des sciences sur la fondation Montyon, contribua certainement à mettre en évidence le nouveau procédé et à faciliter sa propagation. C'est encore sur la propriété hygroscopique de la glycérine que se fonde son utilité dans ce cas : on avait, à la vérité, songé depuis longtemps à entretenir sur les fils des *chaînes* des tissus l'humidité utile pour conserver leur souplesse,

1. La proportion de glycérine pure dans une solution à 12, 9, 6 et 3° Baumé peut être indiquée par une formule empyrique : en multipliant le degré aréométrique par 3 et ajoutant $\frac{1}{3}$ du nombre qui indique ce degré, ainsi :

A 12° × 3 + 4	la solution en contient.....	40 p. 100
9° × 3 + 3	—	30
6° × 3 + 2	—	20
3° × 3 + 1	—	10

Comme l'eau, la glycérine dissout les sels des alcalis organiques, elle peut même dissoudre leurs bases, elle dissout le tanin, elle forme un empois avec l'amidon ; l'alcool et un grand nombre de teintures alcooliques sont solubles dans la glycérine. (Voy. la thèse de M. E. Surun, présentée à l'École supérieure de pharmacie de Paris et publiée en 1802.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en les imprégnant d'un encollage amylacé ou parement qui contînt une matière capable d'attirer l'humidité de l'air ambiant et de la fixer sur les fils; pour atteindre le même but, on avait essayé l'emploi des sels déliquescents (chlorure de calcium, de magnésium), quelques matières sucrées, la mélasse, le miel, certains *extraits* végétaux; mais les altérations qu'éprouvent les fils de la part des substances salines, la fermentation que les matières sucrées subissent spontanément, y avaient fait renoncer; la glycérine ne présente aucun de ces inconvénients, aussi l'usage s'en est-il propagé de Tarrare et de Lyon, où M. Mandet l'a établie, en Alsace et en Normandie, où l'intervention active de M. Freppel contribua beaucoup à la faire bien apprécier, et à déterminer ainsi la suppression du travail dans les caves, qui était une cause des plus graves d'insalubrité pour les ouvriers tisserands. Voici la formule publiée par M. Mandet, en 1844, pour l'encollage ou le *parement salubre* de la mousseline : dextrine blanche 500 gr., glycérine à 28° 1300 gr., sulfate d'alumine 100 gr., eau de rivière 3000 gr.; il obtient ainsi 4800 grammes d'un liquide mucilagineux, dont 150 gr. mélangés avec une solution de 250 gr. de gélatine dans 3 litres d'eau bouillante, suffisent à l'encollage de 100 mètres de tissu.

Quelques années plus tard, en 1857, M. Freppel indiquait la préparation suivante, employée avec succès en Alsace, en Bretagne, dans les départements de la Seine-Inférieure, du Nord et dans quelques pays étrangers : en Allemagne, et en Suisse notamment; glycérine à 22° telle qu'on peut l'obtenir chez M. de Milly [1]) 1000 gr., eau 120 litres, gélatine 5 à 10 gr. (gonflée dans l'eau froide, puis dissoute par l'eau bouillante), fécule 10 kil. (réduite en empois puis délayée dans toute la masse), et sulfate de cuivre 100 gr.; cette préparation se conserve plus de cinq jours sans se couvrir de moisissures, on s'en sert pour l'apprêt des chaînes en fils de lin, de chanvre, de coton, etc., et elle permet le travail dans des ateliers chauffés à 22° seulement, au lieu qu'on soit obligé de porter leur température à 30° comme autrefois [2].

1. Il est facile d'épurer cette glycérine à l'aide d'une clarification ordinaire et de la filtration à chaud sur le noir animal en grains, qui la décolore presque complétement.

2. Voyez le rapport de M. Gustave Dolfus, Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 146, année 1859.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Saponification sulfurique *perfectionnée. Distillation des acides gras.*

En décrivant cette industrie, nous nous proposons surtout d'indiquer son état actuel avec ses perfectionnements nouveaux. L'Exposition internationale nous a permis de constater que tous les auteurs de ces derniers perfectionnements sont des manufacturiers français. Dans tous les cas, la théorie des opérations repose toujours sur la formation des acides sulfogras et sulfoglycérique; puis sur la décomposition de ces acides doubles par l'eau bouillante, qui détermine la mise en liberté des acides gras et de la glycérine hydratée. Mais lorsqu'on suit l'ancien mode d'opérer, certaines altérations plus ou moins profondes amoindrissent les quantités des produits. C'est à combattre les causes de ces déperditions que se sont attachés plusieurs inventeurs dans les différents systèmes que nous allons décrire.

Jusqu'à ces derniers temps, on employait pour 100 de matière grasse (huile de palme, graisse d'os, graisse *verte*, suifs de bœufs et de moutons, etc.) 9 à 15 d'acide sulfurique concentré, versé, pendant six à sept heures, en un mince filet dans la matière grasse; celle-ci, préalablement lavée et séchée, mise dans une chaudière ou une cuve doublée de plomb, était chauffée de 110 à 112° par un tube à retour d'eau. L'opération, pendant laquelle on agitait sans cesse le mélange, durait quinze à dix-huit heures, et dégageait continuellement de l'acide sulfureux et des vapeurs d'acroléine provenant de l'altération de la glycérine ; un dépôt brun, épais, goudronneux, restait au fond du vase après le repos et la décantation. Ce dépôt, représentant environ 15 centièmes du poids de la matière grasse, entraînait près de 1 cinquième de son poids d'acides gras totalement perdus pour le fabricant, jusqu'à l'époque où M. Deïss parvint à extraire ces matières grasses au moyen du sulfure de carbone (Voir plus haut, p. 335); en y joignant la perte de 6 à 8 p. 100, occasionnée par le résidu goudronneux de la distillation, on calculait que 100 d'huile de palme épurée donnaient 78 et au plus 82 d'acide gras distillé. Tel était encore le résultat ordinaire au moment de l'Exposition dans deux ou trois usines chez nous et dans la plupart des usines en Angleterre, tandis que les autres manufacturiers en France obtenaient et obtiennent encore 93 à 94 d'acide gras distillé p. 100 d'huile de palme, tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en évitant les inconvénients graves du long dégagement d'acide sulfureux et d'acroléine. Voici en quelques mots l'historique de cette innovation : M. Knab prit, en 1854, un brevet dans lequel il dit que, se basant sur une ancienne expérience de laboratoire faite par Braconnot, il est parvenu à rendre en grand la réaction de l'acide sulfurique instantanée, c'est-à-dire que la durée de chaque opération fractionnée se trouve réduite à une minute au plus, et que dans vingt opérations successives, on saponifie complétement 1,000 kilog. de matière grasse en une demi-heure, au lieu d'y consacrer quinze à dix-huit heures. La disposition spéciale consistait à maintenir dans un réservoir 500 kilog. d'acide sulfurique à la température de 120°, et dans un autre réservoir, au même niveau, à la température de 80°, 1,000 kilog. d'huile de palme (ou une autre matière grasse) préalablement épurée et desséchée.

Chacun de ces réservoirs, muni d'un robinet, versait à volonté son liquide dans deux récipients à bascule servant de mesure : le premier, 25 kilog. d'acide sulfurique; le deuxième, 50 kilog. de la matière grasse. On faisait aussitôt basculer les deux récipients, afin de mélanger subitement ensemble les deux liquides dans un troisième récipient, établi, également à bascule à 20 ou 25 cent. plus bas, ayant une capacité à peu près double du volume du mélange total; dans ce vase intermédiaire, on agitait avec une spatule en bois; lorsque la réaction vive produisait une tuméfaction notable, on faisait basculer ce récipient commun, et le liquide tombait dans un grand bassin doublé de plomb, contenant environ 800 litres d'eau préalablement chauffée à 100°, et dont la température était entretenue par une injection de vapeur. Cette méthode, réalisée dans une grande usine, donna les résultats annoncés; mais la dose d'acide parut trop considérable, et bien qu'on pût l'utiliser ensuite pour la décomposition du savon calcaire, on parvint, chez MM. Bouillon, Lagrange, Trinquesse et Cie, à rendre la nouvelle saponification plus économique en réduisant la dose d'acide sulfurique des 0,4, c'est-à-dire en employant, dans les mêmes conditions d'ailleurs, 30 d'acide au lieu de 50 p. 100 de la matière grasse.

MM. Petit parvinrent bientôt à obtenir plus économiquement encore un résultat aussi bon, en supprimant tout l'appareil des trois vases à bascule et le chauffage de l'acide; substituant, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un mot, une opération faite d'un seul coup aux opérations fractionnées.

J'ai pu suivre et comparer entre eux les deux systèmes employés dans des conditions semblables, opérant sur la même matière première, chez ces habiles manufacturiers, qui d'ailleurs utilisent l'excès d'acide sulfurique pour la décomposition du savon calcaire obtenu dans leur usine par la méthode usuelle de saponification à l'air libre. Voici comment les résultats de la dernière modification furent vérifiés. Sur le même approvisionnement d'huile de palme lavée et desséchée d'avance pour les trois essais comparatifs, fusible en cet état à + 36° C, on pesa 500 kilog., qui furent élevés à l'aide d'une pompe dans un réservoir chauffé par un serpentin en spirale à retour d'eau. La température étant portée à + 80°, on laissa écouler toute la matière grasse dans une cuve doublée de plomb, où l'on fit aussitôt arriver 150 kilog. d'acide sulfurique concentré froid (c'est-à-dire à 16°, température de l'atelier); un ouvrier mélangea fortement ces deux liquides de densités très-différentes (:: 900 : 1845), à l'aide d'un agitateur à bascule, semblable à une grande batte à beurre ; au bout de deux minutes, une assez vive réaction se manifestant par une tuméfaction notable, on ajouta 300 litres d'eau froide, en agitant vivement pendant une minute ; il se dégagea du gaz acide sulfureux ; on porta, par l'introduction de la vapeur dans un serpentin au fond de la cuve, la température à l'ébullition, qui fut soutenue durant cinq minutes ; puis on laissa déposer pendant une heure. Le liquide acide, précipité au fond de la cuve, fut alors soutiré ; il marquait 25° à l'aréomètre, on y ajouta 300 litres d'eau ; on porta la température à l'ébullition, que l'on soutint pendant une demi-heure à l'aide du serpentin clos ; les liquides étant ensuite laissés en repos une demi-heure, on soutira la solution aqueuse, puis on fit dessécher le liquide gras en portant (par le serpentin à retour d'eau) la température à 120°, et la maintenant à ce terme jusqu'à cessation de dégagement de vapeur aqueuse, ce qui dura une heure et demie. Le produit était alors prêt à être distillé, l'acidification et le lavage avaient élevé son point de fusion à 44°, comme en opérant avec l'appareil Knab. La distillation fut alors effectuée (dans un alambic analogue à celui que nous décrivons plus loin) à l'aide de la vapeur surchauffée, et donna sensiblement les mêmes produits dans les deux cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous indiquerons ici les résultats qui furent obtenus dans la dernière opération ci-dessus décrite, et qui est évidemment la plus économique des deux.

Les produits fractionnés sur de petits échantillons, de deux en deux heures, présentèrent graduellement les points de fusion (ou mieux les températures de solidification suivantes) : 52°, 50° ½, 50°, 46°, 40°, 34° et 23°, la masse totale du produit distillé offrit un degré moyen de fusibilité (ou de solidification) de 44°,5. On avait poussé l'opération jusques à cessation de dégagement des vapeurs d'acides gras, il ne resta dans la cucurbite que 6k,200 de matière goudronneuse qui se solidifia par le refroidissement. L'ensemble des acides gras distillés pesait 467k,5 et, comme on avait employé 500 kil. d'huile de palme sèche, le produit net représentait, pour 100, 93,5 au lieu des 78 à 82 obtenus par l'ancien procédé; il n'est pas probable qu'on puisse arriver à des résultats plus avantageux[1]. M. de Milly a modifié ce mode d'opérer afin de le rendre moins dispendieux encore de main-d'œuvre. Nous allons le décrire en l'accompagnant des figures représentant les appareils que M. de Milly a bien voulu nous permettre de faire lever dans sa grande et belle usine où fonctionnent 8 presses à chaud et qui livre par jour 10,000 paquets de bougies pesant 4850 kil.

Appareils et procédés de M. de Milly pour la préparation des acides gras par saponification sulfurique, et distillation.

La figure ci-dessous représente les dispositions de l'appareil destiné à effectuer la saponification sulfurique.

Une grande cuve A en bois, doublée de plomb, est munie d'un

1. M. de Milly l'avait espéré cependant, d'après les termes d'un brevet d'invention qui lui fut communiqué : il s'agissait d'effectuer la saponification avec l'acide sulfurique étendu, en prolongeant 24 à 48 heures la durée de la réaction spéciale : on espérait ainsi parvenir à obtenir, après de simples lavages et sans distillation, à préparer des acides gras que la pression à froid, puis à chaud, épurerait suffisamment ; il n'en fut pas ainsi en grand du moins, toujours il se produisait une matière brune que la cristallisation et les deux pressions ne pouvaient éliminer. Après un grand nombre de tentatives infructueuses et des dépenses considérables, on dut y renoncer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couvercle portant un gros tube de dégagement F qui conduit les vapeurs et les gaz dégagés pendant l'opération vers un large

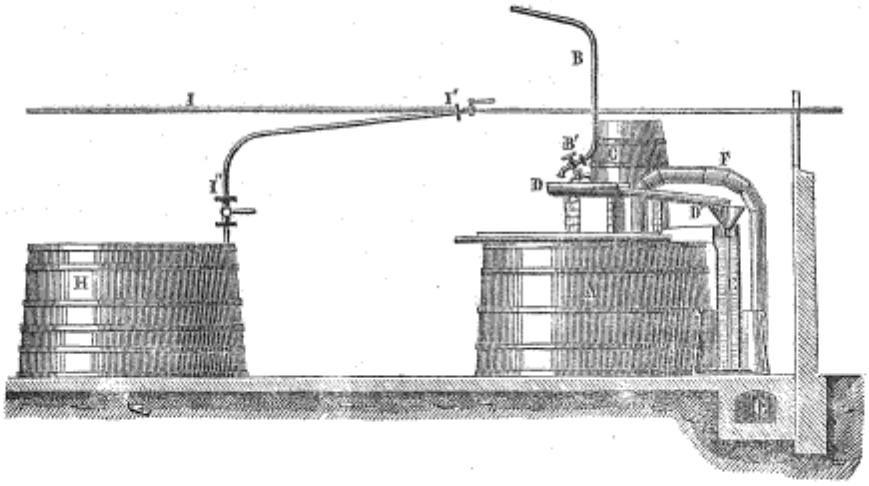


Fig. 5.

carneau G aboutissant à la grande cheminée J douée d'un bon tirage.

C'est dans la cuve A que se réunissent les substances entre lesquelles les réactions se passent; un tube B muni d'un robinet B′ amène dans une large cuvette en plomb que termine un caniveau D D′ la matière grasse ; en même temps que celle-ci s'écoule (d'un réservoir supérieur où elle a été élevée par une pompe et complétement desséchée au moyen du tube à retour d'eau qui l'a chauffée à 150° environ et l'a ensuite entretenue à la température de 80° c.) par le robinet B′, un autre robinet adapté à la petite cuve C (doublée de plomb et contenant 300 kil. d'acide sulfurique pour 2000 kilog. d'huile de palme à traiter [1]), convenablement ouvert, fait arriver sur le même point de la cuvette l'acide concentré. Afin de mieux effectuer le mélange intime entre l'acide et la matière grasse, celle-ci se trouve projetée avec une vitesse dépendante de la hauteur du réservoir qui alimente cette projection par le tube B B′ ; d'ailleurs les deux robinets sont réglés attentivement de façon à ce que le rapport entre l'acide et le corps

1. L'acide sulfurique est monté dans ce réservoir au moyen d'un monte-jus intérieurement doublé en plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gras se maintienne comme 15 du 1er à 100 du 2e. Un mélange plus intime se complète spontanément à mesure que les deux liquides réunis s'écoulent, car ils arrivent ensemble à l'extrémité D' du caniveau dans un entonnoir en plomb dont la douille E se prolonge jusqu'au fond d'une sorte de grande éprouvette également en plomb. Le mélange liquide, sortant par le bout échancré de la douille, remonte dans l'éprouvette et s'écoule, à la partie supérieure, par un trop-plein ou déversoir qui le fait tomber dans la cuve A[1]; dans cette chute, aussi bien que pendant le double courant: de haut en bas dans l'entonnoir et sa douille, puis de bas en haut dans l'éprouvette, il se produit sans aucune peine et sans main-d'œuvre, une continuelle et énergique agitation qui favorise les réactions entre ces matières de densités si différentes, formant ainsi les acides sulfoglycérique et sulfogras.

Dès que les 2000 kilog. d'huile de palme et les 300 kilog. d'acide ont été versés graduellement ainsi sur les 800 litres d'eau chaude préalablement introduits dans la cuve, on élève la température de la masse à 100 degrés par une injection de vapeur (dans le tube en plomb disposé en spirale au fond de la cuve), qui vient à point terminer les réactions, en décomposant les acides doubles, dissolvant la glycérine et faisant surnager les acides gras hydratés; pendant cette réaction, il se dégage un assez grand volume d'acide sulfureux (provenant d'une action partielle de l'acide sulfurique sur la glycérine), ce gaz trouve une facile issue par le large tube F recourbé en siphon qui le dirige dans le carneau souterrain G, et par celui-ci vers la cheminée J. Celle-ci dissémine les gaz avec les fumées à une hauteur suffisante dans l'atmosphère pour empêcher que les habitants du voisinage en soient incommodés. Après cette ébullition, on laisse pendant une heure la solution acide se séparer, en se précipitant au fond de la cuve, tandis que la matière grasse vient surnager. Celle-ci est alors décantée par un robinet ou à l'aide d'un siphon, et portée dans la cuve H, où elle subit un lavage avec 800 litres d'eau chauffée à l'ébullition et agitée par

1. L'éprouvette est fixée, comme le montre la figure, dans une petite cuve en plomb destinée à recueillir les quantités de matières qui pourraient être accidentellement jetées par dessus les bords.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant de vapeur qu'amène le tube I I′, et que l'on modère à volonté en ouvrant plus ou moins le robinet I″.

Ce lavage à chaud dure environ 1 heure. On laisse pendant une 1/2 heure la séparation s'effectuer entre le liquide aqueux que l'on soutire alors, et la matière grasse que l'on fait écouler dans un récipient spécial.

La série des opérations suivantes est indiquée par la disposition générale que montre la figure ci-dessous.

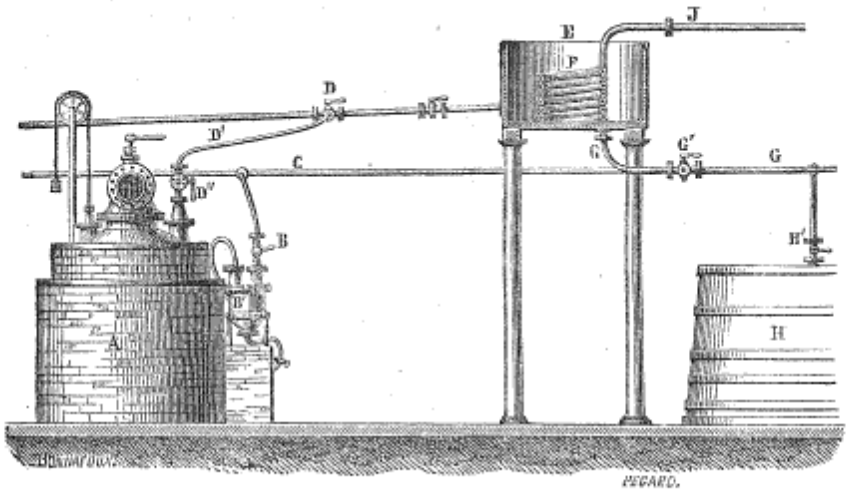


Fig. 6.

On voit dans cette figure une cuve H représentant celle que nous venons de décrire, où s'effectue le lavage à l'eau chauffée par la vapeur libre qu'amène à volonté un robinet H′; après le lavage le repos et le soutirage de la matière grasse dans un récipient, on élève, à l'aide d'une pompe, cette matière dans une bâche E, où elle est desséchée complétement à la température de 150° environ par un serpentin E recevant d'un tube G la vapeur qui fait évacuer l'eau de condensation par l'extrémité opposée du serpentin et le tube J à sa suite.

On laisse dans cette bâche la dessiccation des acides gras (huile de palme acidifiée et lavée) s'effectuer complétement, et l'on reconnaît à la cessation du dégagement des vapeurs aqueuses que l'opération est à son terme, c'est-à-dire que la matière grasse est prête à subir la distillation qui doit l'épurer en vaporisant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acides gras qui se condenseront incolores et laisseront dans la cucurbite les matières brunes goudronneuses éliminées ainsi.

Une élévation, de la même disposition générale, montre le fourneau A, la chaudière qui le surmonte encastrée dans la maçonnerie, les robinets D, D′, D″, amenant à la volonté de l'opérateur la matière grasse désséchée que contient la bâche E dans la cucurbite; l'introduction y est réglée par le robinet D″ et un flotteur adapté à une tige verticale; celle-ci est accrochée à une chaîne passant sur une poulie et transmettant par le contre-poids fixé à son extrémité l'indication nécessaire du niveau du liquide; un cylindre qui épure la vapeur, en retenant les globules d'eau entraînés, est indiqué en B′; l'introduction de cette vapeur a lieu par un robinet B.

Avant d'indiquer par une autre vue, suivant une direction perpendiculaire à celle-ci, la communication du col prolongé de la cucurbite avec les réfrigérants, nous donnerons sur la chaudière ou la cucurbite elle-même des détails indispensables pour comprendre ce qui se passe dans cette partie principale de l'appareil. La figure ci-contre montre, en coupe, cette cucurbite, représentée sur une échelle de dimensions doubles; son petit diamètre est de 1m,53 et son grand diamètre de 2 mètres.

On voit les détails intérieurs de cette cucurbite indiqués par deux coupes verticales suivant deux plans perpendiculaires l'un à l'autre; les objets visibles sur les deux figures sont désignés par les mêmes lettres. On pourra remarquer que ce vase est formé de deux pièces en fonte: l'une inférieure, ou la chaudière, est exempte d'ajutage extérieur, ce qui la rend plus résistante aux diverses causes d'altération (les différences de température, les fuites, etc.[1]); la coupole, ou partie supérieure, est terminée par un col à large ouverture et bords rabattus HH, sur lesquels se fixent, à l'aide de brides, rondelles et boulons, les bords également rabattus du long col recourbé,

1. Dans la plupart des usines de ce genre on a vu les cucurbites en cuivre rouge se maintenir en bon état, tant qu'elles restent hermétiquement closes; mais, vient-il à s'y déclarer une fuite par un joint ou une légère fissure? bientôt sous la double influence, sans doute, du frottement des vapeurs et de leur réaction en présence de l'air, déterminant l'oxydation, le métal est corrodé, le passage s'élargit, et les accidents précités deviennent imminents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en cuivre, indiqué sur la figure suivante. La chaudière et sa coupole sont solidement assemblées au moyen de boulons et d'écrous; ces deux parties peuvent être réparées isolément et remplacées de même lorsque l'une d'elles est détériorée. La cause principale de ces altérations, et des dangers d'incendie qui peuvent en résulter a été supprimée chez M. de Milly, en rendant la cucurbite tout à fait indépendante du foyer qui surchauffe la vapeur.

Sur la coupole de cette chaudière (fig. 7), un ajutage porte une boîte d'étoupes dans laquelle glisse, à frottement doux, la tige verticale du flotteur E; cette tige est soutenue à l'autre bout par une chaîne passant sur la poulie et reportant à l'extérieur les mouvements ou indications du flotteur qui sont signalés par les mouvements en sens contraire et les variations correspondantes dans la hauteur du contre-poids G.

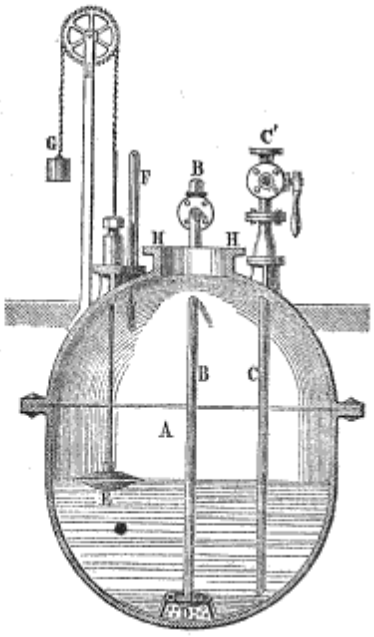


Fig. 7.

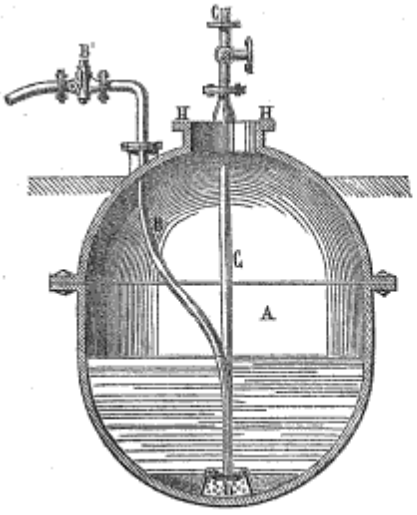


Fig. 8.

Un thermomètre F, même figure, dont le réservoir est à l'intérieur, tandis que la tige graduée est partiellement engagée dans un ajutage spécial, montre au dehors les degrés de température qu'il importe de vérifier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tube et le robinet C C[1] servent à mettre la cucurbite en communication avec la bâche à serpentin E F de la figure précédente, contenant les acides gras, lorsqu'on veut introduire cette matière grasse à distiller. Le tube à robinet extérieur B est terminé à sa partie inférieure par une capsule renversée D, percée comme une pomme d'arrosoir et fixée au fond de la charnière; ce tube est destiné à diviser dans la cucurbite la vapeur surchauffée (de 290 à 300°), et à la forcer de sortir par un grand nombre de trous, de traverser ensuite la masse liquide, de façon à y maintenir une haute température, tout en offrant un espace sans cesse renouvelé, qui détermine la vaporisation des acides gras, les entraîne avec elle vers le col de l'alambic et les tubes réfrigérants ou condensateurs; les tubes C et B sont visibles dans les deux figures, mais sous des aspects différents qui complètent les indications utiles à leur égard.

Il nous sera facile maintenant d'expliquer, à l'aide de la figure suivante, les relations entre la cucurbite dont nous venons de décrire les dispositions internes, et, d'une part, le serpentin disposé sous une voûte pour surchauffer la vapeur à faire passer au travers des acides gras, d'une autre part la direction et les condensations successives de cette vapeur d'eau chargée des vapeurs d'acides gras.

La figure ci-contre montre, en effet, la disposition générale de cet appareil distillatoire, comprenant trois parties bien distinctes isolées les unes des autres par deux gros murs de séparation, quoique les communications soient entre elles rendues à volonté parfaitement libres, ou, également à volonté, complétement interceptées. Les trois parties distinctes représentent : 1° le four à trois voûtes superposées E F G, et le foyer I; 2° la cucurbite et ses accessoires A H B C I, renfermée dans l'atelier central où se trou-

1. Le robinet C, p. 395, est à trois branches et à trois eaux, afin de pouvoir adapter une allonge sur la troisième branche lorsqu'on veut expulser de la chaudière le liquide goudronneux épuisé d'acides gras, restant à la fin de chacune des opérations. Il suffit alors de placer l'allonge en question, de fermer le papillon du col de l'alambic et de tourner le robinet C de façon à faire communiquer le fonds de la chaudière avec l'allonge, pour qu'en injectant un fort courant de vapeur par le tube B on puisse chasser, par la pression exercée dans la cucurbite, tout le goudron remontant dans le tube C sortant par l'allonge qui le dirige et le projette sur un bassin plat en tôle hors de l'atelier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent tous les robinets des tubes à matière grasse et à vapeurs simple et mixte; 3° le réfrigérant à air libre, situé entièrement au dehors des ateliers; ce réfrigérant est formé de longs tubes en cuivre recourbés en siphons; à sa suite on voit le récipient K ou citerne aux acides gras distillés placée sous un hangard [1].

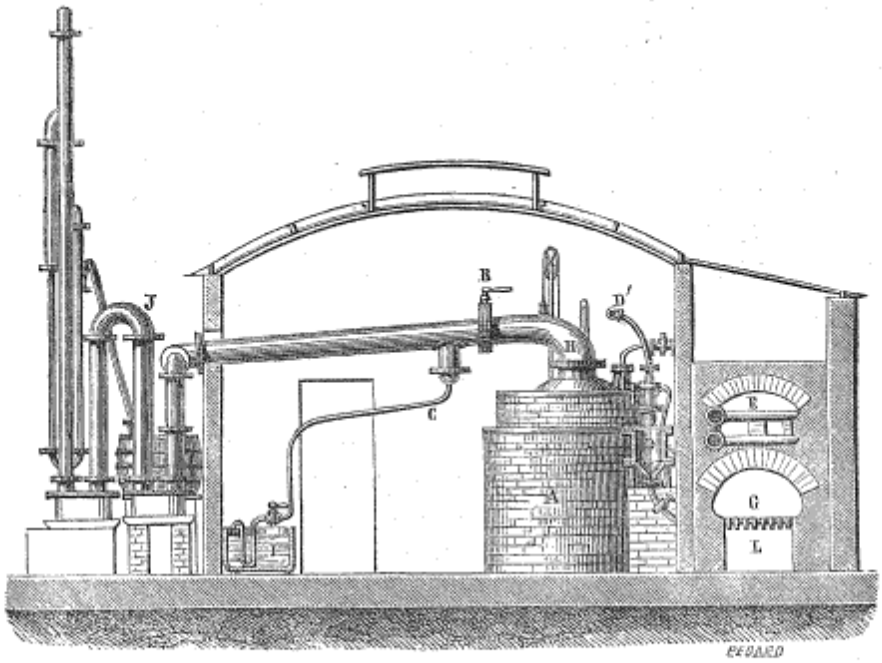


Fig. 9.

Dans l'atelier principal, la cucurbite A, entourée de maçonnerie qui la préserve du refroidissement extérieur, est chargée, comme nous l'avons vu, de matière grasse (acidifiée, lavée, séchée à la température de 150°). On fait alors arriver par le tube D', en ouvrant le robinet spécial sur son trajet, la vapeur du générateur dans le cylindre purgeur D, où sont retenus les globules d'eau; la vapeur ainsi épurée passe dans le serpentin en fonte chauffé à 300° environ par le foyer G, dont la flamme parcourt successivement les espaces sous les voûtes G E F; à l'extrémité opposée

1. Trois cucurbites disposées de la même manière permettent d'en avoir une de rechange, en sorte qu'avec deux appareils réfrigérants on puisse maintenir constamment en fonction deux cucurbites munies chacune d'un semblable appareil réfrigérant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du serpentin, la vapeur surchauffée passe par un tube engagé dans la maçonnerie aboutissant au robinet E′ dans l'atelier de l'appareil distillatoire; c'est en ouvrant le robinet E′ que l'on introduit la vapeur surchauffée dans la cucurbite, où elle se divise, par la pomme d'arrosoir, en une multitude de jets ou bulles traversant toute la matière grasse liquide et lui communiquant une température élevée à 290° environ. Ce courant multiple de vapeurs entraîne successivement les acides gras mélangés, mais aussi suivant l'ordre de leur volatilité (qui pour ceux de l'huile de palme est en ordre inverse du degré de solidification. Voir plus haut, p. 394). Ces vapeurs grasses et aqueuses passent ensemble dans le col H de la cucurbite et son prolongement pour se rendre au réfrigérant extérieur. Sur leur trajet, les premières portions condensées de ces vapeurs rencontrent un large ajutage C par lequel le liquide s'écoule en suivant le tube C, au bas de l'ajutage qui les conduit vers une bâche I; arrivé là, le tube, comme le montre la figure, se termine en siphon renversé, ce qui permet l'écoulement du liquide dans cette bâche, sans que les vapeurs et les gaz puissent sortir. Un robinet, que l'on voit à la naissance du siphon, sert à intercepter l'issue, lorsque les premières parties condensées qui ont pu entraîner des projections sont sorties, et que dès lors il convient de séparer ces premiers produits impurs; ce qui s'écoule ensuite est dirigé dans le récipient général K.

Les vapeurs engagées dans le long col H de la cucurbite se rendent au dehors de l'atelier dans un réfrigérant à l'air, formé de tubes de 20 cent. de diamètre, en cuivre, adaptés à brides sur les ajutages des bâches qui reçoivent tous les produits liquides de la condensation; ces produits s'écoulent par un tube collecteur dans le réservoir commun K (placé sous un hangard clos), tandis que les gaz et vapeurs continuent de circuler en passant de bas en haut et de haut en bas alternativement, d'une branche à l'autre de chaque large siphon; l'avantage principal de cette disposition comparée avec les serpentins réfrigérants à l'eau, c'est que ceux-ci peuvent s'engorger, surtout au commencement de l'opération, si, la température de l'eau se trouvant inférieure au point de leur congélation, les acides gras qui distillent se figent dans les tubes et obstruent le passage, occasionnant une pression plus ou moins forte et des fuites avec leurs inconvénients et leurs dangers; les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes accidents se peuvent produire, si l'on renouvelle trop rapidement l'eau qui environne le serpentin; sans doute on parvient à éviter ces inconvénients par de simples précautions ou à l'aide d'un tube supplémentaire rectiligne, dont la température ne saurait s'abaisser au-dessous de 50°, et dont l'extrémité inférieure, plongeant dans la cuvette à trop plein, récipient des liquides condensés, ne laisse aucune issue aux vapeurs. Le réfrigérant à l'air est en tous cas préférable, puisqu'il n'oblige à aucune de ces précautions, et cependant la condensation des acides gras s'y effectue si bien que les tubes rétrécis des siphons, dans lesquels circulent les dernières portions des gaz et des vapeurs, ne donnent plus qu'un liquide aqueux en arrivant au tonneau I' indiqué dans la figure ci-dessous; ce dessin montre la disposition de toute la partie du réfrigérant à l'air, disposée suivant un plan perpendiculaire à la direction du long col de l'alambic. Le bout de ce col allongé vient s'assembler en T à

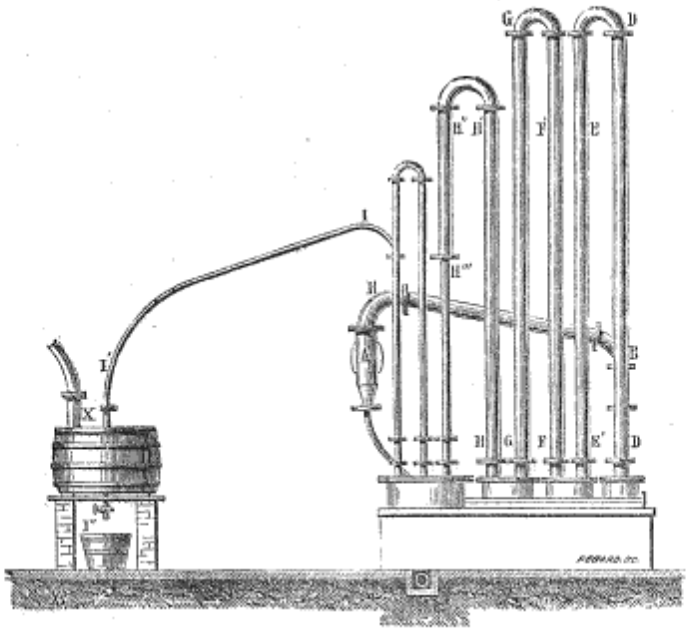


Fig. 10.

l'ajutage conique A, celui-ci est terminé à sa partie inférieure par un tube plus étroit qui laisse écouler dans la première bâche le liquide de condensation, tandis que les gaz et vapeurs s'élèvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers le coude B parcourant avec les portions liquéfiées toute la longueur du tube BB disposé en pente; là ce tube recourbé s'adapte à l'ajutage de la bâche correspondante; les vapeurs, après avoir parcouru les trois premiers tubes verticaux des siphons, vus dans la fig. précédente, circulent dans les siphons suivants indiqués ici : de D en D′, E E′, F F′, G G′, H H′, H″ H‴; en cet endroit, les tubes n'ayant plus guère à condenser que des traces de vapeur aqueuse, sont rétrécis comme le dessin l'indique, en formant les quatre branches des siphons suivants; de la dernière bâche; le dernier tube s'élève verticalement en I, se recourbe et se dirige en pente de I en I′ vers le tonneau I′, ne laissant plus écouler dans la cuvette I″ que de faibles quantités de liquide aqueux lorsqu'on ouvre le robinet I‴. Ce tonneau est doublé de plomb et clos par un couvercle sur lequel un deuxième ajutage reçoit un deuxième tube semblable à celui que nous venons de décrire (I, I′) appartenant au serpentin du deuxième appareil en fonction et qu'il termine de même. Le tonneau sert donc de récipient au produit des dernières vapeurs condensées; quant aux gaz incondensables qui s'y rendent également, ils trouvent une libre issue par un troisième tube X, à plus large section, implanté sur le même couvercle et aboutissant à la cheminée qui dissémine dans l'atmosphère ces gaz avec la fumée.

La cucurbite de cet appareil se vide aisément, comme nous l'avons dit plus haut, p. 396, en fermant la valve à papillon de cette allonge ouvrant la communication entre l'intérieur de la cucurbite et l'air extérieur par le tube à trois eaux abducteur des matières grasses, qui, muni alors d'une allonge, offre une issue au goudron liquide, dès qu'en laissant arriver la vapeur par le tube terminé en pomme d'arrosoir, la pression interne chasse aussitôt toute la matière fluide vers la nouvelle issue. Dans d'autres fabriques, la vidange s'effectue à l'aide d'un siphon à demeure; on peut quelquefois obtenir des acides gras distillés plus blancs en opérant cette vidange, sans attendre que le résidu soit épuisé, c'est-à-dire lorsque les 9 dixièmes ou les 95 centièmes du produit sont extraits; on laisse alors la température de la chaudière s'abaisser pendant quelques heures, puis on recharge l'alambic comme la première fois avec la matière grasse acidifiée lavée et séchée à 150 degrés. Après huit ou dix distillations semblables, on peut laisser épuiser la matière goudronneuse, puis la chasser au de-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hors par le siphon, à l'aide d'une injection de vapeur, enfin lorsqu'on veut nettoyer à fond la chaudière, on suspend les opérations pendant un jour, on ouvre dans cet intervalle de temps le trou d'homme en démontant le col de l'alambic et l'on effectue sans peine ce nettoyage. On a dû prendre le soin de fermer la vanne B, située sur le trajet du col de l'alambic, afin d'éviter la rentrée des gaz et vapeurs dans la cucurbite et dans l'atelier. Lorsque l'on a limité chaque distillation aux 0,9 ou 0,95 de la matière volatilisable les résidus non épuisés sont mis en réserve, et, après dix à quinze opérations, la quantité réunie est suffisante pour en faire une distillation spéciale avant de procéder au nettoyage à fond de la chaudière.

Dans l'usine de M. Wilson, la distillation des corps gras s'effectue à l'aide d'appareils semblables à celui que nous venons de décrire, mais en raison de l'importance plus considérable de la fabrication et de l'emploi des produits de l'acidification à l'exclusion de ceux de toute saponification calcaire dans cette usine, les appareils distillatoires sont beaucoup plus grands : chacun d'eux suffit pour distiller, à la fois, 6,000 kil. de matière grasse acidifiée, en sorte que les quatre appareils représentent une fabrication journalière de 24,000 kil., non compris la production de l'appareil à distiller par la vapeur seule et sans acidification préalable, appareil dont la cucurbite peut contenir également 6,000 kil. qui passent à la distillation en 24 ou 36 heures.

Les acides gras distillés sont ordinairement soumis à la cristallisation dans des augettes peu profondes en fer-blanc, comme les acides gras provenant de la saponification calcaire, puis, au moyen des pressions successives à froid et à chaud, on élimine de même la plus grande partie de l'acide oléique, afin d'élever le point de fusion des acides solidifiables qui doivent être moulés en bougies.

Les bougies ainsi obtenues donnent une belle lumière et offrent les autres propriétés des bougies d'acides gras de saponification calcaire, sauf leur point de fusion qui étant moins élevé de 2 à 3 ou 4° les rend plus susceptibles de couler dans les endroits où l'air est chaud ou agité. Nous avons vu plus haut comment, d'après la méthode de MM. Petit, on peut rendre plus régulière la cristallisation de certains acides gras, provenant de distillation ou de saponification, et qui, chacun isolément, se prendrait en masse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

confuse difficile à presser ; lorsque l'on opère exclusivement par voie de saponification acide et de distillation, de l'huile de palme, cette ressource manque, mais alors on peut cependant obtenir des cristallisations normales en mélangeant les acides gras provenant de suifs acidifiés et distillés, avec les produits d'acidification et distillation de l'huile de palme ; pourvu que l'on observe dans ce mélange les doses favorables, préalablement déterminées, entre les acides gras des suifs et ceux de l'huile de palme. Je tiens de M. Wilson un autre moyen, qui consiste à faire cristalliser et presser directement les produits de la saponification acide, puis à distiller à part les acides gras solides qui en proviennent. De cette façon, la matière blanche distillée offre un point de fusion assez élevé pour être, sans nouveau pressage, directement moulée en bougies. Dans ce cas il importerait beaucoup, je le crois, de séparer les derniers produits de la distillation qui, sans doute, seraient plus fusibles que les autres.

C'est, en tout cas, une innovation remarquable qui m'a paru digne d'être signalée à l'attention des fabricants ; avantageuse sans doute en Angleterre, elle offrirait peut-être un intérêt moindre en France où les consommateurs exigent des produits plus durs que ceux que l'on obtiendrait ainsi.

Applications spéciales de l'acide oléique des deux origines.

L'acide oléique, suivant qu'il provient d'une saponification sulfurique ou calcaire, présente des caractères particuliers que souvent il importe de reconnaître, en vue des applications spéciales de ces deux variétés d'acides gras liquides. Très-généralement l'acide oléique de saponification calcaire, quelque soin que l'on ait pris d'en extraire autant que possible les acides cristallisables, est toujours préférable à l'autre pour la fabrication des savons de soude, car ceux-ci sont plus durs et d'un meilleur usage que les savons à l'acide oléique de distillation. D'ailleurs, pour donner à ces derniers la consistance ferme que les consommateurs préfèrent, on est parfois obligé d'ajouter du suif aux matières premières, et le prix coûtant se trouve ainsi plus élevé. Une considération analogue tend à déprécier l'acide oléique de distillation, lorsqu'il s'agit de la fabrication des savons mous (ou à base de potasse), bien que l'on ajoute à l'acide gras, 1, 2 ou 3 dixièmes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résine et d'huile commune (ou plutôt de *fèces* d'huile[1]) de colza, car le rendement est, en tout cas, moindre de 10 à 12 centièmes que celui obtenu, lorsqu'on emploie l'acide oléique de saponification calcaire. Celui-ci, par ces motifs, se vend, en général, plus cher que l'autre, bien qu'il ne semble pas préférable pour d'autres applications, le graissage des laines, par exemple[2]; il importe, en tout cas, de distinguer ces deux acides gras d'origines différentes; on y peut parvenir en effectuant certaines réactions d'une manière comparative.

Si, par exemple, on agite ensemble 25 grammes d'acide oléique de saponification calcaire, et 1 gramme d'un mélange de 3 parties d'acide azotique, avec 1 partie d'acide hypoazotique, la totalité du liquide se prend en une masse consistante. Lorsqu'on opère exactement de même avec l'acide oléique de distillation, le liquide ne se solidifie pas. Un phénomène contraire se manifeste lorsque l'on traite comparativement les deux acides gras par un centième de chaux, préalablement hydratée, en lait de chaux : après le mélange intime dans des conditions égales l'acide oléique de distillation se prend en une masse de consistance graisseuse plus ou moins prononcée, tandis que l'acide des saponification calcaire donne un mélange sensiblement fluide. En effet, chauffés l'un et l'autre à 100 degrés, le premier se solidifie presque totalement, tandis que dans le deuxième un quart seulement du volumé est consistant; la différence devient encore plus manifeste si l'on recueille de chaque mélange la portion solide sur un filtre entretenu à la température de 50°; enfin un dernier caractère distinctifs curieux, c'est que les savons calcaires lavés à l'alcool, puis décomposés par l'acide chlorhydrique, donnent des acides gras inégalement fusibles, le premier (de distillation) à 34°,5, le deuxième (de saponification calcaire) à 33°.

Les observations que j'avais faites sur la nature des acides gras

1. Ces sortes de dépôts, de l'épuration des huiles par l'acide sulfurique, doivent être préalablement lavés à l'eau bouillante qui décompose les acides sulfo-gras, ils contiennent alors de l'acide margarique en plus fortes proportions relatives que l'huile d'où ils proviennent.

2. Pour cette application en effet, il convient que la matière grasse soit très-fluide, ce qui n'arrive pas avec l'acide oléique de saponification calcaire surtout en été, lorsqu'il retient en trop fortes proportions des acides gras cristallisables, dans ce cas l'acide oléique de distillation a semblé préférable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(à fusion plus élevée) s'unissant de préférence avec la chaux, lorsque cette base est employée en dose insuffisante pour saturer la totalité (Voy. ci-dessus, pag. 356 et 357), m'ont conduit à rechercher s'il se passerait des phénomènes analogues en traitant de même l'acide oléique de saponification calcaire; en effet, cet acide à l'état commercial ordinaire, ayant été traité par 1 centième de son poids de chaux, le savon calcaire fut extrait à l'aide de l'alcool qui retint en solution les acides gras non saponifiés; le savon insoluble fut décomposé par l'acide chlorhydrique; les acides gras ainsi mis en liberté, lavés et séchés, avaient un point de fusion de 36° centésimaux; la solution alcoolique évaporée, pour chasser l'alcool, laissa en résidu les acides gras non saponifiés; ceux-ci, traités comme la première fois, par 1 centième de leur poids de chaux, donnèrent un savon calcaire qui fut extrait de même, et qui, décomposé également, donna des acides gras dont le point de fusion fut de 31°. La solution alcoolique évaporée donna alors un résidu d'acide gras liquide, qui, traité par un troisième centième de chaux (préalablement hydratée) laissa, après décomposition par l'acide chlorhydrique et lavage, la matière grasse fluide à la température de + 16°.

Ces expériences ajoutent un nouvel exemple de l'inégale affinité des acides gras pour la base minérale employée en dose insuffisante; elles pourraient servir de guide dans des essais comparatifs, en vue de déterminer l'état particulier des différents mélanges désignés sous la dénomination commune d'acide oléique.

CÉTINE : BOUGIES DIAPHANES.

Cette substance blanche, cristalline, translucide, fusible à 49°, composée de carbone 80, hydrogène 13,33 et oxygène 6,67 (C^{64}, H^{64} O^4), cristallisable dans l'éther et l'alcool qui en dissolvent beaucoup plus à chaud qu'à froid, la cétine est encore très-improprement appelée dans le commerce, *blanc de baleine*, — car la baleine proprement dite ne fournit aucune quantité de cette substance. — La cétine est contenue principalement dans une cavité spéciale située à la partie supérieure du crâne du cachalot, elle forme avec l'oléine une matière huileuse importées dans des cargaisons américaines (pour la plus grande partie, et dont l'armement se fait à Newbedford) et anglaises. Ces cargaisons, au retour de longues et périlleuses navigations dans les mers lointaines de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'archipel Indien et du Japon, ont parfois, depuis plus de 80 ans, représenté une valeur annuelle totale de 45 millions de francs. Quant à nos sept ou huit baleiniers partant du Havre dans le même but : afin de se garantir du moins, avant de s'embarquer, contre une des chances auxquelles cette entreprise les expose, ils vendent, à livrer, le produit probable de leur pêche aventureuse[1].

L'extraction et le raffinage de la cétine constituent, en Angleterre, une industrie importante, fondée sur la fabrication et le commerce des bougies demi-transparentes dites diaphanes, préparées avec la belle substance cristalline blanche, brillante, translucide, désignée sous les noms de spermacéti ou de blanc de baleine. Sa préparation fournit d'ailleurs une des meilleures huiles qu'on puisse employer pour lubrifier les parties frottantes des machines et notamment pour les broches des filatures.

A l'Exposition de Londres plusieurs manufacturiers, et notamment M. Miller, qui est à la tête de cette industrie, en avaient envoyé de très-beaux spécimens. MM. Cogniet et Maréchal, dont nous avons plusieurs fois cité les noms à propos des hydrocarbures minéraux et de la paraffine en particulier, étaient les seuls manufacturiers français représentant l'industrie de l'épuration de *blanc de baleine* et de l'*huile de spermacéti;* successeurs de M. Lajonkaire, qui avait, en 1825, fondé cette industrie (à Montrouge auprès de Paris) et obtenu en 1836 un brevet d'invention pour le raffinage du blanc de baleine. MM. Cogniet et Maréchal ont perfectionné le procédé de raffinage de la cétine; leurs produits ne le cédaient en rien à ceux des habiles fabricants anglais. Mais les quantités sur lesquelles ils opèrent sont bien moindres, on le comprendra facilement en voyant sur nos registres de la douane

1. Le cachalot macrocéphale (Physeter macrocephalus), mammifère gigantesque presque aussi grand que la baleine, atteint, dit-on, jusqu'à 25 mètres de longueur; sa tête énorme, de forme cylindroïde tronquée, est à peu près aussi longue que le tiers du corps de l'animal. Au-dessus de sa cavité cranienne osseuse et cartilagineuse se trouve le vaste amas adipeux, renfermant la matière oléiforme qui contient la cétine. La peau très-unie de ce mammifère recouvre une épaisse couche graisseuse. Les cachalots se nourrissent de poissons, de mollusques, de crustacés, etc.; ils vont par bandes de deux à trois cents, dirigés par un d'entre eux; dans certaines occasions, ils se réunissent pour leur défense commune, et quelquefois se battent avec fureur, ils ont parfois aussi, dans leurs mouvements brusques, fait chavirer des embarcations puis englouti les hommes de l'équipage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les importations de blanc de baleine brut limitées à 44 438 kil. en 1859 et à 35 115 kil. en 1860 (les quantités de blanc de baleine raffiné importées durant ces deux années ont été de 2 238 kil. et 2 410 kil.). C'est que le produit principal, le blanc de baleine cristallisé, ne peut être classé que parmi les objets d'un luxe très-élevé et dont la consommation est par cela même, fort restreinte : au point de vue économique, il ne saurait supporter la concurrence de l'acide stéarique ni de la paraffine, ces deux derniers produits, pour des applications analogues, ne coûtant que 2 fr. à 2 fr. 30, tandis que la valeur du blanc de baleine est en ce moment de 4 fr. le kil. Quant à l'huile de spermacéti, quelle que soit sa qualité, elle ne peut offrir l'économie qu'on trouve pour le graissage des machines dans l'emploi de diverses matières lubrifiantes, notamment de l'*oléine de saindoux* (graisse de porc pressée à froid) et des hydrocarbures paraffinés dont nous avons parlé plus haut.

Quoi qu'il en soit, les procédés de raffinage du blanc de baleine brut, tel qu'il nous arrive, ne sont pas dépourvus d'intérêt. Voici comment on les exécute dans l'établissement de MM. Cogniet et Maréchal : la matière, telle qu'elle est importée[1], est chauffée d'abord à la température de 70 à 80° c., on la laisse déposer et le liquide clair est décanté dans des cristallisoirs où l'on ne peut obtenir des cristaux assez abondants qu'en attendant que la température ambiante s'abaisse entre 5 et 8° au-dessus de zéro; on recueille alors tout le produit de cette cristallisation dans des sacs ou grandes chausses en tissu de laine dit de *Malfil ;* l'huile fluide passe aisément au travers des filtres, tandis que la substance cristallisée reste sur le tissu. On soumet celle-ci à une première pression graduée à froid, les tourteaux sont traités à chaud par quatre centièmes d'une lessive de soude caustique à 20° qui,

1. L'huile brute de première qualité provient du dépôt de matière grasse réunie au-dessus du crâne, dans la cavité formée par les os relevés sur les bords; plusieurs ramifications de ce dépôt s'étendent dans le tissus adipeux au-dessous de la peau.

Ce sont sans doute les produits de ces ramifications qui, en se mélangeant avec ceux des tissus adipeux sous-cutanés, forment la matière brute appelée *huile de corps*, donnant 7 centièmes de cétine, tandis que la première, désignée commercialement sous le nom d'*huile de tête*, fournit au moins 12 de cétine pour 100 de son poids.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans action sensible, dans ces conditions, sur la cétine, commence la saponification de l'oléine; on laisse reposer et la matière décantée est mise dans des moules, sortes de petites auges peu profondes en fer-blanc, où elle cristallise de nouveau; elle est alors soumise à une seconde pression entre des plaques creuses chauffées par un courant de vapeur qui élève graduellement leur température jusqu'à quarante-cinq degrés environ. Les tourteaux obtenus sont soumis à un lavage par trois ou quatre centièmes de solution de soude caustique à 18 ou 20° qui continue la première réaction, également favorisée par le barbotage de la vapeur. Après avoir ensuite laissé déposer, on décante la cétine, puis on la chauffe à sec, soit directement, soit à l'aide d'un serpentin en spirale à retour d'eau dans lequel circule la vapeur sous une pression de 5 atmosphères à une température de 153°; quel que soit au surplus le mode de chauffage, il faut élever la température de toute la masse à 120° environ, afin de porter à l'ébullition les parties aqueuses; on ajoute à plusieurs reprises et par aspersions quelques millièmes alternativement d'eau et de lessive caustique à 15 ou 20° qui, formant encore avec ce qui reste d'oléine un savon (oléate de soude) insoluble dans la cétine, le ramènent à la superficie, et que l'on enlève en écumes. Pour compléter l'épuration, lorsqu'il ne se produit plus d'écumes, on effectue la décoloration ultime par l'addition d'un centième de noir animal en poudre. Le liquide chaud est versé sur des filtres en papier contenus dans des vases étamés à parois doubles entre lesquelles circule de la vapeur qui entretient la fluidité de la substance et facilite sa filtration. Le liquide limpide versé dans des cristallisoirs se prend en masse blanche composée de longues lames cristallines. Si l'on décante le liquide resté au centre avant que le refroidissement soit complet, on obtient ces magnifiques cristallisations en lames aiguës, brillantes, que l'on admirait dans plusieurs vitrines de l'Exposition internationale, notamment dans celles de M. Miller et de MM. Cogniet et Maréchal. On moule la cétine en bougies en ayant le soin d'y ajouter trois centièmes de cire pour mieux troubler sa cristallisation. Deux centièmes de cétine suffisent pour augmenter le poli et la translucidité des bougies de paraffine : de même que pour la paraffine seule, on doit couler à + 70° et plonger dans l'eau froide les moules dès qu'ils sont pleins. La cétine, enfin, sert à l'apprêt de quelques étoffes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 10.

RENSEIGNEMENTS SUR LA VENTILATION

RECUEILLIS EN ANGLETERRE EN 1862,

PAR M. le général MORIN.

HOPITAL DE GUY A LONDRES.

Les bâtiments élevés sur les plans de M. Rhode Hawkins se composent de deux ailes principales réunies par un pavillon central, contenant un vestibule et de vastes escaliers qui conduisent aux deux ailes, dont chacune a cinq étages, parmi lesquels trois sont destinés à recevoir les malades.

La façade antérieure du pavillon central est flanquée de deux tours carrées A A, surmontées par des tourelles octogonales, qui servent de cheminées d'appel de haut en bas, pour l'air nouveau à introduire dans les salles des deux ailes. Cet air est ainsi puisé dans l'atmosphère à une hauteur d'environ 29 mètres au-dessus du sol extérieur (*fig.* 1 et 2).

Au milieu de la façade postérieure du même pavillon s'élève une tour carrée B, surmontée par une lanterne octogonale et un clocheton en fonte à jour. Cette tour dont la hauteur au-dessus du sous-sol sur lequel sont établis les foyers est de 59^{m}.50, est la cheminée unique d'évacuation de l'air vicié dans les salles, ainsi que de la fumée des fourneaux et de tous les foyers qui existent dans le bâtiment, comme on le verra plus loin.

L'édifice a cinq étages, au rez-de-chaussée sont les salles D D de réception pour les malades extérieurs, venant en consultation, les salles de toilette correspondantes pour les hommes et les femmes, les salles de bains, les cabinets de consultation du médecin et du chirurgien, la pharmacie, les laboratoires, les ca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

binets particuliers du médecin et du chirurgien, le cabinet du dentiste, les logements des gens de service, des laboratoires, etc.

Le 1er, le 2e et le 3e étage forment trois divisions, disposées sur un plan uniforme et comprenant chacune quatre grandes salles E E de 70 pieds anglais ou 21m.35 de longueur, 21 pieds anglais ou 6m.40 de largeur, 14 pieds anglais ou 4m.27 de hauteur, et une grande salle de réunion F pour la journée, ayant 48 pieds anglais ou 14m.64, sur 38 pieds anglais ou 9m.15, située à la rencontre des salles, avec des chambres pour les sœurs, des lavoirs, une chambre de bains, un cabinet d'aisances et une étuve qui s'ouvre au dehors. Chaque salle particulière a, en outre, ses lieux d'aisances, ces derniers étant, dans tous les cas, en dehors des salles.

Le nombre des malades admis dans chaque aile est de 150, dont 50 dans chaque division du 1er, du 2e et du 3e étage. Les salles de subdivision E E contiennent de 12 à 13 lits. Il y a six personnes attachées à chaque division, savoir : deux sœurs et quatre gardes pour les 50 malades.

Le volume d'espace alloué pour chaque lit dans les salles est de 1 600 à 1 700 pieds cubes ou de 44mc,8 à 47mc,6.

A l'étage supérieur sont les dortoirs des gardes et des autres personnes du service.

La totalité du bâtiment, à l'exception du vestibule central, du grand escalier et de quelques-uns des logements des employés au rez-de-chaussée, est chauffée et ventilée artificiellement par appel. L'espace ainsi chauffé et ventilé est d'environ 500 000 pieds cubes anglais ou 14 000 mètres cubes, dont pour :

	Pieds anglais.		Mètres cubes.
Les différents logements.....	110 000	ou	3080
Les trois divisions	315 000	ou	8820
Les dortoirs.....	75 000	ou	2100
	500 000 pieds.		14000

Dans le système de ventilation adopté, qui est celui de l'aspiration, l'air nouveau pris à une grande hauteur, afin d'assurer sa plus grande pureté, descend par la cheminée d'appel jusqu'au bas de l'édifice, où il débouche dans de vastes galeries G G appelées chambres d'air frais, qui règnent sous toute l'étendue du bâtiment. De ces chambres il se rend dans des conduits verticaux établis dans l'épaisseur des murs, mais après avoir passé entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des groupes de tuyaux horizontaux de circulation d'eau chaude pour le service d'hiver.

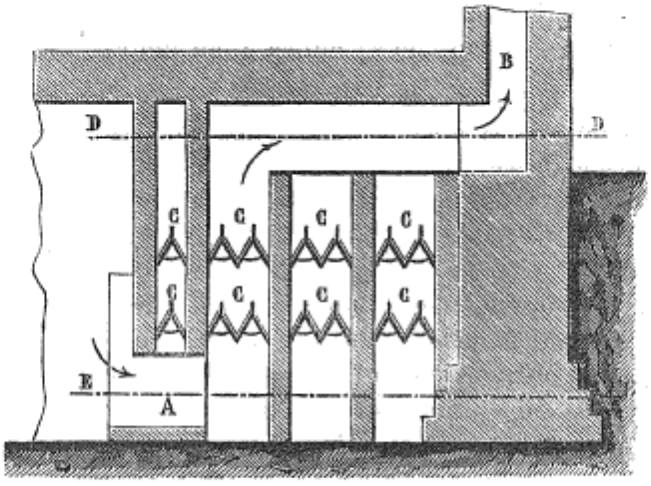
L'air nouveau ainsi échauffé vient déboucher dans chacune des salles à chauffer ou à ventiler par des orifices ménagés près des plafonds.

Le long du mur de face antérieur et à sa base il n'y a que deux rangées de tuyaux horizontaux *a a*, l'une pour le départ, l'autre pour le retour de l'eau, parcequ'ils ne sont destinés qu'au chauffage du rang de pièces simples placées de ce côté au rez-de-chaussée.

En avant et dans toute la longueur du mur de refend, il y a sept rangées de tuyaux horizontaux *b*, *b*, *b*, pour le départ et autant pour le retour de l'eau. Ils sont destinés à chauffer l'hiver l'air nouveau qui doit ventiler les trois étages des salles de malades.

En avant et dans toute la longueur du mur de face postérieur, il y a trois rangées de tuyaux horizontaux *c c*, pour le départ et autant pour le retour de l'eau chaude. Ils sont destinés à chauffer l'hiver l'air d'alimentation des pièces habitées du rez-de-chaussée correspondantes, et qui sont plus nombreuses que de l'autre côté.

Les tuyaux de circulation d'eau chaude sont à section triangulaire et disposés comme l'indique le croquis ci-contre.



Cette forme a pour objet d'obliger l'air à passer le long de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surfaces de chauffe, plus grandes que celles qu'offriraient des tuyaux horizontaux cylindriques.

L'air qui a circulé entre les tuyaux gagne ensuite, comme on l'a dit, des conduits verticaux *d d* ménagés dans l'épaisseur des murs.

La coupe transversale du bâtiment (*fig.* 1), fait voir qu'à tous les étages l'air arrive près des plafonds *d d* au rez-de-chaussée; il est fourni, comme on l'a dit, par les tuyaux *d d* placés le long des façades, et aux autres étages par ceux du milieu.

Des conduits verticaux *e, e, e*, établis dans l'épaisseur des murs de face et ouverts à fleur du plancher, dirigent séparément l'air vicié de chaque étage, au moyen d'autres conduits horizontaux *f f* dans un grand conduit principal *g g* établi dans le comble, et qui se termine à la tour d'évacuation établie au pavillon central, laquelle reçoit aussi la fumée des fourneaux d'eau chaude et des chaudières.

Il y a dans chaque division 79 conduits d'introduction d'air dans les salles, et 63 conduits d'évacuation pour 150 lits, sans compter ceux de la salle de réunion de jour et des différents cabinets. L'on a eu soin de ne placer dans les lieux d'aisances que des cheminées d'évacuation, afin que l'appel de l'air s'y fasse toujours de l'extérieur vers l'intérieur de ces cabinets. A l'intérieur du grand conduit *g g* d'air vicié, qui a environ 1^{m}.80 de largeur, passe un tuyau principal de fumée *h h* en fonte, de 0^{m}.90 à peu près de diamètre, dans lequel viennent déboucher tous les conduits de fumée *i i* des foyers des appartements particuliers et des salles. Un tuyau de circulation d'eau chaude parcourt aussi ce grand conduit et assure la ventilation d'été.

Ce conduit principal aboutit à un autre *k k*, vertical qui verse dans la grande cheminée d'évacuation B tous les produits de la combustion de ces foyers et l'air vicié qu'ils ont contribué à aspirer.

L'on voit que ces tuyaux de fumée, outre l'effet direct de ventilation qu'ils produisent dans les salles, peuvent aussi, par la chaleur de leurs parois métalliques, contribuer à activer l'appel de l'air vicié qui les entoure dans le canal *g g*.

Enfin au centre et dans l'axe de la cheminée générale B, s'élève le tuyau de fumée des calorifères, qui y verse ses produits à une hauteur supérieure à celle du comble. Il résulte de cette dispo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sition, dans la saison du chauffage, un appel énergique et une élévation notable de la température de l'air vicié, dès qu'il a atteint les conduits supérieurs, ce qui donne l'hiver une grande activité à cet appel.

Il y a lieu de remarquer que la circulation d'eau chaude se fait, principalement dans les appareils employés, dans le sens horizontal, et que la distance verticale des tuyaux de départ et des tuyaux de retour n'excède guère 0m.50. Cette disposition n'est peut-être pas la plus favorable pour obtenir d'une surface donnée de tuyaux l'échauffement du plus grand volume d'air possible, mais d'un autre côté l'établissement au rez-de-chaussée, dans des galeries closes et non habitées, de ces tuyaux, dont le développement est de plus de 550 mètres, pour chaque aile, diminue beaucoup l'inconvénient des fuites d'eau. Aussi est-ce le mode le plus généralement employé en Angleterre pour les chauffages par circulation d'eau chaude. La forme de prismes triangulaires donnée aux tuyaux et les dispositions prises pour assurer l'échauffement de l'air sont d'ailleurs favorables, et les tuyaux n'étant soumis à aucune pression cette forme n'a pas d'inconvénient.

Dans cet édifice l'on paraît avoir réalisé avec succès le problème pour lequel M. Reid avait échoué au parlement, et qui consiste à n'avoir qu'une seule cheminée générale d'évacuation, non-seulement pour l'air vicié, mais encore pour la fumée de tous les feux d'un même bâtiment.

Le système de ventilation ainsi établi est tout à fait indépendant des moyens accidentels de ventilation des salles, auxquels on peut recourir, quand le temps permet d'ouvrir les fenêtres. Dans la distribution des grandes divisions l'on a porté une attention particulière à obtenir tous les avantages possibles de ce que l'on nomme la ventilation naturelle. Les salles particulières de chaque division sont placées deux à deux l'une à côté de l'autre, de manière qu'un mur de refend allant jusqu'au centre de l'édifice les sépare. Chaque salle n'a de fenêtre que d'un côté, mais il y a dans le mur de refend de larges arcades ouvertes, par lesquelles il peut s'établir un courant d'air au travers des deux salles contiguës, quand les fenêtres sont ouvertes; à peu près comme si chacune de ces salles avait des fenêtres des deux côtés. Les fenêtres sont ouvertes comme des châssis ordinaires à cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lisses verticales, et leur ouverture ne trouble en rien le système de la ventilation.

La ventilation constante d'été du bâtiment est calculée pour fournir en 1′ 70 pieds cubes (1,96 mètres cubes) ou 117^{mc}.60 par heure et au delà à chaque malade. Dans l'hiver, le volume d'air nouveau à fournir est calculé de manière à concilier le maintien d'une ventilation efficace avec la conduite économique de l'appareil de chauffage. Pendant le froid très-rude qui a eu lieu en février et mars (1862), l'on a fait une série d'expériences pour déterminer la ventilation effective, et la comparer à la consommation de combustible nécessaire pour chauffer cet air.

Le volume d'air introduit dans la cheminée d'appel a été mesuré à diverses reprises à l'aide de l'anémomètre. L'ouverture par laquelle l'air passe de cette cheminée dans les conduits d'air froid est munie d'une ventelle à coulisse, au moyen de laquelle l'aire de l'orifice d'introduction peut être agrandie ou diminuée à volonté; à chaque observation l'on mesurait cette ouverture. Pendant la première partie de la période sur laquelle les expériences s'étendent, l'alimentation d'air neuf fut entièrement supprimée durant la nuit, ainsi que le chauffage des appareils. Cette marche avait été suivie dans l'hôpital pendant les deux derniers hivers, et semble avoir pour origine la tendance à donner plus d'importance aux considérations d'économie qu'à celles qui sont relatives à la salubrité, tendance qui se manifeste souvent là où l'on devait le moins s'attendre à la rencontrer. Ainsi qu'on pouvait le prévoir, la suspension de la ventilation pendant la nuit avait déterminé dans les salles une odeur désagréable particulièrement sensible le matin.

Ce système ayant été abandonné, l'air nouveau fut aussi introduit pendant la nuit, le volume admis étant toutefois proportionné à la puissance calorifique conservée par l'appareil de chauffage, dont le feu n'était pas alimenté pendant la nuit, mais simplement remué.

Le volume d'air nouveau admis pendant la nuit en opérant ainsi n'ayant été qu'une seule fois égal à 25 pieds cubes en 1 minute (42^{mc}.00 en 1 heure) seulement par lit et ayant été souvent le double, on peut en conclure que la ventilation de nuit n'a jamais été trop insuffisante.

La ventilation de jour des salles s'est élevée en moyenne à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

67 pieds cubes par minute (108^{mc}.96 par heure) et par lit; et dans une seule occasion elle n'a été que de 37 pieds cubes anglais (62^{mc}.16 par heure).

Les pièces du rez-de-chaussée ne sont pas constamment occupées, mais dans les salles d'attente pour consultations il y a souvent un très-grand nombre de personnes réunies pour un temps assez court; pendant environ 2 heures, ces salles contiennent quelquefois 300 personnes, et la ventilation est donnée à raison de 3300 pieds cubes en une minute, ou 5544 mètres en une heure, soit 11 pieds cubes par minute pour chaque individu (18^{mc},4 par personne et par heure). Même avec ce volume de ventilation, l'atmosphère est altérée par les émanations des vêtements de ce grand nombre d'individus serrés les uns contre les autres, qui appartiennent principalement aux classes les plus pauvres, et cet effet est principalement sensible quand le temps est humide. La continuité de la ventilation dissipe cependant promptement toute trace de mauvaise odeur quand les malades sont sortis.

Les lieux d'aisances ne donnent aucune mauvaise odeur; ceux qui dépendent des salles sont, comme on l'a dit, placés à l'extérieur de la partie principale du bâtiment et sont, ainsi que les autres, ventilés séparément, au moyen d'un conduit d'extraction.

La température des salles en hiver est maintenue entre 60° F. et 62° F. (15°^{c},5 et 16°^{c},6); pendant le temps très-froid qui a régné en février et mars dernier, la température des salles s'est élevée en moyenne à 61° (16°^{c}), et n'a jamais été au-dessous de 57° (13°^{c},8), tandis que la température moyenne de jour et de nuit, pendant la même période, était de 34° F. (+1°^{c},1).

La température des salles d'attente et des autres locaux du rez-de-chaussée peut varier selon la nature du service auquel elles sont destinées.

Il y a un foyer découvert dans chaque salle des divisions, et un petit fourneau fermé dans les salles de jour. Il n'existe de foyer au rez-de-chaussée que dans les cabinets particuliers des médecins, auxquels l'on n'envoie pas d'air chaud.

L'appareil de chauffage a une surface de chauffe effective de 3400 pieds carré (316^{mq},2) chauffée par circulation d'eau chaude. La distance que parcourt l'eau avant de retourner à la chaudière est de 200 pieds (61^{m},0).

Le volume d'air qui passe dans les salles de malades et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les salles d'attente s'est élevé, d'après la moyenne de plusieurs observations, à 13400 pieds cubes par minute (22512^{mc} en 1^{h}).

La température extérieure étant à ce moment de 33° F ou (0^{oc},55), et celle de l'air chaud à son admission dans les salles, de 66° (18^{oc},9). On a eu ainsi $\frac{13400^{pc} \times 33°}{3400} = 130^{pc}$ d'air élevé de 1° par minute pour chaque pied carré de surface de chauffe, ou $\frac{22512 \times 18°,35}{316^{mq}.2} = 130^{mc},6$ d'air élevé de 1° centigrade par heure et par mètre carré de surface de chauffe.

Le résultat ci-dessus n'exprime pas la totalité de l'effet de l'appareil de chauffage, attendu qu'une quantité considérable de chaleur est nécessairement absorbée par les parois des conduits et transmise par la maçonnerie. Si nous admettons qu'il y ait ainsi 20 p. 100 de chaleur perdue, la puissance calorique de l'appareil serait exprimée par 156 pieds cubes d'air élevé de 1° par pied carré de surface de tuyaux chauffés à une température moyenne de 110° au-dessus de celle de l'air extérieur 1° F. (0^{c},55 = ou $156^{pc} \times 0,028 \times 0,55 = 3^{mc},40$ élevés de 1^{oc} l'excès moyen de la température de la surface des tuyaux sur la température extérieure étant de 43^{oe},33.

Les parties du bâtiment chauffées par l'appareil ont une étendue superficielle de surface refroidrissante en murs extérieurs, de 26000^{pq}, = 2418^{mq} et environ 35000^{pq} = 325^{mq},5 de surface de verre. L'épaisseur des murs est de 2^{p} = 0^{m},61. Ils sont en briques et enduits de ciment de Parian.

La température moyenne à laquelle l'air entre dans les salles est de 66° (18°,8), et celle des conduits d'extraction de 58° (14°,4). D'où il paraît résulter que l'étendue précédente totale de la surface refroidissante 13400^{pc} d'air par minute de 8° F. (375^{mc} de 4°,44, ou 1665^{mc},59 de 1^{oc}), et l'excès moyen de la température intérieure sur la température extérieure pour la période qui correspond à ces observations étant de 28° (15°,5); nous avons ainsi 3828^{pc} d'air refroidis d'autant de degrés qu'en exprime l'excès de la température intérieure sur celle de l'air extérieur ($3828 \times 0^{mc},028 \times 0°,55 = 58^{mc},98$) refroidis de 1° centigrade par degré de différence entre la température intérieure et la température extérieure.

Il y a lieu de remarquer que dans un système de chauffage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constant comme celui de l'hôpital de Guy, le pouvoir absorbant des parois du bâtiment et des conduits a une influence considérable sur le maintien d'une température uniforme.

Les observations sur la température de l'air admis dans les salles ne signalent, en effet, qu'une diminution de 8° (4°,44) dans la température de l'air pendant une interruption de chauffage de 36 heures. L'excès de la température de l'air à son entrée dans les salles étant encore de 25° (14° F.) sur la température extérieure. Cette chaleur ne peut être empruntée qu'aux murs en briques qui entourent les conduits des tuyaux et aux surfaces des canaux à travers lesquels cet air circule. La quantité de chaleur ainsi restituéee par les murs est si constante qu'elle a engagé à ne pas entretenir le feu, depuis le samedi soir jusqu'au lundi matin, en abandonnant l'échauffement de l'air nouveau à la seule action de la chaleur qu'il peut emprunter aux murs dans son passage à travers les conduits.

EXTRAIT

du rapport de M. Egan Rosser, ingénieur, à MM. les Présidents Directeurs de Guy's, hospital, Lond, 17 mars 1858.

« Messieurs,

« L'attention publique ayant été récemment appelée sur les conditions de salubrité des hôpitaux, il m'a paru désirable de réunir quelques séries d'observations pour établir l'efficacité du système de chauffage et de ventilation introduit dans les nouveaux bâtiments de votre hôpital.

« En vue de cet examen, j'ai obtenu des rapports journaliers pendant les quatre semaines comprises entre le 16 février et le 16 mars, et contenant un relevé journalier de la consommation de combustible, des quantités d'air chauffé et des résultats de la ventilation, ainsi que les températures extérieures et celles des salles pendant le jour et la nuit.

« En faisant ces observations j'ai eu soin d'éviter tout ce qui aurait pu donner un caractère exceptionnel aux résultats, en me conformant exactement aux instructions données à l'ingénieur, par M. le directeur Steels, en ce qui concerne la conduite des appareils de chauffage et de ventilation; à l'exception de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou trois circonstances où M. le directeur Steels a eu l'obligeance d'autoriser la modification de la marche ordinaire, afin de me procurer la facilité d'obtenir des données plus exactes.

« Afin de causer le moins de dérangement possible aux infirmiers et aux malades, je fus conduit à borner mes observations sur les points que j'avais à examiner dans les salles mêmes, à une division, celle qui est désignée sous le nom de Philip's. Mais je pense que l'état des choses dans cette division peut être regardé comme un terme moyen exact de ce qui a lieu dans les autres, et que les calculs basés sur les données qui y ont été recueillies sont également applicables au reste de l'hôpital.

« Sous un rapport, je regrette de le dire, mes observations sont incomplètes; je désirais beaucoup déterminer l'efficacité de l'économie des foyers découverts comparativement avec celles de l'appareil de chauffage. Mais comme le temps était extraordinairement froid pendant la plus grande partie des expériences, je ne voulus pas contrarier l'opinion des infirmiers, qui pensaient que, sans le secours des foyers découverts, les malades auraient lieu de faire entendre des plaintes fondées. En conséquence, pendant toute la durée des expériences, les foyers découverts furent maintenus en activité en même temps que l'appareil de chauffage. Des observations collatérales m'ont cependant conduit à penser que, si la comparaison pouvait être complétement établie, tout le mérite des foyers découverts au point de vue du chauffage se réduirait à leur aspect agréable.

« Les tableaux joints à ce Mémoire indiquent, à diverses reprises, la consommation de combustible, la température extérieure et intérieure et le volume d'air de ventilation.

« Le relevé de la consommation de combustible donne seulement la quantité consommée dans le fourneau des chaudières de l'appareil de chauffage, et ne comprend pas celle des chaudières à vapeur et de l'appareil à eau chaude; ce dernier, qui est un des agents essentiels de la ventilation, a pour premier objet de chauffer l'eau des bains et de consommer régulièrement par semaine une tonne de charbon.

« Pendant le mois de février, le feu de l'appareil de chauffage fut cessé et l'introduction de l'air frais interrompu durant la nuit.

« Depuis le 1er mars le feu fut allumé le soir, de manière à le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir en activité toute la nuit, et l'air nouveau fut admis dans les salles ; c'est ce qui explique l'accroissement de consommation de combustible à cette période.

« La dépense totale du charbon pour l'appareil de chauffage pendant les quatre semaines a été de 11 tonnes et 15 quintaux (11932 kilog.).

« La température moyenne des quatre salles de la division, pendant l'année, a été de 61° F. (16°c,2), celle de l'air extérieur pendant la même période étant de 34° F. ou + 1°c,1, ce qui correspond à un excès de 15°c,1 de la température intérieure sur la température extérieure.

« En portant les yeux sur le relevé des températures, l'on ne peut manquer de remarquer la singulière égalité des températures de jour et de nuit dans les salles, même par des variations considérables du thermomètre extérieur.

« Dans une seule circonstance, la température des salles a dépassé 66° F. (19°c), et elle n'est jamais tombée au-dessous de 57° F. 14°c). Ce minimum n'a été atteint que dans deux cas, alors que l'air extérieur était à 27° F. (— 2°c,8) et 29° F. (— 1°c,2). Je n'ai jamais observé, dans aucun bâtiment, une semblable constance, et quoique ce résultat puisse être en partie attribué à l'emploi de l'eau chaude comme moyen d'échauffer l'air, il est cependant dû en grande partie aussi à la disposition des conduits d'air chaud placés à l'intérieur des murs qui séparent les salles ; ce qui transforme la masse totale du mur en une sorte de grand poêle russe, qui peut continuer à communiquer de la chaleur à l'air pendant plusieurs heures encore, après que les tuyaux d'eau chaude seront refroidis.

« L'on voit aussi dans cette constance de la température de nuit un motif de n'attribuer qu'une très-légère influence calorifique aux foyers découverts ; car bien que les feux fussent éteints la nuit, il ne s'ensuivait aucune réduction de la température des salles, et, d'une autre part, le thermomètre n'accusait aucune élévation de cette température par suite de leur allumage du matin.

« L'effet de la chaleur absorbée par les conduits est en outre mis en évidence par la marche de la température du dimanche 28 février au lundi 1er mars. L'appareil de chauffage avait cessé d'être alimenté le samedi au soir, la température des salles étant de 62° F. (16°c,7), et celle de l'air extérieur de 28° F. (— 2°c,2).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le dimanche matin, la température intérieure était tombée à 58°,5 F. (14°c,7), celle de l'air extérieur étant de 29° F. (— 1°c,7). Le samedi 6 mars, le feu de l'appareil avait été suspendu à cinq heures, la température moyenne des salles étant de 63° F. (17°c,2). Le dimanche matin la température extérieure étant de 28° F. (— 2°c,2), celle des salles était de 60° F. (15°c,6), et le lundi la température intérieure était tombée à 58° F. (14°c,5), celle de l'air extérieur étant de 35° F. (+ 1°c,7).

« L'égalité de température dans les différentes parties du pavillon est digne de remarque. La différence entre celles des salles d'une même division surpasse rarement 1° F. (0°c,5), et ne s'est élevée qu'une fois à 3° F. (1°c,5); ce qui est certainement très-satisfaisant pour un bâtiment dont l'extrémité est à 180 pieds (55 mètres) du fourneau.

« Afin de mesurer l'effet de la ventilation, l'on a fréquemment déterminé, au moyen de l'anémomètre, le volume d'air nouveau introduit par les conduits. L'ouverture par laquelle l'air passe de la tour d'introduction de l'air nouveau dans les chambres à air froid, est munie d'une porte à coulisses, au moyen de laquelle l'aire de ce passage peut être augmentée ou diminuée à volonté. A chaque observation l'on notait la grandeur de cette ouverture. Pendant la première période à laquelle se rapportent les expériences, l'alimentation d'air frais était complétement interrompue pendant la nuit, le feu de l'appareil de chauffage étant également éteint.

« Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la suspension de la ventilation pendant la nuit rendait l'air impur dans les salles, et occasionna les plaintes des infirmières.

« Après le 1er mars, l'air frais fut introduit pendant la nuit, et la grandeur de l'ouverture est indiquée dans les tableaux.

« Le motif de la réduction de l'introduction de l'air pendant la nuit était que, le feu étant seulement remué et non en état de combustion active, la quantité d'air affluent était aussi diminuée proportionnellement au pouvoir calorifique de l'appareil.

« Ce qui montre que, dans ce système, la ventilation de nuit n'a jamais été trop faible, c'est ce fait que le volume d'air frais admis n'a jamais été inférieur à 15 pieds cubes par minute (20mc,7 par heure) et par malade, et qu'elle a été généralement double même pendant la nuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La ventilation de jour s'est élevée en moyenne à 13 400 pieds cubes en une minute, ou 224 92 mètres cubes par heure, dont 3 300 pieds cubes en une minute, ou 5 544 mètres cubes par heure et par division, ce qui revient à 66 pieds cubes en une minute, ou 118^{mc},4 par heure et par malade. La plus faible alimentation d'air a été de 37 pieds cubes en une minute, ou 66^{mc},6 par heure et par malade; elle ne s'est produite qu'une fois.

« Quant à la valeur économique du système de chauffage employé pour les bâtiments, nous avons, dans les données contenues aux tableaux ci-joints, un moyen de la résoudre.

« Prenons pour exemple la quantité d'air introduite par jour et par nuit pendant les 10, 11 et 12 mars, et qui fut de 42 365 800 pieds cubes [1], ou 1 200 226 mètres carrés, élevés de la température moyenne de l'air extérieur à la température moyenne de l'air échauffé à son entrée dans les salles, c'est-à-dire de 66° F. — 33° F. = 33° F., ou 18°^{c},4.

« La consommation de charbon et de coke a été, pendant cette période, de 3 584 livres, dont les 0,80 peuvent être supposés avoir été employés à échauffer cette quantité d'air, le reste, 0,20, ayant servi pour un appareil qui chauffait une autre partie du bâtiment.

« Le volume d'air échauffé par une livre de charbon serait ainsi de

$$\frac{42\,865\,200 \times 33^{0} \times 5}{3\,584 \times 4} = 493\,391 \text{ pieds cubes élevés de } 1^{0} \text{ F.},$$

ou un pied cube d'air, élevé de 1° F. par 0^{l},000002 de charbon, soit les 0,75 de la valeur calorifique absolue de charbon.

« Le résultat de l'auteur revient à

1 200 226^{mc} × 1^{k},30 × 18°,4 × 0,237 = 6 802 881 calories utilisées pour une consommation de 0,8 × 3,584^{l} × 0,453 = 1,314^{k},84 de charbon, ou à $\frac{6\,802\,880}{1\,314\,84}$ = 5 174 calories utilisées par kilogr. de charbon brûlé, soit 0,73 de sa chaleur totale développée.

« Ce résultat économique, comparativement à ceux qu'on obtient

1. En faisant la somme des nombres indiqués dans le tableau pour ces trois jours et ces trois nuits, et en la multipliant par 720′ on trouve 50065920 pieds cubes d'air entré au lieu de 42365800 pieds cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des divers modes de chauffage, ne reproduit pas tout l'effet de cet appareil, parce que l'on ne peut contester qu'une certaine portion de la chaleur n'ait été enlevée à l'air pendant son passage par les conduits qu'il a parcourus, s'élevant depuis les fondations et le sol.

« Les foyers découverts des salles et les cabinets de lecture pour le jour ont consommé, pendant ces quatre semaines, 17 tonnes et 6 quintaux de charbon, ce qui excède de 5 ton. 14 q. la consommation de l'appareil de chauffage.

« Des résultats précédents l'on peut conclure avec sûreté :

« 1° Que le système de chauffage à l'hôpital de Guy est réellement efficace;

« 2° Que le volume d'air de ventilation fourni est supérieur à celui qui a été obtenu dans tout autre édifice sur lequel des résultats aient été publiés;

« 3° Que l'économie de combustible est plus grande que dans tout autre bâtiment chauffé à l'eau chaude.

« Les exemples de la prison Mazas de France, dont les résultats ont été donnés par M. Péclet, dans ses nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation, approchent à peine d'un effet égal aux 4/7 et 5/7 de la valeur absolue du combustible.

« Il y a deux points sur lesquels, en concluant, je voudrais particulièrement insister :

« 1° La proportion comparativement très-grande de la quantité totale de combustible fournie au nouveau bâtiment, et qui est dépensée par les foyers découverts sans aucun avantage sous le rapport de la température ou de la ventilation[1];

« 2° La grande importance qu'il y a à maintenir dans toutes les circonstances une ventilation constante, quelque basse que puisse être la température extérieure, afin de conserver une température agréable en même temps qu'un renouvellement efficace de l'air, ce qui exige que la nuit les feux de l'appareil de chauffage ne soient jamais éteints pendant l'hiver.

« Le tableau suivant contient les résultats des expériences de l'auteur sur les volumes d'air admis de nouveau fourni par

1. L'auteur n'attribue pas, à beaucoup près, une efficacité suffisante à l'action des cheminées comme moyen de ventilation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la cheminée d'introduction, soit pendant le jour, soit pendant la nuit.

HOPITAL DE GUY, A LONDRES.

Tableau des volumes d'air et des vitesses de l'air, à l'entrée et à la sortie, du 22 février au 18 mars 1858.

PAVILLON PHILIPP.

DATES.	VENTILATION DE JOUR. Volume d'air frais entrant dans le conduit de la tour.	VENTILATION DE NUIT. Volume d'air frais entrant dans le conduit de la tour.	VITESSE d'entrée de l'air dans les salles.	VITESSE de sortie de l'air des salles.
	Mètres cubes en 1 heure.	Mètres cubes en 1 heure.	Mètres en 1".	Mètres en 1".
Février 22	17734		1.26	1.47
— 23	17840		1.14	1.15
— 24	20728		1.42	1.43
— 25	11831		1.03	1.08
— 26	17905		1.42	1.38
— 27	17338		1.45	0.96
Mars 1	24989		1.66	1.36
— 2	24983	8228	1.70	1.45
— 3	25672	8558	1.37	1.04
— 4	34927	8721	1.42	1.32
— 5	33519	13408	1.47	1.22
— 6	31446	15733	1.63	1.41
— 8	27874	11150	1.22	1.48
— 9	33550	11193	1.39	1.24
— 10	23410	11688	1.32	1.22
— 11	21495	5349	1.26	1.25
— 12	22897	15422	1.22	1.38
— 13	14915	9942	1.24	1.28
Moyenne ..	23441	10849	1.37	1.28

NOTA. — Ce tableau présente ce résultat remarquable que la vitesse d'introduction de l'air nouveau a été au moins égale et même un peu supérieure à la vitesse d'extraction de l'air. Ce qui prouve qu'avec de bonnes proportions l'on peut introduire par les orifices ménagés pour l'introduction, autant d'air qu'on en appelle par les orifices d'extraction.

Observations sur les dispositions adoptées dans l'hôpital de Guy, et sur les résultats des expériences de M. E. Rosser. La description et les résultats d'observations que nous venons d'emprunter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

presque textuellement à une notice de M. E. Rosser, montrent que le système de chauffage et de ventilation de l'hôpital de Guy est basé sur l'emploi de l'eau chaude circulant dans des tuyaux placés au-dessous du sol dans de vastes chambres à air, et sur l'appel que produisent les excès de température de l'air dans les salles, dans les conduits de fumée, et dans la cheminée générale d'évacuation, sur la température de l'air extérieur.

Les résultats des observations indiquent que, dans la saison d'hiver et par des températures voisines de zéro, l'on parvient à maintenir dans les salles des malades une température à peu près constante de 15 à 16°, et que l'on y obtient une introduction d'air et une évacuation d'air vicié très-voisines de l'égalité, et qui s'élève en moyenne à $108^{mc},96$ par heure et par lit.

Si l'usage des foyers découverts, fort apprécié en Angleterre, et très-agréable partout, ne produit pas pour l'échauffement des salles un effet bien considérable, ainsi que cela paraît résulter, non-seulement des observations de l'auteur, mais encore de certaines expériences directes que je ferai connaître plus tard, il n'en est pas de même du concours très-efficace que ces foyers apportent à l'évacuation de l'air vicié et subsidiairement à l'introduction de l'air nouveau. L'on sait, en effet, et des expériences encore inédites montrent que le volume d'air qu'une cheminée ordinaire peut appeler et évacuer par kilogramme de houille brûlé est considérable, et peut s'élever à 200 mètres cubes. Or, d'après l'auteur, la consommation de charbon faite par les foyers des salles et du salon de jour ayant été pendant les quatre semaines ou 28 jours d'observation de $17^{ton},9$ ou 18 286 kilogr., ce qui revient à $\frac{18\,286}{28\times24} = 27^{kil},2$ par heure; l'on voit que l'appel que les foyers auraient pu produire, s'ils avaient été aussi favorablement disposés que la cheminée sur laquelle j'ai fait mes observations, se serait élevé à $27^{kil},2\times200^{mc} = 5440^{mc}$, c'est-à-dire au quart environ du volume total d'air évacué ou admis.

Le développement des conduits de fumée, très-considérable par rapport au nombre des foyers directs, doit réduire de beaucoup l'énergie de leur appel; mais, d'une autre part, la chaleur qu'ils peuvent communiquer aux parois du tuyau général de fumée et celle que versent en outre dans la cheminée générale d'éva-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuation les fourneaux de la chaudière principale sont aussi des auxiliaires de la ventilation.

Il résulte de ces observations, que tout l'effet mécanique de l'appel d'air produit ne doit pas être attribué à l'appareil de circulation d'eau chaude, et qu'une partie est due aux autres causes dont nous venons de parler.

Quoi qu'il en soit de ces observations, l'ensemble des dispositions adoptées pour cet hôpital produit dans la saison d'hiver un chauffage et une ventilation très-satisfaisants.

Les expériences sur la ventilation d'été dans cet hôpital sont moins nombreuses et ont présenté des difficultés particulières, par suite de l'habitude et du goût très-prononcé des Anglais pour l'ouverture des fenêtres. Cependant M. E. Rosser a pu en exécuter récemment quelques-unes dont il a eu l'obligeance de nous communiquer les résultats.

Le 24 juillet 1860,

Le volume d'air entrant dans le bâtiment par les cheminées d'appel de l'air nouveau a été trouvé de 12,300^{pc} en 1′ ou 20,885^{mc},4 par heure, soit, pour 150 lits, 132^{mc},57 par heure et par lit.

Une partie des fenêtres étaient ouvertes, et il n'a pas été possible de mesurer les volumes d'air nouveau qu'elles laissaient entrer.

L'on a déterminé séparément les volumes d'air ou des gaz brûlés qui passaient en 1′ :

1. Le volume d'air vicié dans le grand conduit horizontal, à la température de 70^{of} ou 21^{oc},11, et à la vitesse de 2^{m},75 en 1″.	18,900^{pq}
2. Le volume de gaz brûlés dans le tuyau horizontal de fumée, 79^{of} ou 26^{oc},11, et à la vitesse de 2^{m},28 en 1″.	5,700
3. Le volume d'air vicié montant dans la grande cheminée de ventilation par le conduit annulaire qui entoure le tuyau principal de fumée (fig. 2), à la température de 68^{of} ou 20^{oc},5, et à la vitesse de 2^{m},90 en 1″.	9,660
4. Le volume de gaz brûlés entrant dans la grande cheminée de ventilation par le tuyau principal de fumée (fig. 2), à la température de 126^{of} ou 152^{oc},22, et à la vitesse de 2^{m},13 en 1″.	7,140
Le volume total du mélange d'air vicié et de fumée a été trouvé égal, en 1′, à.	41,400^{pq}

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une observation directe, faite au sommet de la grande cheminée, a donné pour le même mélange 41,800^{pq} en 1′, à la température de 74^{of} ou 23^{oc},33, et à la vitesse moyenne de 1^{m},37 en 1″.

Ces deux résultats se vérifient donc à peu près l'un par l'autre, et montrent que dans tous les conduits l'on a obtenu une vitesse supérieure à 2^{m},00, et en moyenne de 2^{m},50, tandis que dans la cheminée d'évacuation générale elle n'a été que de 1^{m},37, mais il faut remarquer que cette dernière est destinée à faire le service de l'autre aile, et que, par conséquent, la vitesse moyenne y deviendra égale à 2^{m},74 environ, ce qui prouve que l'ensemble de ces conduits a été bien proportionné, et que, même avec des températures aussi modérées, et dans des circulations compliquées, l'on peut obtenir des vitesses de plus de 2^{m},00.

Le volume d'air vicié évacué des salles par le grand conduit horizontal d'air vicié étant en 1′ de 18,900^{pq} ou de 32,092^{mc} en 1 heure, soit pour 150 lits 213^{mc},96 par heure et par lit, tandis que le volume d'air neuf admis n'a été trouvé que de 132^{mc},57. Cela indique que l'ouverture des fenêtres déterminait l'action de plus de 81^{mc} d'air par heure et par lit, et augmentait de près de 0^{mc},61 le volume d'air qui traversait les salles.

Ce résultat, conforme dans son ensemble à ceux que j'ai déjà déduits des expériences faites par MM. Trélat et Péligot à Lariboisière, est une nouvelle preuve que dans les systèmes de l'aspiration, l'ouverture des fenêtres est favorable à l'évacuation de l'air vicié, ce qui est l'inverse de ce qui se passe dans les systèmes de l'insufflation.

La construction et l'emploi des deux tourelles qui servent à puiser à une certaine hauteur dans l'atmosphère de l'air un peu plus pur, et peut-être moins chargé de fumée qu'à la surface du sol de Londres, offre un exemple remarquable de la facilité avec laquelle l'on peut, par voie d'appel, faire descendre l'air pris à une certaine hauteur dans l'atmosphère, par des conduits qui le mènent à des galeries de chauffage ou des canaux d'introduction dans les locaux où s'exercent l'appel.

En résumé, les dispositions d'ensemble et de détail adoptées par M. E. Rosser pour le chauffage et la ventilation de l'hôpital du Guy à Londres nous paraissent fort bien conçues et conformes aux principes qui doivent régler les ingénieurs dans de pareils travaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 11.

NOTE SUR LA VALEUR COMPARATIVE
DES POUDRES DE CHASSE
FRANÇAISES ET ANGLAISES,

PAR M. le général MORIN.

L'on croit trop généralement en France, et beaucoup de nos chasseurs les plus distingués sont encore persuadés que les poudres de chasse anglaises sont supérieures à celles que l'on fabrique dans nos poudreries.

Si cela était à peu près vrai il y a trente ou quarante ans pour les produits de quelques-uns de nos établissements, il n'en est plus de même depuis longtemps, et aujourd'hui que toutes nos poudreries sont pourvues d'usines à meules de fonte du poids de 5,000 kilogrammes, roulant sur des tables en fonte et triturant les matières avec une grande énergie, les poudres de chasse françaises ne le cèdent en rien à celles des usines anglaises dont les produits ont le plus de célébrité.

Pour le mettre en évidence, il suffira de faire connaître les résultats des expériences exécutées à diverses époques déjà éloignées à la direction des poudres.

Expériences comparatives exécutées en 1842 *et* 1845 *à la Direction des poudres et salpêtres, sur des poudres de chasse anglaises et françaises.*

Les poudres de chasse anglaises, fabriquées et vendues par l'industrie particulière, se présentent généralement sous trois marques différentes :

S S, single seal;
D S, double seal;
T S, treeble seal;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui correspondent à des grosseurs de grain et à des qualités différentes.

Elles se débitent en paquets de papier, mais le plus souvent en boîtes de fer-blanc plus ou moins ornées, selon le goût des fabricants.

La première de ces poudres, S S, a les grains les plus gros, et, pour l'aspect et la grosseur, offre de l'analogie avec la poudre de chasse fine française faite sous les meules.

Les deux autres ressemblent à nos poudres de chasse superfine et extrafine.

En 1842 je rapportai d'Angleterre, pour la Direction des poudres, des échantillons de poudres anglaises provenant des fabriques renommées de Honslow et de Dartfort, et j'avais prévenu les fabricants que je demandais leurs meilleurs produits pour les comparer à ceux des poudreries françaises.

Les trois espèces de poudre de chacune de ces poudreries ont été soumises à des épreuves comparatives avec les poudres françaises, des trois espèces et provenant des trois modes de fabrication, alors en usage dans les poudreries françaises : savoir, le procédé des pilons, aujourd'hui exclusivement réservé pour les poudres de guerre; celui des tonnes et des laminoirs, usité seulement dans les poudreries du Bouchet et d'Angoulême, et celui des meules en fonte, employé actuellement dans toutes les poudreries pour les poudres de chasse. Ces expériences, faites avec beaucoup de soin, ont donné les résultats suivants :

DÉSIGNATION DES POUDRES.		DENSITÉ		VITESSE de la balle au pendule à fusil charge 5gr.	DEGRÉ de l'éprouvette à ressort.
		Gravimétrique ou poids du litre non tassé.	réelle prise au mercure.		
POUDRES FRANÇAISES.		kil.		m.	
Chasse fine.	des pilons	0.910	1.630	336	14°
	des tonnes et laminoirs	0.900	1.650	342	17
	des meules en fonte	0.892	1.620	350	18
Chasse superfine.	des pilons	0.900	1.731	352	21
	des tonnes et laminoirs	0.911	1.760	360	22
	des meules en fonte	0.924	1.831	365	25
Chasse extrafine.	des tonnes et laminoirs	0.904	1.712	376	25
	des meules pesantes	0.851	1.775	390	25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES POUDRES.		DENSITÉ Gravimétrique ou poids du litre non tassé.	DENSITÉ réelle prise au mercure.	VITESSE de la balle de 28gr au fusil pendule charge 5gr.	DEGRÉ de l'éprouvette à ressort.
POUDRES ANGLAISES.		kil.		m.	
De Honslow..	S. S.....	0.899	1.720	331	21°
	D. S.....	0.908	1.747	334	24
	T. S.....	0.891	1.742	353	23
	Diamantée.....	0.921	1.740	341	25
De Dartford..	S. S.....	0.840	1.482	349	22
	D. S.....	0.912	1.648	372	25
	T. S.....	0.887	1.655	386	25

L'on voit que, dans ces épreuves, les poudres de Dartford se sont montrées supérieures à celles de Honslow, et à peine égales aux trois espèces de poudres françaises correspondantes, fabriquées aux meules, et que nos poudres des pilons et des laminoirs sont aussi un peu plus fortes que celles de Honslow.

En 1845, je rapportai également d'Angleterre, des mêmes fabriques anglaises, des poudres qui me furent signalées comme de qualité supérieure. Des épreuves comparatives au fusil pendule furent faites entre ces poudres et la poudre extrafine d'Esquerdes, et fournirent les résultats suivants :

Vitesse communiquée à la balle de fusil du poids de 25 *grammes, par une charge de* 5 *grammes.*

Poudres extrafines...	d'Esquerdes, fabrication courante....	411m,95
	du Bouchet. Id.	413 ,30
	du Bouchet, fabrication spéciale.....	436 ,40
Poudres anglaises. ...	d'Honslow.	403 ,00
	de Dartford.....	397 ,45

Ces résultats montrent qu'en effet les poudres anglaises de 1845 étaient un peu supérieures à celles de 1842, mais qu'elles ont encore été inférieures aux poudres françaises fabriquées sous les meules.

L'on voit donc que sous le rapport de la puissance balistique, les poudres de chasse françaises, qui, depuis plusieurs années sont exclusivement fabriquées par le procédé des meules, sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieures ou au moins égales aux meilleures poudres anglaises.

Quant à la question de l'encrassement, des épreuves spéciales exécutées à la Direction des poudres ont montré que, sous ce rapport encore, les poudres françaises ne le cédaient en rien aux poudres anglaises.

Enfin, et quoique la valeur relative des poudres de guerre n'ait pas pour le public le même intérêt que celle des poudres de chasse, l'on peut ajouter que des épreuves faites sur des poudres de guerre ont aussi prouvé que les poudres françaises, fabriquées par le procédé des pilons, étaient au moins égales à toutes les poudres étrangères obtenues par divers procédés.

Le ministère des finances, auquel le service des poudres remet les produits destinés au commerce, a d'ailleurs pris depuis plusieurs années des mesures pour que les poudres, qui ne lui sont jamais livrées qu'après des épreuves qui constatent leur bonne qualité, ne soient plus exposées à se détériorer dans les magasins des entrepôts. Elles sont renfermées dans des boîtes de fer-blanc, au lieu de l'être, comme par le passé, dans du papier, toujours plus ou moins hygrométrique, et ne doivent plus être déposées dans les mêmes magasins que le tabac, qui a besoin d'une certaine humidité. Il ne faut pas oublier en effet que les soins apportés à la conservation des poudres, et à les préserver de toute humidité, influent beaucoup sur leur qualité, et que les meilleures poudres mal abritées peuvent bientôt perdre beaucoup de leur puissance balistique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 12.

MATÉRIEL NAVAL ET MACHINES MARINES,

Par M. le contre-amiral PÂRIS.

La marine est, par sa nature, la partie de l'industrie moderne qui se trouve le plus mal représentée dans une exposition universelle. Ses navires, chefs-d'œuvre d'expérience et de hardiesse, sont trop gigantesques pour être transportés sous des galeries, et quand même on irait les examiner dans les chantiers qui les produisent, on ne verrait qu'une énorme construction en bois ou en fer dont rien ne dénoterait les qualités ou les défauts. C'est sur mer et animé de la vie factice que l'homme a su lui donner, qu'il faut aller admirer et juger ce grand être assez puissant pour surmonter les tempêtes et assez hardi pour parcourir tout notre globe et même en rechercher les parties ignorées. C'est là seulement qu'il peut être connu et apprécié; encore faut-il du temps et de l'expérience pour se former une opinion à son égard. Comme un nouveau cheval il doit être monté longtemps et dans toutes sortes de circonstances avant d'être jugé réellement : sans cela on est réduit à des appréciations par analogies, et si elles ont leur valeur, elles ne possèdent malheureusement pas la certitude de l'expérience directe. Aussi les nombreux modèles exposés dans la partie réservée à la classe 12 ont-ils été jugés plutôt d'après la réputation acquise par les navires qu'ils représentent, que par l'opinion fondée sur leur examen direct, et certes il y avait moins d'erreur à craindre de la sorte, qu'en se basant sur l'aspect d'un modèle à petite échelle, dont le vernis brillant empêchait d'apprécier les lignes. Cependant, quelque imparfaite que soit l'opinion formulée d'après des modèles, il y a eu lieu de regretter de ne pas en avoir aperçu un seul appartenant à la marine impériale ou marchande de la France. Ce fut un regret,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car nous avons produit à toutes les époques de beaux types de navires, et les constructions du temps de Louis XVI, celles de l'empire exécutées sur les plans de Sané, auraient certes aussi bien figuré que les modèles des mêmes époques en Angleterre. Le premier navire blindé rapide, *la Gloire*, construit par M. Dupuy-de-Lôme, aurait bien tenu sa place près du *Northumberland* qui est à peine en chantier; de même que la première batterie flottante française due à la volonté de l'Empereur eût figuré non loin de celles qui arrivèrent trop tard à Kilbouroun, pour prendre part au premier essai de ces nouvelles constructions. Il en eût été de même des modèles du *Phocéen* de M. Vence et du *Napoléon* de la poste, de M. Normand, qui, dès 1835 et 1840, précédèrent l'époque actuelle, en montrant sur mer des navires ayant des avants très-aigus jusque dans leur partie supérieure et séparant les vagues au lieu de les refouler; principe généralement adopté depuis, et qui a produit les paquebots rapides capables d'arriver presqu'à heure fixe, malgré les obstacles prolongés des coups de vent et de la grande mer de l'Océan.

En examinant les différents types exposés, on remarque les périodes par lesquelles la construction navale vient de passer. L'ancien vaisseau est court, il n'a en longueur que trois fois et demie sa largeur, son avant arrondi présente pour les deux côtés un angle de 100° à 120°; ce n'est pas un coin qui sépare l'eau, c'est un demi-cercle qui la refoule presque directement. Le navire de mer moderne est, au contraire, arrivé progressivement à avoir six, sept, huit, huit et demi et même dix fois sa largeur; ses lignes sont très-fines aux extrémités, l'angle des deux côtés de sa flottaison n'est quelquefois que de 20°, et au lieu de devenir presque carré à sa partie supérieure, il y conserve cette acuïté de forme. Pourquoi de si grandes différences dans des objets ayant le même but, c'est-à-dire de porter de grands poids et de le faire avec le plus de rapidité possible; car tel est et sera toujours le but de toute construction maritime, que son objet soit le transport du coton, des grains et du charbon, ou celui d'une artillerie formidable, aussi prête à l'attaque qu'à la défense? Ce n'est certes pas sans raison que les nouveaux navires diffèrent autant des anciens, et ces raisons déduites de l'expérience de l'homme de mer sont plus faciles à saisir que celles qui ont présidé à cette variété infinie d'animaux qui ne semblent différer que par la nature de leur alimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tation. Le navire à voiles n'allait pas où il voulait, condamné à ne s'approcher que de 60° à 70° de la direction du vent, il était en danger, si cette direction était une mauvaise route. Il lui fallait donc pouvoir en changer subitement et avec certitude; il devait par conséquent virer de bord vent devant avec facilité; or que faisait-il pour cela? il employait l'inertie de sa masse à conserver assez de vitesse pour que le gouvernail continuât son action pendant un temps et un espace suffisant pour recevoir le vent du côté opposé et continuer sa route dans une nouvelle direction. Il employait ses voiles à aider ce mouvement; mais l'effet de la vitesse sur le gouvernail était la vraie cause : or l'étendue des évolutions est en raison des longueurs des navires, et la conservation de la vitesse acquise est en raison de la masse; il en résulte qu'il fallait être court et pesant pour évoluer avec certitude. C'est ce qui a maintenu les navires dans des limites aussi restreintes et leur fait donner des formes si élancées à l'arrière et surtout à l'avant, pour augmenter en longueur l'échafaudage aérien qu'on ne pouvait élever davantage et obtenir ainsi une plus vaste surface de voilure sans allonger le navire à la flottaison.

Le moteur mécanique a changé toutes ces conditions, et l'a presque ramené à celles où se trouvait la galère avec ses rames; il imprime à volonté la vitesse, donc il donne et conserve au gouvernail son action. Si l'application de ce moteur est faite au moyend el 'hélice, il augmente même l'effet du gouvernail, en jetant sur sa surface la masse d'eau qui cède à son impulsion. Dès lors on a pu allonger le navire autant qu'on l'a désiré; mais il s'est présenté pendant longtemps un obstacle à l'exagération; ce fut la nature des matériaux employés : le bois était alors exclusivement consacré à la construction navale; mais on sait combien il est difficile de l'unir à lui-même par des corps plus durs, aussi la liaison des parties fut toujours une des grandes difficultés des anciennes constructions et elle en limita la grandeur comme celle des constructions en bois exécutées à terre. On n'aurait pas plus fait passer des voitures dans un pont tubulaire de Menai en bois, qu'on n'aurait osé faire sortir du port un Great-Eastern formé des mêmes matériaux. L'adoption du fer, due à l'initiative hardie de quelques constructeurs anglais, a donc aidé à la révolution que le moteur mécanique produisait; on a pu allonger les navires sans que les inégalités des vagues les fissent plier et se disjoindre : de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus, comme la machine à vapeur est docile à la main qui la conduit, quelle que soit sa dimension, on a possédé une force capable d'entraîner des navires immenses, et par ces deux causes, on est arrivé à montrer que la dimension des navires n'est plus qu'une affaire de convenance militaire ou commerciale, que les limites sont inconnues, et la réussite du *Great-Eastern* prouve que s'il fallait des navires plus grands encore, rien ne s'opposerait à leur exécution ni à leur emploi. Tout cela était impossible avec les anciens navires : non-seulement nous avons vu que leur coque n'aurait jamais eu la solidité nécessaire; mais, eût-on résolu ce premier problème, celui de la manœuvre se présentait plus insoluble encore; car plus le navire est grand, plus il lui faut de voiles, et plus la surface de celles-ci est vaste, plus la toile doit être forte et pesante. Or l'étendue des voiles est comme le carré de leurs dimensions, tandis que l'homme ne change pas de taille, et distribué sur les vergues, son nombre n'augmente que comme les dimensions. Il en résulte qu'il est un point où les efforts des matelots devenaient impuissants et le vaisseau à trois ponts était déjà trop grand pour eux, tandis que la frégate était assortie à ce qu'ils pouvaient faire.

Telles sont donc les grandes différences des deux marines, et bien que les modèles exposés soient sur des échelles différentes, ces changements sont sensibles, surtout lorsqu'en élevant les yeux, on voit le dessous de la carène du *Great-Eastern* et qu'on se dit : celui-là a de 207 mètres et pèse 30 millions de kilogr. tandis que ce beau trois ponts qui étale si haut ses mâts n'a que 64 mètres et ne pèse que 5 millions de kilogr. En se reportant sur de plus petits modèles, on remarque ces formes effilées qui, sous l'impulsion des machines, arrivent à filer 14 et même 15 nœuds [1], c'est-à-dire 26 à 28 kilom. à l'heure, tandis que si quelques circonstances de vent ou de mer donnaient très-rarement 11 ou 12 nœuds, la vitesse moyenne en bonne route n'était cependant que de 4 nœuds ou 7 kilom. et demi en comptant, il est vrai, les calmes qui parfois retenaient des semaines entières à la même place. La vapeur a donc produit sur mer des changements aussi admirables que sur terre, mais elle n'y est arrivée qu'en augmentant

1. Le nœud est l'expression d'une minute de méridien ou 1853 mètres par heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup les dépenses; aussi n'a-t-elle pas supprimé l'usage des navires poussés par les voiles; car la valeur de l'action du vent n'est représentée que par les hommes de la manœuvre et l'usure des voiles ou des agrès; il faut donc seulement lui ajouter l'intérêt du navire et de sa cargaison. De plus, les voiles laissent à celle-ci toute la capacité du navire ; la vapeur, au contraire, en prend beaucoup pour son appareil et plus encore pour son combustible à mesure que le trajet est plus long. Dès qu'il s'agit de marcher vite, le navire est complétement chargé par sa machine et quelques heures de combustible ; s'il veut aller plus loin, il faut qu'il devienne plus grand. Aussi M. Brunel avait-il reconnu depuis longtemps qu'il fallait que les dimensions des navires à vapeur fussent en raison de leur vitesse et de l'étendue de leur parcours. Les machines à vapeur ont donc joué un aussi grand rôle sur mer que sur terre, seulement leur influence a été toute différente. En effet, les chemins de fer se sont aussitôt emparés des grandes communications, le roulage et les diligences ont disparu, et loin de détruire les petits services, ils les ont augmentés; les chevaux qui traînaient quelques diligences ont été attelés à d'innombrables omnibus. Sur mer l'inverse s'est présenté, la voile a conservé la grande navigation, le clipper est apparu pour faire concurrence à la vapeur et souvent il est arrivé avant le paquebot, forcé de renouveler son combustible ; au contraire, le cabotage à voiles est en train de disparaître et c'est une conséquence naturelle des moyens d'approvisionnements ; puisqu'en mer il faut porter du combustible pour tout le trajet, tandis que les locomotives se relèvent ou prennent de l'eau et du charbon; s'il leur fallait aller d'un trait de Paris à Moscou, leur train entier serait chargé d'eau et de combustible, elles seraient dans le cas du paquebot parcourant de grandes distances.

Si de ces généralités on passe à des comparaisons, on remarque qu'après s'être ressemblés à peu de chose près pendant des siècles, le navire de guerre et celui du commerce ont différé complétement; le premier s'est obstiné à rester court, le second, affranchi de considérations secondaires et guidé par les profits et pertes, s'est allongé de plus en plus, parce qu'on admettait que la résistance est en raison de la masse d'eau divisée, c'est-à-dire de la maîtresse section, tandis que la cargaison est en raison du volume. Sauf un modèle de frégate russe, d'après un type construit en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Amérique, tous les navires de guerre sont restés courts et on préféré entasser encore jusqu'à quatre étages de canons, plutôt que de les distribuer sur une grande longueur pour acquérir les qualités des paquebots. Cette erreur est surtout venue de ce que l'hélice est un propulseur si bien assorti à l'action des voiles que, malgré l'exemple des clippers, on n'a pu se décider à changer les proportions si longtemps regardées comme nécessaires à l'ancienne navigation.

Cependant, si les regards se portent sur le modèle de la grande frégate blindée le *Northumberland*, on voit presque un grand paquebot, comme l'*Himalaya;* elle a 122 mètres de long sur 18 mètres de large, le rapport est donc 1 : 6,77, et cependant ce navire de 12 000 de déplacement est destiné à être couvert de plaques de fer dont le mètre carré pèse près d'un tonneau avec les accessoires ; de combien de millions de kilogr. l'affinement de ses extrémités augmente donc la charge de la partie renflée au milieu? Il faut estimer bien haut les avantages d'une marche rapide pour les avoir recherchés à un pareil prix. En effet, on peut établir que, dans un navire, chaque qualité a son poids et sa valeur, les unes par elles-mêmes, les autres parce qu'il faut les porter. Ainsi, la vitesse pèse en raison de son cube, puisque la force dépensée et par suite la machine est en raison du cube des vitesses; la longueur des parcours pèse par le combustible, la force pèse suivant le nombre de canons, de coups par pièce et de canonniers avec leurs vivres; la sécurité, c'est-à-dire la cuirasse pèse suivant son étendue en longueur et son épaisseur; enfin le navire pèse d'autant plus qu'il faut le rendre plus grand pour porter tout cela. C'est ainsi qu'on arrive à des dépenses exorbitantes et qu'après avoir trouvé, il y a peu de temps encore, qu'un vaisseau de 120 canons coûtait très-cher au prix de 3 millions de francs, on en est venu à se faire à l'idée d'une valeur de 12 500 000 pour 50 canons, sans compter qu'avec les 15 nœuds que les anglais veulent avoir on brûlera plus de 3000 francs de charbon par jour en Europe, ce qui coûtera des sommes énormes, surtout dans les pays lointains. Jamais les engins de guerre maritime n'ont été plus ruineux; leurs savants boulets sont la moindre de leurs dépenses.

L'Exposition présente aussi un modèle du *Warrior*, c'est là le type de ce qui existe maintenant, et il serait curieux de le com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parer à notre *Gloire* pour connaître dans quelle voie chacun des deux grands peuples maritimes s'est lancé, si déjà beaucoup de publications n'avaient traité cette question, et si l'adoption d'une cuirasse complète ne donnait raison à une partie de ce qui a été fait en France. Il convient donc plutôt de s'occuper des détails tels que les blindages. A ce sujet, on a reconnu qu'une épaisseur de 4 pouces et demi anglais (0m,112) était à l'abri des plus forts projectiles actuels, lancés à petite distance, que les fers les plus doux et les plus liants sont seuls propres à former les blindages; on a d'abord cru convenable d'embouveter les plaques pour les endenter les unes dans les autres; cette méthode dispendieuse est abandonnée et la fixation continue à être opérée par des boulons, le nombre des trous par unité de surface est à peu près le même qu'en France. On a proposé de ne mettre les boulons que sur le pourtour ou les rendant communs à deux plaques; on a eu l'idée de remplacer le bois que nous mettons derrière les plaques par un poids égal de fer et de porter l'épaisseur à 6 pouces ou 0m,150 : ces plaques devenant alors le bordé des navires. On a voulu mettre en dehors la couche de bois que nous plaçons en dedans; mais l'expérience de boulets entrés par les sabords a prouvé que c'était plus dangereux qu'utile. Parmi les objets exposés à ce sujet étaient les planches de fer engougées sur les côtés proposées par M. Lancaster : elles ont 6m,10 à 7m,60 de long, 0m,450 de large, et 0m,160 d'épaisseur. Les engoujures auront toujours le défaut d'être très-difficiles dans les parties gauches de la carène et de présenter beaucoup d'obstacles pour remplacer les plaques avariées dans une affaire. Pour éviter les fentes qui presque toujours partent des trous de boulons M. Griffith a proposé de glisser les plaques comme des trappes, entre des cornières en saillie, en dehors du navire. C'est impraticable dans les parties à surfaces gauches, et si les cornières étaient brisées les plaques tomberaient naturellement à l'eau. L'arsenal de Chatham a un outil qui évite les pertes de temps et les frais de l'envoi des formes du navire à l'atelier de fabrication; c'est une puissante presse hydraulique, à gros piston arrondi descendant vers une surface plane sur laquelle on met des coins de manière à gauchir les plaques par la pression après les avoir recuites. L'éperon, ou plutôt nu avant saillant à la flottaison seulement, paraît être regardé comme une arme offensive utile, du moins d'après les nouveaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modèles de l'amirauté, car le *Warrior* a un avant élancé, ainsi qu'un mât de beaupré. En armant de la sorte les nouveaux navires d'un engin dont les effets et surtout l'emploi sont inconnus, on surcharge leur avant déjà si bas et si lourd, on compromet encore plus leurs qualités nautiques déjà si douteuses, et tout cela sans savoir si en adressant de la sorte les coups à la partie la plus solide de l'ennemi, c'est-à-dire à sa flottaison, on n'éprouvera pas autant de mal qu'on en causera, et si dans le désordre et la fumée il sera possible à ces nouveaux chevaliers de 6, 9 et bientôt 12,000,000 de kilogrammes d'avoir un horizon assez dégagé pour prendre du champ. C'est faire de grands sacrifices pour des idées qui jusqu'à présent ne sont appuyées sur aucune expérience.

Avant de quitter la salle où sont exposés de nombreux navires blindés et à éperon aussi variés que souvent impraticables, il convient d'examiner une idée toute nouvelle dont l'application en Amérique vient d'émouvoir profondément l'opinion publique; c'est celle des tourelles dans le genre du *Monitor* et des navires invulnérables de toutes parts, que la vapeur et l'hélice ont ren-

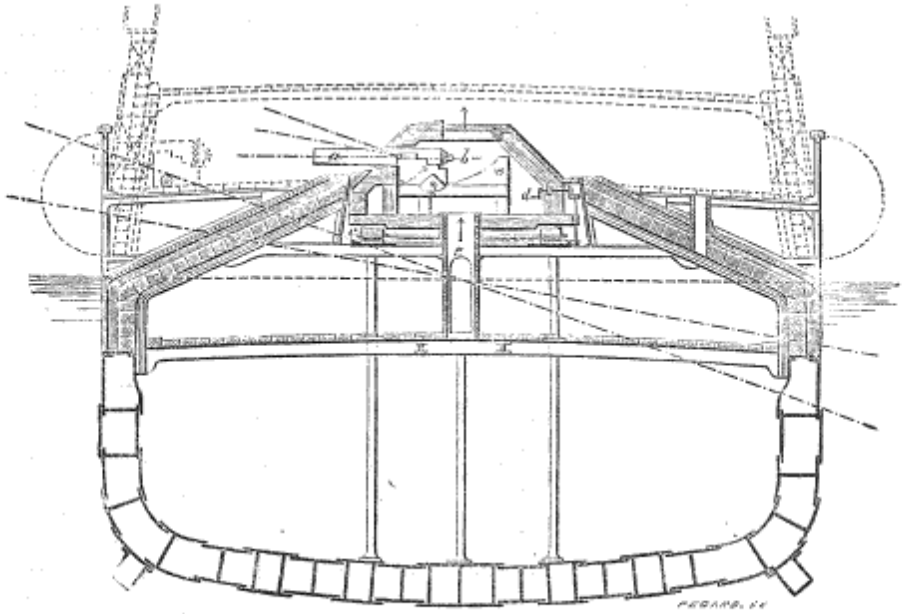


Fig. 1.

dus praticables en renfermant le moteur entier dans le navire au lieu de le placer sur les flancs ou de l'étaler dans les airs. Ce fut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

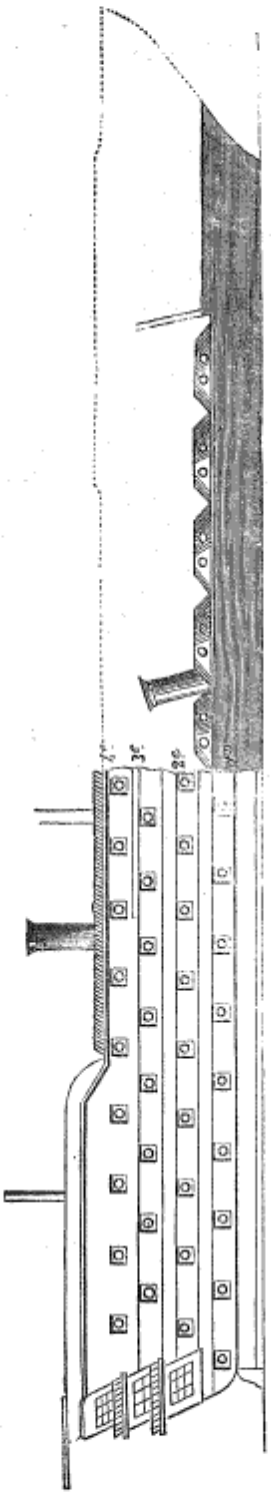


Fig. 2.

le résultat de quelques boulets entrés par les sabords encore larges de nos batteries flottantes devant Kilbouroun, qui inspira au capitaine Cowper Coles l'idée de protéger encore plus les hommes en les renfermant ainsi que leur pièce dans une sorte de carapace tournante, de manière à pointer le canon en faisant pivoter le bouclier blindé qui le contient. La figure 1 donne une idée exacte de cette disposition. *a* est l'un des deux canons placés côte à côte dans la tourelle conique *bb*, qui par un mécanisme d'engrenages *d* tourne sur des rouleaux *c* comme un plateau de locomotive et qui est maintenu par un axe creux *e*, par lequel un ventilateur fait arriver de l'air qui s'échappe par le haut. Toute la tourelle est en madriers solides couverts par des plaques de fer. de 0m,120. Les canons pointent dans toutes les directions, ce qui exige que le navire soit rasé tout autour comme le montre l'étrange transformation d'un majestueux trois ponts en un bâtiment cupola dont la figure 2 donne le triste aspect. Certes, un tel navire avec ses vingt canons tournant dans tous les sens et protégé contre les coups, sera plus fort qu'une troupe nombreuse d'anciens vaisseaux; son peu d'élévation sur l'eau sera même une défense de plus, dans le genre de nos fortifications entourées de longs talus élevés jusqu'au niveau des pièces. Tout cela est vrai, mais pourra-t-il naviguer? Voilà aussitôt la question qui se présente. En effet, il y a d'abord lieu de remarquer que ce navire bas pèse autant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'ancien qui avait quatre étages, parce qu'il est formé de matériaux plus lourds; or, pour que les vagues remuent un corps flottant, il faut qu'elles trouvent au-dessus de la flottaison moyenne un volume suffisant pour soulever accidentellement et faire osciller les 6,000,000 kilogrammes que pèse le navire, et cela dans le court passage d'une vague; or il y a lieu de remarquer qu'en opérant ainsi, les vagues montent souvent à la seconde batterie et forcent à en fermer les sabords avec un temps très-maniable pour la navigation, et que dans un coup de vent il est nécessaire de fermer ceux de la troisième batterie, qu'enfin on a vu des temps qui ont fait embarquer de l'eau sur le pont à la quatrième batterie, qui est à ciel ouvert. Comme le passage des lames est à peu près de cinq à six secondes, qu'on se figure, d'après cela, combien le navire à coupole sera envahi par la mer au moindre mauvais temps. Puissent des catastrophes terribles ne pas vérifier la justesse de ces conditions naturelles de la navigation des navires blindés, que les prouesses du *Monitor* semblent avoir fait oublier à tout le monde.

Si après avoir ainsi examiné les nouveaux moyens de guerre maritime nous passons à la charpente des navires en fer, nous remarquerons quelle n'a pas subi de changement depuis l'adoption de ce genre de construction; ce sont toujours des cornières rivées sur les tôles; celles-ci se doublent entre elles par clins alternés : c'est-à-dire, l'une est tout à fait en dehors, l'autre en dedans. Cela permet de mettre une rognure de tôle dans l'intervalle de la membrure et la tôle extérieure, tandis qu'avec les clins ordinaires, il fallait forger des pièces triangulaires pour remplir cet intervalle. La quille est souvent supprimée ou remplacée par deux quilles latérales pour tâcher de diminuer l'exagération du roulis, qui est le défaut de toutes les nouvelles constructions. Les cadres formant la portion de quille et les deux étambots entre lesquels l'hélice tourne sont devenus des chefs-d'œuvre de forge.

Le défaut des navires en fer est la quantité d'herbes et de coquilles qui s'attachent en peu de temps aux carènes et font perdre en six mois un nœud et demi et jusqu'à trois nœuds de vitesse, de sorte que ce surcroît d'obstacle augmente la consommation de charbon et fait perdre l'avantage d'une belle marche, qui est toujours payé si cher. Comme le navire en bois est exempt de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

défaut, grâce au poison des feuilles de cuivre qui le recouvrent, on a voulu procurer les mêmes avantages aux constructions en fer, et M. Grantham a proposé de mettre des cornières extérieures fig. 3, de remplir les intervalles entre elles par deux couches de bois et de clouer le cuivre sur ce dernier de manière à éviter tout contact des deux métaux. Les ingénieurs distingués qui composaient la douzième classe ont examiné cette question à plusieurs reprises, et ont conclu que cette addition d'épaisseur sera une cause de perte de marche, que l'avant et l'arrière seront très-difficiles à garnir de la sorte, et que l'imbibition rendant le bois conducteur de l'électricité, le fer serait promptement rongé par l'effet galvanique de cette immense surface de cuivre toujours mouillée d'eau salée. Cette chance de décomposition générale est l'objection la plus fondée, car la perte de marche par l'addition de volume n'approchera jamais de celle que les coquilles et les herbes occasionnent en moyenne, sans compter les dépenses des passages aux bassins et des peintures au minium. Quant au bois, il a le défaut de devenir plus lourd par l'eau qui s'infiltre dans ses pores, et au bout de cinq ans on a vu des vaisseaux enfoncer de 0m,30 de plus, et faire perdre une partie de la hauteur de batterie, qu'il est également si difficile d'obtenir.

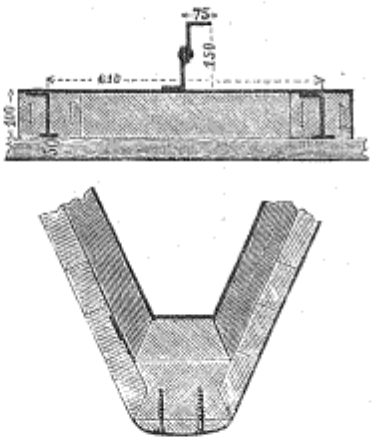


Fig. 3.

Parmi les modèles de bateaux, il y a surtout eu lieu de citer ceux des *life-boats*, de cette association réellement philanthropique qui, sous le généreux patronage du duc de Northumberland, a garni les côtes de l'Angleterre de 120 bateaux d'une forme et d'une disposition remarquables. Ils se redressent s'ils chavirent, se vident par leurs mouvements, ont des caissons d'air qui les rendent insubmersibles, enfin ils se transportent sur des roues aux lieux les plus voisins des naufrages, et dans les dernières années ils ont sauvé plus de mille existences. Mais ce ne sont pas les constructions qu'il faut le plus admirer en cela, c'est l'esprit d'association et la persévérance qui ont produit l'orga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nisation de cette Société, ainsi que de bien d'autres tout aussi utiles ; c'est là ce que les Français doivent le plus étudier et chercher à imiter, suivant les particularités de leur organisation sociale. Heureusement le gouvernement s'occupe d'organiser des bateaux de sauvetage; on lui doit beaucoup de reconnaissance, mais on ne peut s'empêcher de remarquer la différence qui existe entre une ordonnance et une souscription volontaire.

On remarque naturellement beaucoup d'objets de détail relatifs à la marine, tel que les boussoles, les divers moyens de mesurer la vitesse, de connaître la profondeur et la qualité du fond, mais bien qu'ingénieuses, la plupart des inventions exposées ne promettent pas de réussite pratique.

Ce que nous avons dit plus haut des carènes en fer donne l'idée de l'importance acquise dans ces derniers temps par les moyens de les mettre à sec, pour en enlever les herbes et les coquilles et renouveler la peinture au minium, qui rend un peu de poli à la surface et, jusqu'à présent, est le seul moyen de préserver les tôles de l'action corrosive de l'eau de mer. On a donc présenté sous différentes formes l'idée déjà ancienne des docks flottants, c'est-à-dire de grandes caisses jadis en bois mais actuellement toujours construites en tôle, qui se remplissent d'eau afin de s'enfoncer assez pour permettre au navire d'être amené au-dessus, et qui peu après le soulèvent en pompant l'eau. M. Rennie en a exécuté un énorme pour la marine espagnole; il est disposé de manière à ce qu'une fois soulevé, le navire puisse être halé à terre et laisser le dock libre pour en prendre un autre. Il y a des systèmes dont le caisson est coulé entièrement, et se trouve maintenu horizontal par de grosses tiges articulées au fond de l'eau, d'autres ont des caissons divisés; mais tous ces projets sont effacés par la manière remarquable dont fonctionne le dock hydraulique de M. Edward Clarck. Il présente deux rangées parallèles, longues de 91 mètres et distantes de 18^{m},3, formées de seize colonnes en fonte enfoncées dans le sol; elles sont fendues, et une forte traverse en tôle va de l'une à l'autre; chaque bout de traverse est soulevé par une presse hydraulique de 0^{m},250 de diamètre et 7^{m},62 de course, dont l'eau est pressée par une machine commune. On place entre les colonnes un grand chaland en tôle, avec des traverses supérieures. on ouvre les soupapes de fond, il coule. Alors le navire est amené au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessus, il est coincé sur la partie supérieure et enlevé avec les pontons par les presses; l'eau se vide d'elle-même, et lorsque le

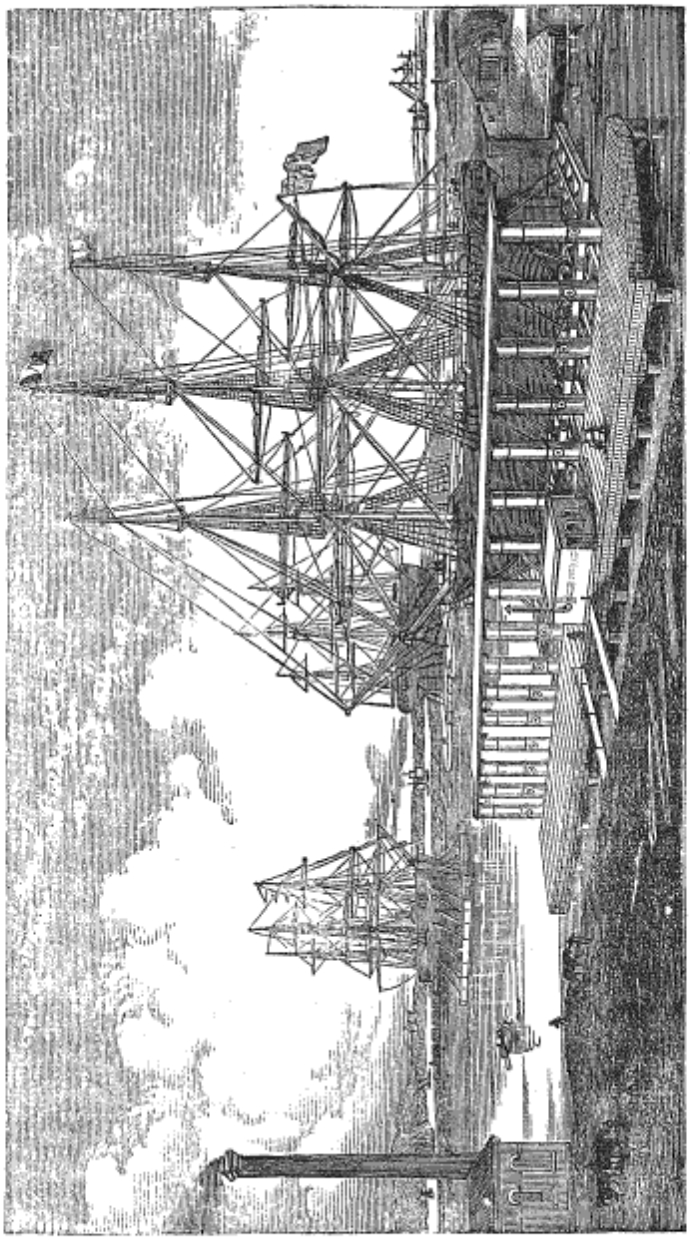


Fig. 4.

fond est à la surface, les soupapes sont fermées, les presses hydrauliques dévirées, tout flotte et le navire est conduit ailleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour se réparer, tandis que les presses en soulèvent un autre si c'est nécessaire. L'opération entière ne dure que vingt minutes, et pour le prix modique de 40 centimes par tonneau pour hisser, et 5 centimes pour chaque journée suivante. Cette méthode ingénieuse est applicable à toutes les dimensions de navires; mais de même que les bassins à sec ou flottants, elle doit coûter à peu près comme le cube des dimensions des navires à réparer.

A l'aperçu qui précède il convient d'ajouter quelques détails sur les machines à vapeur spécialement destinées à la navigation, en ce que, bien que basées sur les mêmes principes que celles de terre, elles en diffèrent par les conditions toutes spéciales où elles sont placées, et par les dispositions qui en ont été la conséquence. En effet, la place occupée par une machine n'importe guère plus que son poids lorsqu'il s'agit de l'établir à terre, l'un et l'autre ne sont qu'une question de matériaux employés d'une manière plus ou moins utile; si les machines de mer présentent quelque analogie avec celles de terre, c'est tout au plus avec les locomotives qui, elles aussi, sont amenées par leur nature à peser peu et à être concentrées. Sur mer chaque mètre cube occupé par la machine est ravi à quelque chose d'utile; chaque tonneau empêche d'embarquer un poids correspondant de marchandises ou de munitions. Il a donc fallu dès le principe replier la machine sur elle-même, et à chaque modification chercher à économiser de la place et du poids, au point qu'après avoir eu les appareils à double balancier, on a réduit les organes et inventé beaucoup de dispositions dont les cylindres oscillants ont seuls survécu. Quand il s'est agi de l'hélice, on s'est débarrassé des énormes engrenages, longtemps regardés comme nécessaires à la rapidité de sa rotation, et le piston a été directement attelé à l'arbre du propulseur; mais aussi on a imprimé à tout le mécanisme une rapidité de mouvement qui, vu l'énormité des puissances développées, présente aussi de graves inconvénients.

En effet, nous avons sur mer des appareils de deux cylindres de $2^{m},10$ de diamètre et de $1^{m},30$ de course chacun, qui battent jusqu'à 50 coups doubles, et qui développent sur leurs pistons jusqu'à 3,400 chevaux de 75 k^{m}. Ces appareils si puissants n'ont cependant que $7^{m},10$ dans le sens de la largeur, 6,90 dans celui de la quille, et $4^{m},20$ de haut, c'est-à-dire qu'ils tiendraient dans un parallélipipède de 206^{m3} On comprend d'après cela, et d'après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les conditions de légèreté imposées, combien le problème des machines marines a présenté de difficultés, depuis qu'on les confine au fond des cales pour être à l'abri du boulet, et cependant pour imprimer des vitesses de plus de 12 nœuds à des navires pesant 5;600,000 kilogrammes.

Ces difficultés font aussi comprendre combien de mécomptes on a éprouvés, et combien ces appareils battant 50 coups doubles de piston à la minute présentent peu de sécurité, quand on en diminue le poids et la solidité pour ne pas trop charger un navire qui plie déjà sous le faix de sa cuirasse. C'est à l'hélice que sont dues ces difficultés mécaniques, en ce qu'elle seule étant assortie aux navires de guerre, il a fallu se soumettre à ses conditions de fonctionnement, c'est-à-dire à une rotation rapide, avec un axe placé très-bas. Dans le principe on fut effrayé de ces conditions et on employa les roues dentées de la manière qui leur est la plus défavorable, c'est-à-dire en accroissant la vitesse aux dépens de l'effort; on eut ainsi des pignons d'hélice dont le diamètre eut le quart et même le cinquième de celui de la grande roue, tandis que parfois il n'eut que la moitié. Pour les grandes puissances on atteignit des dimensions énormes, ainsi l'engrenage du *Napoléon*, de 900 chevaux nominaux, et ses accessoires, pesaient 120 tonn. Il fut donc naturel de chercher à s'exempter de ces intermédiaires si pesants, et on n'y parvint qu'en accélérant la marche, et celle-ci ayant une limite, on augmenta beaucoup le rapport du diamètre à la course; on les mit comme 1,6 : 1, et même : : 2 : 1, afin de faire le nombre de tours nécessaires au développement de longueur du propulseur, sans que pour cela le piston et sa tige eussent un frottement trop rapide. Il en résulta très-peu de longueur de manivelle, et par suite des efforts sur toutes les pièces et des frottements énormes pour obtenir le travail de rotation nécessaire : aussi on éprouva de fréquents échauffements des surfaces, et sur les navires naviguant des ruptures d'arbre. Cependant on leur a donné beaucoup de force, puisque ces arbres ont un diamètre de 1/5 de celui du piston et les soyes des manivelles sont plus grosses : celles-ci ont en longueur leur diamètre et les paliers deux fois celui de l'arbre, quelquefois jusqu'à cinq. Pour donner l'idée des dimensions nécessaires, il suffit de citer celles d'un arbre destiné par M. Penn à un appareil de 1350 chevaux nominaux, et dont la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfection de travail a frappé tout le monde. Ce diamètre est de 0,485, l'épaisseur de chacune des quatre manivelles 0,513, la longueur des portées entre les coussinets 1m,065.

On a été loin d'arriver de prime abord à des types uniformes, et la voie des progrès a été semée de beaucoup de méprises, qui malheureusement existent encore et comptent comme force motrice et militaire. Maintenant les engrenages sont abandonnés, du moins sur les navires de guerre; ils sont remplacés par trois types principaux dont deux ont des cylindres horizontaux : les fourreaux de M. Penn, les bielles en retour proposées pour la première fois pour les hélices par M. Holm et adoptées par M. Mazeline en France et M. Maudslay en Angleterre, enfin les machines à pilon ou à cylindre renversé, qui ne conviennent qu'au commerce et aux navires en fer. Les premiers doivent leur précieuse simplicité à ce que leur grande bielle est directement articulée au piston, et oscille dans un grand cylindre de la même coulée que ce dernier. Ce cylindre ou fourreau passe dans les deux bases du cylindre, et il résiste aux efforts obliques du pied de la bielle par les presses étoupes dans lesquels il glisse. Les paliers sont liés aux cylindres par de fortes traverses, et tout ce qui regarde le mouvement est du même côté de la quille, de manière à ne pas craindre les déformations, que les fonds des navires éprouvent à la longue sous les poids latéraux de leurs hautes murailles, de leurs étages de canons et de leurs soutes à charbon, tandis qu'au milieu il n'y a que l'arbre et l'espace où se tiennent les chauffeurs. Le condenseur et la pompe à air sont relégués à l'opposé, et celle-ci est conduite par une longue tige fixée au piston à vapeur; il en résulte qu'elle marche aussi rapidement que lui, et que sous la charge d'une demi-atmosphère, due à sa position au-dessous de l'eau, les clapets ont fatigué tellement que ceux en métal ont été brisés et qu'on n'a pu faire fonctionner ces pompes qu'avec de la toile à voiles et du caoutchouc, tantôt en larges bandes, tantôt divisé en une suite de petits clapets circulaires, dont le siége est un grillage et le buttoir une calotte sphérique. L'Exposition présente un spécimen de la machine à fourreau exécutée par M. John Penn; c'est un appareil remarquable par une distribution judicieuse de la matière, et surtout par une perfection de travail dont les autres ateliers n'approchent pas encore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A côté de ce bel appareil s'en trouvait un du second système. Il est formé de deux cylindres placés horizontalement l'un à côté de l'autre; chaque piston a deux tiges, qui passent l'une au-dessus et l'autre au-dessous de l'arbre, et qui, placées l'une en avant et l'autre en arrière des manivelles, laissent à celles-ci assez d'espace pour tourner entre elles. Les tiges se prolongent assez au delà de l'arbre pour avoir le va-et-vient de leur extrémité : celle-ci est fixée aux deux bouts d'une pièce en forme de Z, dont le milieu sert de tourillon au pied de la grande bielle, tandis que la tête, dirigée vers le cylindre, entoure la soye du vilbrequin des manivelles dans ses coussinets et lui donne le mouvement circulaire, auquel des guides de diverses sortes résistent pour assurer celui, en ligne droite, des extrémités des tiges de piston. La pompe à air est directement menée par le piston ou par une saillie latérale de l'une des tiges de piston, elle est à double effet et suit le mouvement général; ses clapets sont de petites rondelles de caoutchouc.

M. Maudslay expose, en outre, une série de modèles intéressants, entre autres des pistons annulaires et des doubles pistons dont il a fait usage; le plus nouveau est celui d'une machine à trois cylindres exécutée il y a quelques années en Amérique, dans le but d'établir une rotation plus régulière, en plaçant les trois doubles manivelles à 120°, et de diminuer les échauffements des bielles en distribuant le travail total sur trois soyes de manivelle au lieu de deux. Les fig. 5 et 6 montrent la disposition

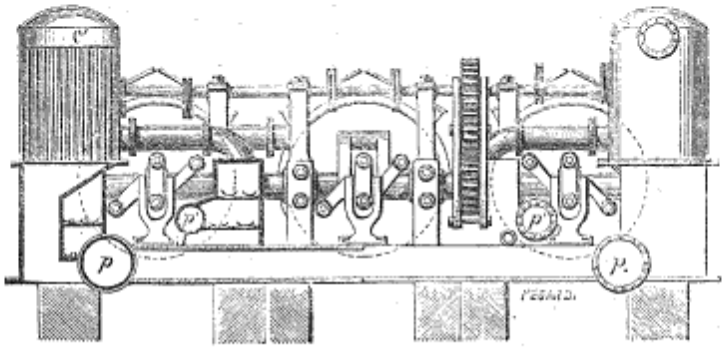


Fig. 5.

générale et font voir que le renvoi de mouvement à bielle renversée a été conservé ainsi que les pompes à air *p p*: celles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus petites $p' p'$ sont employées à faire circuler l'eau dans les condenseurs. La vapeur est fournie aux six tiroirs par un tuyau commun; lorsqu'elle a terminé son effet, elle s'échappe aux condenseurs d'une manière directe pour les cylindres extrêmes, et pour celui du milieu par des tubulures latérales qui entourent ensuite une partie du cylindre pour se rendre au gros tuyau de

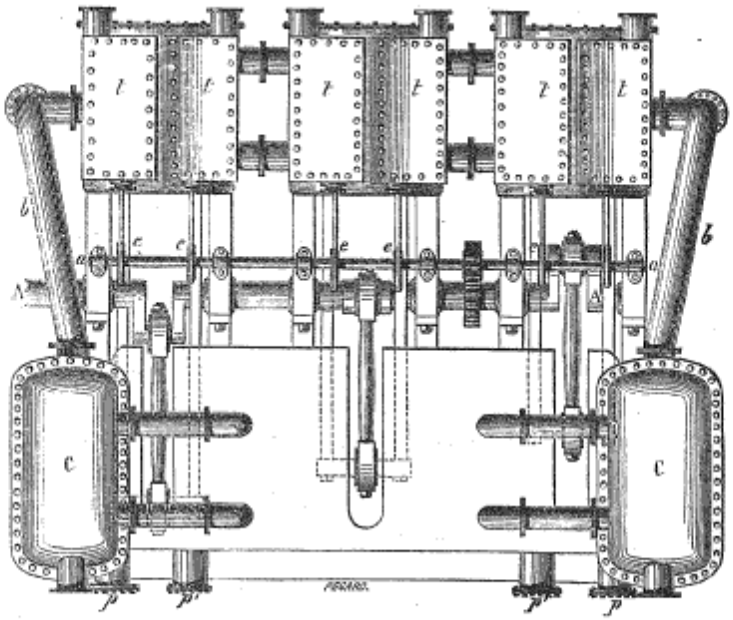


Fig. 6.

chaque côté. Pour diminuer les effets du refroidissement, tout le reste de la surface des cylindres est entouré, ainsi que les fonds, par la vapeur arrivée directement de la chaudière. Celle-ci est réchauffée dans la boîte à fumée par un appareil à tubes aplatis, dont cependant les extrémités engagées dans les plaques de tôle sont conservées rondes; l'alimentation passe aussi par les boîtes à fumée pour prendre un peu de la chaleur perdue par les gaz de la combustion. C'est sur une surchauffe et sur une détente beaucoup plus grande que d'habitude, produite par les tiroirs, que sont basées les chances d'économies de cette machine. Il faut cependant encore lui ajouter les condenseurs *cc*, grandes caisses pleines de tubes, dont la surface totale égale généralement celle de chauffe des chaudières; de la sorte la chaudière reçoit toujours de l'eau douce et n'est pas encombrée de dépôts;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais les tubes du condenseur se couvrent promptement d'une légère couche de la graisse des tiroirs et des pistons qui diminue leur conductibilité et les empêche de condenser assez rapidement la vapeur. Aussi le vide diminue chaque jour et devient très-médiocre à la fin d'une traversée de peu de jours; les paquebots de la Compagnie des Indes, partis avec 65 cent. de vide, n'en avaient pas 20 au bout de huit jours. De plus, les innombrables joints de tous ces tubes exposent à des fuites d'air, puisque leur intérieur est sans pression pour produire la force négative qui s'ajoute à celle de la vapeur sur le piston. C'est ce qui avait fait employer en Amérique le *double vacuum condenser* de Pirsson, qui fait agir en même temps les condensations par contact et par mélange, afin d'avoir la même pression sur les deux faces des tubes. Pour éviter ces défauts, M. Benjamin Normand, du Havre, a eu l'idée d'adopter le refroidissement de l'eau de condensation elle-même, de sorte qu'il injecte directement comme à l'ordinaire et que son réfrigérant tubulaire a les mêmes dimensions, mais ne fait pas de la force, par la différence de pression; ce qui lui évite toutes chances de fuites, et, en cas d'avaries, il a la ressource de marcher comme le condenseur à mélange ordinaire.

Avant de quitter le modèle de la machine à trois cylindres de Maudslay, il convient de donner un coup d'œil à son mouvement de tiroir qui, au lieu d'être opéré par le double excentrique, comme dans tous les appareils marins anglais, est effectué par un mouvement nouveau, dont la fig. 7 donne une idée. A est l'arbre à six manivelles des grands cylindres, *a* est celui qui, par une série d'excentriques *e e*, mène les tiroirs *t t t*. Pour transmettre le mouvement de l'un à l'autre, il y a quatre roues dentées d'égal diamètre A′ *c d a*′, les deux extrêmes montées sur les arbres, les deux autres entre les branches d'un double châssis *b b* qui porte leurs axes, est entièrement indépendant et tient les dents de ces roues en prise avec les autres au moyen d'un arc fendu et fixe, dans lequel glisse un bloc *e* comme pour les doubles excentriques des locomoteurs. Le support *b b* est abaissé ou élevé au moyen d'un balancier et d'un mouvement de vis V, que les mécaniciens manœuvrent avec la roue à manettes M. Si donc la machine est au repos et la roue A′ fixe, et qu'on abaisse les deux roues mobiles, celle *c* sera forcée de tourner suivant la flèche,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle fera tourner *d* en sens inverse et *a* dans le même sens; or ,*a'* porte les excentriques, il fera donc mouvoir les tiroirs et les disposera pour la marche en avant par exemple. Quand A se mettra à tourner, toutes les roues conservant leurs positions relatives, la machine aura sa vapeur distribuée pour la marche en avant. Si, au contraire, on élève le tout, les roues prennent des mouvements inverses de ceux indiqués et renversent ainsi les positions des tiroirs par rapport à la course de piston. Au dire de l'inventeur, ce système produit la détente dans les positions intermédiaires, comme la coulisse Stephenson, et si son système a le défaut d'employer des engrenages qu'on ne voit jamais avec plaisir apparaître sur mer, il a au moins l'avantage de pouvoir être manœuvré en marche et sans craindre de secousses. Mais il ne peut être stoppé que par le registre comme avec les mécanismes usités par la marine; car la vitesse acquise du navire fait tourner l'hélice et par suite l'arbre à manivelles du tiroir, qui, si son calage est changé, fait mal distribuer, mais ne peut être arrêté ni maintenu à mi-course.

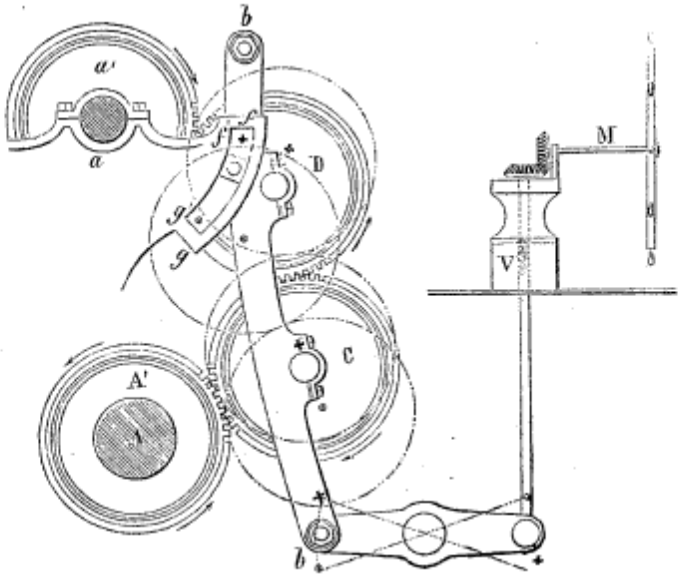


Fig. 7.

La machine qui vient de nous occuper ne présente pas un vif intérêt par elle-même, mais elle en a un indirect en ce que sa disposition a servi de base à ce que M. Mazeline a fait en France, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la gabare le *Loiret* : pour profiter des avantages économiques du système à double cylindre de Wolf, il fait arriver la vapeur dans le cylindre du milieu, et, comme les manivelles sont à 120°, il en résulte que l'un des cylindres latéraux est en avance, l'autre en retard d'un quart de course, et que ni l'un ni l'autre n'est en mesure de recevoir la vapeur qui doit nécessairement trouver une issue : pour cela il existe en dehors des cylindres un réservoir ayant cinq fois environ le volume de l'un d'eux, et qui est formé d'un long cylindre terminé par deux sphères, et enveloppé dans un vase semblable, afin qu'en circulant entre les deux, la vapeur arrivée de la chaudière s'oppose aux déperditions de ce réservoir, et soit elle-même protégée par une enveloppe en feutre. D'après cette disposition, la vapeur sort du tiroir du cylindre milieu, et remplit le réservoir, pour en sortir par deux tuyaux et agir dans les cylindres extrêmes. L'augmentation de volume du système de Wolf étant de la sorte produite par un nombre double de cylindres égaux, au lieu de l'être par un plus grand rapport des volumes, la détente dans les seconds cylindres est moins considérable ; mais c'est sans inconvénients, puisqu'on n'emploie que la pression réglementaire de 1k.33 par centimètre carré. Il résulte de cette disposition que, dans la machine de M. Mazeline, l'économie est basée sur le genre d'action des machines de Wolf, tandis que dans celle de M. Maudslay, elle résulte de la surchauffe et d'une détente plus grande ; les deux appareils profitent de la distribution d'effort sur trois manivelles, mais aussi présentent plus de complications.

MM. Ravenhill et Salked exposent un modèle de machine à bielle en retour, dont ils ont fabriqué un grand nombre ; tandis que MM. Tod et Mac-Grégor, Morrisson, Rennie et autres ont des appareils à hélice d'une faible puissance, dont les dispositions sont loin de valoir celles des premières. MM. Humphry et Tennant exposent un bel appareil, simple et solide, dont la bielle est à la suite de la tige du piston et par conséquent très-courte par le manque d'espace.

La France avait, en fait de machine à hélice, un appareil de 400 chevaux exposé par les forges et chantiers de la Méditerranée, qui a aussi sa bielle en retour, mais diffère par la disposition de son condenseur, qui, loin de laisser la bielle à découvert, la guide dans un tunnel : au lieu d'être en coquille, ses tiroirs sont en D,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme ceux de Watt, et leur renvoi de mouvement, effectué par des engrenages et des pignons, se renverse si instantanément par l'obstacle d'un frein, qu'on préfère stopper par le registre pour manœuvrer une roue à mannettes quand la machine est arrêtée. Cette machine est très-bien exécutée, elle a des détails remarquables, mais elle est très-difficile à visiter. M. Nillus, du Havre, a exposé un petit appareil direct pour hélice, dont la pompe à air est à fourreau, menée par les tiges du piston et au fond duquel est le tourillon du pied de bielle, qui est inaccessible.

Enfin, la Suède expose une machine de canonnière, remarquable par sa simplicité, en ce qu'elle produit les effets de la machine de Wolf, au moyen de deux cylindres concentriques, et n'a qu'une bielle et une manivelle : son virеur est très-lourd et régularise le mouvement comme un volant. Elle a une mise en train très-simple, avec un seul excentrique, dont le callage, par rapport aux manivelles, est changé à volonté, au moyen d'une rainure en spirale, conduite par un arbre intérieur, qui glisse suivant son axe, au moyen d'anneaux saillants pris dans les dents d'un pignon.

Si, de ces machines, on passe à celles du commerce, on remarque que pour les roues à aubes les cylindres oscillants sont généralement adoptés, du moins pour les petits paquebots rapides, tels que le remarquable *Connaught* de M. Laird ; car la grande compagnie Cunard a toujours conservé l'ancienne machine à balancier pour ses paquebots dont le service, entre l'Europe et l'Amérique, est si régulier en toute saison. Une petite machine à double cylindre, exposée par la Suisse et destinée à ses lacs, offre une particularité, en ce que sa pompe à air est mue par une machine spéciale, ce qui ne peut être un avantage, dès que l'appareil principal n'a pas trop de vitesse, comme lorsqu'il s'agit d'entraîner des roues. Enfin, pour le commerce, les appareils à hélice, exposés par Tod, Mac-Grégor et Morrisson, sont à pilon, c'est-à-dire avec leurs cylindres renversés et supportés par de fortes piles carrées servant de condenseur et reliées par le bas au moyen de la plaque de fondation ; les tiroirs et leur détente sont entre les cylindres et menés par des excentriques placés au-dessous. La pompe à air est conduite par un excentrique ou mieux par le piston lui-même, et, comme ces machines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont des condenseurs tubulaires, les supports de leurs cylindres sont joints entre eux de l'avant à l'arrière, pour offrir le volume nécessaire aux nombreux tubes de ce système.

D'autres fabricants ont voulu faire profiter la marine de toutes les sources d'économie reconnues. Ils ont surchauffé la vapeur, l'ont détendue dans des cylindres séparés, et l'ont condensée sans mélange. Mais aussi on peut dire qu'ils ont accumulé toutes les chances de mécomptes de systèmes délicats, et qui, employés séparément, sont loin d'avoir réussi, quoiqu'il y ait longtemps qu'on les a essayés. M. Rowan a fait des machines à six cylindres renversés, disposés en deux groupes. Celui du milieu de chaque bord reçoit la vapeur de la chaudière et la détend dans ceux des côtés; un joug réunit les actions des trois tiges de piston, les fait marcher ensemble et transmet leurs efforts à la bielle et à la manivelle. MM. Elder et Randolph ont exposé des dessins détaillés d'un autre appareil, qui a donné de bons résultats économiques dans la mer du Sud : il se compose aussi de deux jeux de trois cylindres; mais ils sont placés obliquement à 45°, sont aussi renversés, à bielle directe, et ont quatre pompes à air aux extrémités. Ce mécanisme est d'une complication qui porte à douter des éloges qu'on lui donne.

Aussi est-il probable que celui qui, par sa disposition, a le plus de chance de réaliser les espérances conçues, a été exposé, sous forme de modèle fonctionnant, par MM. Humphry et Tennant. Comme le montre la figure 8, cette machine est ce qu'en marine on nomme à pilon; les deux cylindres C et *c* du système de Woolf sont l'un au-dessus de l'autre et portés par quatre piliers carrés A A qui forment les condenseurs tubulaires. Les pistons sont liés par une même tige *t t* qui va d'un cylindre à l'autre à travers une bague en acier, qui sort par un presse-étoupe en dessous du cylindre inférieur et s'articule à la bielle *b*; un montant à coulisse *b' b'* placé en arrière sert de guide à la tige. Pour se faire une idée de la manière dont fonctionne l'appareil, on a tracé à gauche sa section hypothétique; car le modèle n'était pas ouvert et les plans n'ont été vus que pendant quelques minutes à l'atelier. La vapeur arrive par le tuyau *d*, entoure les deux grands cylindres ainsi que les petits, et, par le côté, monte au tiroir supérieur T par une tubulure latérale qui n'est pas visible sur le dessin. Ce tiroir la distribue au pis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ton supérieur et, quand elle a fini son effet, elle descend à la boîte du tiroir inférieur par une grosse tubulure latérale *e e*, est distribuée par le tiroir T′ et de là se rend au condenseur A. Celui-ci

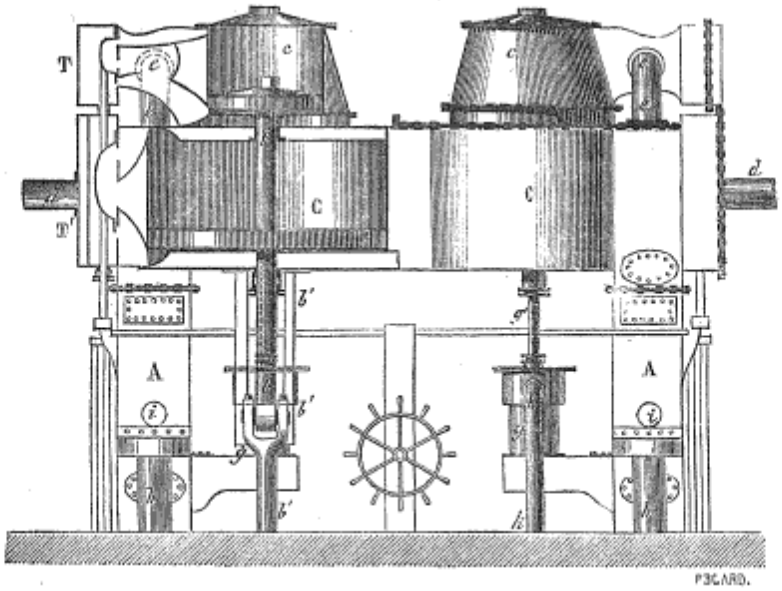


Fig. 8.

est formé d'une forêt de tubes verticaux en cuivre étirés au banc; ils ont 2 mètres de long et 0m,015 de diamètre; leurs extrémités sont engagées dans des plaques de tête en bronze et elles y sont rendues étanches par un petit anneau de coton, pressé par une bague filetée en dehors et vissée dans le taraudage de la plaque de tête. Cette méthode est remplacée dans un autre condenseur de la machine à pilon de MM. Tod et Mac-Grégor par une grande feuille de caoutchouc de 0m,003 d'épaisseur, dont les trous, plus petits que les tubes, font rebrousser le caoutchouc, qui se trouve pressé par une grande plaque épaisse et percée de trous qui servent de presse-étoupe à tous les tubes à la fois. La surface totale des tubes de M. Humphry est à peu près égale à celle des chaudières, tubes et foyers compris; cette proportion varie suivant les fabricants, mais il vaut mieux ne pas se tenir au-dessous, parce que la graisse diminue beaucoup la conductibilité des tubes et exige dès lors plus de surface pour que le vide soit maintenu. Il y a quatre pompes à air *g g* menées par des tiges *g′* per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

çant le dessous du cylindre dans un presse-étoupe; d'après la distribution des tuyaux elles aspirent probablement de l'eau par les tuyaux latéraux *h h*, la font circuler dans le condenseur et sortir par un tuyau opposé *i i*, tandis que d'après sa dimension le tuyau K K sert probablement à l'alimentation des chaudières, l'appareil n'ayant aucune pompe spéciale consacrée à ce travail. Telle est à peu près la disposition de cette machine dont la chaudière est en outre pourvue d'un surchauffeur et qui a donné des résultats assez satisfaisants sur la ligne du Pérou, pour qu'on en construise maintenant plusieurs autres. Elle est remarquable par la simplicité de ses renvois et de tout son mécanisme, surtout lorsqu'on la compare aux deux précédentes.

Tels sont les types des machines marines de l'Exposition, et, pour terminer tout ce qui regarde les appareils spécialement destinés à la navigation, il reste quelques mots à dire sur le peu de propulseurs qui méritent l'attention. Ce sont les hélices Griffith avec leur grosse boule et leurs ailes tronquées sur les coins, dont la surface extrême, au lieu de s'opposer à la dispersion de l'eau, comme dans les hélices à cuiller de M. Holm, ou celles à cannelures de M. Vergne, présente au contraire un revers très-marqué qui repousse l'eau en dehors. A côté se trouve l'hélice tordue de M. Hirsch, qui rappelle en partie le Boomerang propeller, imité d'une arme des sauvages de la Nouvelle-Hollande, consistant en une petite douvelle de barrique tordue, qu'on lance en tournoyant dans l'air jusqu'à une grande distance. L'amirauté a toujours conservé l'hélice Griffith ou celle à deux larges ailes, parce qu'elle tient avant tout à ce que le propulseur soit remonté dans un puits afin de ne pas nuire à la marche avec les voiles : mais quelques navires marchands adoptent les quatre ailes. Cependant, d'après ce qu'il a été possible d'examiner, il est facile de s'apercevoir que la question importante des formes et surtout des proportions de l'hélice est loin d'avoir été étudiée avec autant de soin en Angleterre qu'en France.

Il serait trop long de s'occuper des accessoires de la navigation; peu méritent d'être mentionnés, si ce n'est le compas liquide de West, dont l'aiguille et la rose, noyées dans de l'esprit-de-vin, n'obéissent pas aux soubresauts du navire ou du canot et indiquent constamment la route; le liquide est comprimé par un fond à ressort. Les poulies en fonte malléable, plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

souple que la tôle et qui, à poids égal, supportent de plus grands efforts. Les ancres n'ont rien de nouveau, ce sont les anciens types et ceux de Porter et de Martin ; les chaînes n'ont rien de remarquable ; l'amirauté n'en fabrique pas. Il y a cependant lieu de mentionner la chaîne Sisco dont les maillons sont formés de feuillard de barrique roulé en forme d'ellipse autour de la traverse ou étai, par un procédé très-simple. On a voulu arrondir et braser les couches de fer, mais on a probablement diminué la grande résistance de ce système qui, pour les travaux de force exécutés à couvert, présente plus de sécurité qu'aucune autre chaîne, mais qui dans l'eau de mer ne serait bientôt plus qu'une masse de rouille.

La marine française n'a exposé que des objets peu importants de beaux cordages de divers fabricants, les scaphandres et la lampe pour travailler au fond de l'eau, de M. Cabirol, remarquables par leur confection et leur prix modéré, des filets et engins de pêche, le cabestan et des chaînes de M. David du Havre, le modèle de la cale installée par M. Labat, pour haler les navires en travers à Bordeaux, et en avoir plusieurs sur la même cale, et enfin le procédé ingénieux employé par M. Bouquié sur les canaux de l'Est pour remorquer les bateaux sur une chaîne placée au fond, leur permettre de se croiser, de passer les écluses, et de transporter le moteur d'un bateau à l'autre. Les autres nations n'ont exposé rien d'assez intéressant pour qu'il y ait lieu d'en faire mention,

En résumé, l'exposition maritime présente des sujets d'études très-importants, surtout en ce qui regarde les nouvelles formes des navires ; mais ce n'est pas dans l'étude des objets matériels exposés sur les étagères ou sous les vitrines, qu'il faut puiser les instructions les plus utiles ; c'est plutôt dans la direction des idées qui ont amené à produire tant d'objets remarquables. C'est l'organisation intellectuelle de cette vaste industrie qui montre mieux la voie à suivre pour progresser. Il ne suffit pas aux nombreux Français qui ont visité l'Exposition de rapporter quelques croquis et quelques cotes de machines ; il faut plutôt qu'ils reviennent avec le désir d'imiter cet esprit de publicité, de discussion approfondie et de communication constante des idées ou des faits, dont ils ont vu de beaux exemples dans les nombreuses sociétés industrielles, où ils ont été admis. Où en seraient l'élec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tricité et la photographie si ceux qui s'en occupent ne répandaient pas leurs découvertes et n'avaient produit par la publicité la célérité merveilleuse avec laquelle ces nouveaux arts se sont perfectionnés. Si quelques industries ont l'avantage d'être concentrées dans des villes importantes, plusieurs manquent de centre et la marine surtout est complétement isolée, comme tous les arts l'ont été pendant le moyen âge : elle n'a plus aucune annale, et elle est réduite à suivre de loin ce que publient les sociétés anglaises sur la mécanique et sur l'architecture navale. Aussi les marins ne doivent que plus de reconnaissance aux publications industrielles qui veulent bien donner place à quelques observations sur ce qui concerne la navigation actuelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 13.

APPAREILS ÉLECTRIQUES,

PAR M. E. BECQUEREL.

La supériorité incontestable acquise depuis longtemps par les exposants français de la classe 13, dont quelques-uns ont prêté un concours si précieux aux savants dans leurs recherches, assignait à l'avance, à la branche de l'industrie qu'ils représentent, une des premières places à l'Exposition de cette année. En effet, à côté des appareils pour l'astronomie et la géodesie de M. Brunner construits avec toute la perfection possible, on trouve les instruments de précision de M. Perreaux; pour l'astronomie, la géodésie et l'art du dessin, les appareils de MM. Bardou, Balbreck, Colombi, Molteni, Gavard, etc.; parmi les instruments d'optique on distingue les appareils exposés par M. Duboscq, lesquels embrassent presque toute l'étendue de l'optique, puis les lentilles et les cristaux taillés de M. Bertaud, les microscopes de MM. Artnack, ceux de M. Nachet, les lunettes de M. Lebrun, etc.; parmi les appareils relatifs à l'emploi de l'électricité, on peut citer ceux qui sont exposés par MM. Breguet, Hardy, Dujardin, Serin, Digney, Mouilleron; comme constructeurs d'appareils de physique tels que balances, baromètres, on peut citer MM. Collot, Deleuil, Fastré, Breton, Dutrou, Naudet; pour l'acoustique, M. Kœnig est le seul ayant des appareils relatifs à l'étude de cette partie de la physique et la série des objets qu'il a exposés est très-digne d'attirer l'attention. M. Lepaute et M. Sauter, nos deux habiles constructeurs d'appareils de phares, c'est-à-dire les représentants d'une industrie d'invention française qui prend de jour en jour plus d'extension, ont exposé quelques-uns de ces appareils que l'on place sur presque toutes les côtes du globe; M. Roland, direc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur général des manufactures de tabac, a montré un spécimen des appareils régulateurs de température qu'il a imaginés et qui sont si utiles dans l'industrie; M. Berlioz, directeur de la compagnie l'Alliance, a fait placer dans l'annexe des machines un appareil magnéto-électrique destiné à la production de la lumière, et plusieurs des constructeurs précédents, auxquels on doit joindre MM. Derogy, Jamin, etc., ont exposé des objectifs photographiques.

Nous aurions désiré voir figurer à l'Exposition plusieurs ingénieurs mécaniciens, parmi lesquels nous citerons notre collègue M. Froment, M. Rhumkorf, M. B. Bianchi, M. Paul Garnier, parce que leurs appareils, réunis à ceux dont nous avons parlé, auraient constitué une réunion presque unique en son genre, en embrassant dans leur ensemble les différentes branches de l'astronomie, de la physique et de la géodésie.

L'Exposition, anglaise pour la classe 13, est très-nombreuse, mais elle est loin d'être aussi complète; des instruments d'optique et des microscopes, d'une part, des appareils télégraphiques ainsi que des câbles de fils conducteurs de l'autre, tiennent la plus forte place; en dehors de ces deux spécialités, très-bien représentées du reste, il y a peu d'objets à remarquer.

Pour terminer cet aperçu rapide et avant de traiter certains points sur lesquels nous désirons surtout appeler l'attention, nous devons dire que parmi les objets exposés, on doit encore signaler particulièrement dans l'Exposition prussienne les appareils de télégraphie électrique de M. Siemens et Halske, et les tubes exposés par M Geissler qui ont servi, comme on le sait, à un très-grand nombre de recherches sur la production de la lumière électrique dans les gaz raréfiés; dans l'Exposition autrichienne, les objectifs photographiques de M. Voghlander; dans l'Exposition italienne les instruments de M. Amici et les appareils électriques de M. Bonelli; dans l'Exposition belge quelques instruments de physique, parmi lesquelles nous distinguerons ceux de M. Gloesener.

1° TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES.

Les télégraphes électriques, depuis leur origine, bien que ne reposant que sur un petit nombre de principes fondamentaux, ont été modifiés fréquemment. Après le télégraphe à cadran et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui à signes, adoptés à l'origine en France, et encore en usage dans les administrations des chemins de fer, est venu le télégraphe Morse plus ou moins perfectionné, qui est le plus généralement employé depuis plusieurs années, et qui est d'une grande simplicité et d'un service très-facile. Déjà, à différentes reprises, on avait proposé de leur substituer des télégraphes imprimeurs, afin qu'il pût rester des traces de la transmission des dépêches, mais la plupart des appareils ne fonctionnaient pas avec une vitesse et une sûreté suffisantes, ou bien exigeaient une trop grande intensité électrique. Depuis plus d'un an, un télégraphe imprimeur imaginé par M. Hughes, professeur de physique à New-York, et construit par M. Froment qui a apporté tous ses soins à l'exécution et au perfectionnement de cet appareil, n'a pas présenté les mêmes inconvénients que ceux qui avaient été proposés antérieurement, et marche avec une rapidité très-grande; il fonctionne avec la plus faible force électrique, puisque entre des stations éloignées il n'exige pas l'emploi de relais.

Il est à regretter que cet appareil n'ait pas paru à l'Exposition universelle, car bien qu'il soit compliqué mécaniquement, quoique l'organe électrique qui le fait fonctionner soit très-simple, il donne d'excellents résultats, surtout dans les grands postes télégraphiques, alors qu'il faut transmettre très-rapidement les dépêches. Mais, en raison même de sa complication, il peut se déranger. C'est sans doute ce motif qui fait que pour la pratique courante le télégraphe Morse, modifié de manière à tracer les dépêches à l'encre d'imprimerie, n'a pas été remplacé jusqu'ici.

Parmi les télégraphes imprimeurs exposés cette année, un des plus intéressants est celui présenté par M. Dujardin; le manipulateur de cet appareil ressemble à celui des télégraphes à cadran, si ce n'est que dans son mouvement de rotation il envoie alternativement des courants électriques en sens contraire. Un appendice fixé sous le bouton de la manivelle permet, lorsqu'on abaisse cette dernière, d'interrompre le courant qui circule sur la ligne. C'est à ce moment que l'impression dans le récepteur peut s'exécuter.

Le récepteur se compose essentiellement de deux parties distinctes: l'une à pour objet de faire manœuvrer une roue à types, l'autre de déterminer l'impression lorsque la première a fini de fonctionner. Cette roue à types est formée d'un disque mince en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aluminium sur lequel on trace des caractères en relief à l'aide d'un simple fil de coton ou de soie que l'on fait passer au travers de trous percés dans le disque. La roue entière ne pèse que 6 décigrammes et elle est fixée sur le dernier mobile d'un mouvement d'horlogerie dont la roue d'échappement est réglée par les oscillations d'une tige en fer doux à l'aide des courants alternativement inverses qui viennent du manipulateur.

Cette roue à types, essentiellement légère et qui est la partie la plus originale de ce télégraphe, présente ses caractères en fil de coton qui sont toujours imbibés d'encre par capillarité et prêts à fonctionner. Elle présente donc successivement ses différents caractères sous une sorte de matrice dont la tête est garnie d'un tampon qu'un réservoir supérieur imbibe continuellement d'encre. Ce marteau s'abaisse lorsque son armature en fer doux est attirée par un électro-aimant spécial, fait fléchir le disque mince en aluminium et imprime le caractère correspondant à la lettre du manipulateur sur une bande en papier.

Le marteau ne s'abaisse que parce que l'électro-aimant qui le commande ne fonctionne, au moyen d'une pile locale, qu'à l'instant où tout le circuit est rompu dans la ligne télégraphique, et cela a lieu, comme on l'a dit plus haut, quand la manivelle du manipulateur, après s'être arrêté devant la lettre que l'on veut imprimer, s'abaisse et rompt tout le circuit de la ligne.

En somme cet appareil est simple, et si dans la pratique il fonctionne aussi bien qu'on peut le prévoir, il pourra être utilisé avantageusement; l'usage seul pourra permettre de savoir à quoi s'en tenir sur ce point.

D'autres télégraphes sont placés dans l'Exposition française, mais ils présentent pour la plupart des formes déjà connues. Nous citerons d'abord ceux qui sortent des ateliers de M. Breguet, et qui sont fondés sur le perfectionnement apporté par M. John au télégraphe Morse. Un télégraphe à cadran exposé par M. Breguet est d'une grande simplicité, car le manipulateur récepteur renferme un ressort, qui, étant mû par le manipulateur, remonte sans cesse le récepteur, et le rouage est toujours prêt à agir.

MM. Digney frères, en outre d'un télégraphe Morse modifié d'après une disposition qu'ils ont indiquée, ont exposé un télégraphe imprimeur fonctionnant par le renversement du courant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électrique, et également un appareil télégraphique magnéto-électrique. M. Mouilleron a exposé plusieurs télégraphes et divers régulateurs

On voit que les constructeurs français se sont généralement attachés à la construction du télégraphe Morse modifié, et à celle des télégraphes imprimeurs, et ont presque exclusivement fait usage des courants fournis par les piles voltaïques; les constructeurs étrangers et principalement anglais ont donné plus de développement au contraire aux télégraphes magnéto-électriques, et ont cherché à employer l'action inductive d'un aimant sur une armature pour provoquer, au moyen d'un manipulateur, l'action électrique nécessaire pour mettre en jeu les télégraphes. En principe, l'action de ces derniers télégraphes est plus simple, l'effet est plus régulier, et ces appareils toujours prêts à fonctionner donnent toujours des courants électriques dans les mêmes conditions d'intensité. Parmi ces appareils on doit citer notamment ceux de M. Vheatstone (Angleterre), et ceux de MM. Siemens et Halske (Prusse).

Les appareils de M. Vheatstone, et surtout ses récepteurs, sont construits avec la délicatesse que l'on donne aux appareils d'horlogerie, aux montres ordinaires, et en même temps ils fonctionnent avec une très-grande sûreté. Les manipulateurs magnéto-électriques consistent en un électro-aimant placé près d'un barreau aimanté d'une manière permanente, et devant les pôles duquel une armature peut tourner avec une grande rapidité quand elle est entraînée toujours dans le même sens. Ce mouvement de l'armature fait changer la distribution du magnétisme dans l'aimant, et de là des courants induits, alternativement inverses dans la bobine d'induction. Ces courants sont transmis dans le fil télégraphique de la ligne, quand par l'action d'un manipulateur à clavier, l'indicateur s'arrête devant une des lettres du télégraphe; alors l'aiguille des récepteurs fonctionne de la même manière. M. Vheatstone a également construit un télégraphe imprimeur fonctionnant d'après le même principe.

On doit surtout remarquer l'emploi fait par M. Vheatstone de ses appareils pour la télégraphie privée; à Londres, il a construit des câbles contenant 25, 30 et même un plus grand nombre de fils de cuivre parfaitement isolés de façon à avoir une dimension fort petite, et qui, étant suspendus dans l'air à la façon des fils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

télégraphiques ordinaires, permettent à la transmission des dépêches de pouvoir être opérée entre un très-grand nombre de stations. En Angleterre, où les communications télégraphiques ne sont pas l'objet d'un monopole, cette disposition peut faciliter beaucoup l'extension de la télégraphie pour les usages ordinaires; car, moyennant un abonnement d'un prix relativement peu élevé, on est assuré d'une certaine longueur de circuit isolé pouvant servir à faire communiquer deux stations différentes dans l'intérieur d'une ville.

MM. Siemens et Halske ont exposé des télégraphes indicateurs, des télégraphes Morse, et des appareils imprimeurs magnéto-électriques. Les manipulateurs ont une disposition particulière et consistent en un long cylindre en fer autour duquel est enroulé parallèlement à sa plus grande longueur le fil formant l'électro-aimant. Ce cylindre est placé entre les pôles de divers aimants permanents de façon à ce que les lignes polaires soient perpendiculaires à sa longueur, et il peut recevoir un mouvement de rotation autour de cette même longueur. De là des courants induits alternativement en sens contraire et d'une intensité assez vive, si une série d'aimants permanents sont placés parallèlement les uns à côté des autres. Ces courants sont transmis dans un récepteur à cadran qui permet à l'indication télégraphique de se produire.

Les dispositions précédentes nous ont paru les plus intéressantes parmi celles que l'on peut remarquer dans les appareils étrangers, ces derniers ne reproduisant, pour la plupart du temps, que les formes connues antérieurement. Nous pensons, du reste, que l'emploi des courants par induction qui peuvent avoir une tension très-grande, laquelle est nécessaire pour vaincre les longs circuits télégraphiques, joint aux dispositions du télégraphe Morse, traçant ses indications à l'encre, ou bien réuni aux dispositions des télégraphes imprimeurs dont nous avons parlé, est appelé à rendre de grands services à la transmission des dépêches télégraphiques.

M. Bonelli a exposé un télégraphe électro-chimique d'une construction élégante et qui permet d'imprimer les dépêches en caractères ordinaires d'imprimerie sur une bande de papier enduite d'une substance électro-chimiquement décomposable d'après le principe mis en usage par M. Bain. Le manipulateur se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compose de la dépêche formée en caractères d'imprimerie rangés en ligne droite. Une réunion de dix fils métalliques isolés les uns des autres, mais placés très-près, et dont les pointes isolées également forment une ligne droite dont la longueur ne dépasse pas 3 millimètres environ, passe en frottant sur les parties en relief de ces caractères. De cette façon, si un courant électrique se présente pour traverser un des dix circuits, le passage n'a lieu dans chaque fil que s'il y a contact entre la pointe qui lui correspond et une des parties saillantes des lettres en relief. L'autre extrémité des fils conducteurs aboutissant au récepteur, chaque fil est terminé à cette extrémité par une petite lame mince en platine, de façon qu'il se trouve dix petites lames minces isolées les unes des autres et dont les extrémités forment une ligne droite de 3 millimètres de longueur, perpendiculaire à la longueur du papier qui se déroule. Ce papier est humide, et les extrémités des lames de platine s'appuient légèrement sur sa surface, de sorte que chaque fois qu'il y a une partie en relief dans le manipulateur, il y a passage du courant dans le fil correspondant, et le circuit qui se ferme par l'intermédiaire du papier humide et d'une des pointes de platine peut marquer une trace sur le papier.

La dissolution employée par M. Bonelli, d'après ce qui nous a été dit à l'Exposition, est de l'azotate de manganèse, qui, au pôle positif, c'est-à-dire à l'extrémité des pointes de platine, donne par la décomposition électro-chimique du peroxyde de manganèse produisant une trace brune. Les tiges de platine du récepteur doivent donc être positives, et comme le platine n'est pas altéré, le tracé se fait avec une extrême régularité.

Cet appareil a le défaut d'exiger 10 fils différents; mais ce n'est que par l'usage seul que l'on pourra juger s'il peut être employé dans la pratique.

Nous espérions voir figurer à l'Exposition le télégraphe autographique de M. l'abbé Caselli, auquel il travaille avec persévérance depuis plusieurs années. Cet appareil construit par M. Froment donne d'une manière très-simple et très-ingénieuse le moyen de tracer à l'une des stations le *fac-simile* d'un tracé fait à l'encre à l'autre station. Cet appareil électro-chimique, plus parfait que celui de M. Blackwell et que ceux du même genre qui avaient été proposés antérieurement, n'exige qu'un seul fil par paire d'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pareil, comme les télégraphes ordinaires. Il faut espérer que dans certaines circonstances spéciales cet instrument ingénieux pourra être utilisé.

Depuis l'établissement du câble sous-marin entre la France et l'Angleterre, des fabricants étrangers ont construit des câbles isolés, tandis que nos fabricants ne se sont pas livrés à cette industrie ; aussi, à la dernière Exposition, aucune maison française n'avait exposé de ces produits ; cette année, M. Rattier a présenté des câbles de différents modèles, et sa fabrication, qui remonte déjà à cinq années, paraît permettre d'obtenir des fils convenablement disposés pour la transmission télégraphique sous-marine et souterraine.

2° APPAREILS D'INDUCTION MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES.

L'emploi de l'électricité comme force motrice n'a pu donner jusqu'ici que des machines de faible puissance dont le prix de revient est très-élevé, comparativement à celui des moteurs à vapeur (environ 60 à 70 fois plus fort, dans les meilleures conditions de rendement).

Il n'en est pas de même des appareils d'induction magnéto-électriques, qui sont la contre-partie des moteurs électriques, et qui ont pour but de produire de l'électricité à l'aide du mouvement relatif d'un conducteur et d'un aimant : dans l'annexe de l'Exposition se trouvent deux machines de ce genre donnant toutes deux de l'électricité par le mouvement de rotation de bobines passant contre des pôles de puissants aimants artificiels. L'une appartient à une compagnie française représentée par M. Berlioz, directeur, et par M. Joseph Van Malderen, mécanicien ; l'autre est exposée par une compagnie anglaise représentée par M. Holmes.

L'appareil français est disposé pour la production de la lumière électrique, et sans l'addition d'aucun commutateur pour redresser les courants électriques. Ainsi, il utilise les courants d'induction alternativement renversés, ce qui permet d'attacher les conducteurs sur l'arbre même de l'appareil en rotation. C'est une importante innovation introduite depuis plusieurs années dans la construction de cet appareil.

La machine anglaise est pourvue d'un commutateur; cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

disposition, nécessaire lors de l'emploi de ces appareils pour la galvanoplastie, n'est nullement avantageuse pour la production de la lumière, qui est la seule question abordée cette année par les personnes qui présentent ces appareils. Sous ce rapport, la machine française est donc préférable.

La place occupée par ces machines à Londres n'a pas permis de chercher quel est le pouvoir éclairant de l'arc voltaïque obtenu avec un régulateur de lumière électrique lorsqu'on dispose les bobines et les fils de diverses manières, et avec différentes vitesses de rotation. Nous ne pouvons que rapporter les résultats des expériences faites à l'administration des phares de Paris avec une machine appartenant à la Compagnie française, mais un peu différente de celle qui est exposée.

La machine française exposée est composée de 2 parties pouvant fonctionner séparément ou simultanément à volonté, et formées chacune de quatre rouleaux à 8 bobines par rouleau ; cela fait 32 électro-aimants par machines, ou 64 en totalité. Celle qui a servi aux expériences dont nous parlons ci-après a 6 rouleaux, chaque rouleau ayant 16 électro-aimants ou 96 électro-aimants et 56 aimants pour la machine entière.

Chaque aimant permanent pèse 12k,5 et il peut porter environ 3 fois son poids. La machine qui a donné lieu aux observations suivantes était mise en mouvement par une machine à vapeur qui, dans une première série d'expériences, avait la force d'un cheval ½ environ et consommait 6 kil. de coke par heure ; dans une seconde série, la machine à vapeur avait la force de 2 chevaux et consommait 9 kil. de charbon par heure. Les courants induits alternativement inverses étaient transmis à un régulateur électrique du système de M. Serrin donnant automatiquement le recul des charbons entre lesquels se produit l'arc voltaïque.

Dans la seconde série, on a trouvé par heure, en divisant par deux les nombres obtenus, afin de rapporter les intensités lumineuses à la force d'un cheval :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Intensité moyenne. bougies.	Intensité maximum lors des éclats lumineux. bougies.	Intensité minimum. bougies.
Avec des conducteurs en charbon de cornue convenablement triés.....	700	de 1000 à 1100	de 480 à 520
Avec des conducteurs en charbon plus pur (charbon préparé par M. Curmer)....	de 800 à 880	près de 1300	»

on a déduit l'intensité lumineuse en bougies, de l'intensité d'une lampe Carcel brûlant 42 gr. d'huile à l'heure et estimée équivalente à 7 $\frac{1}{2}$ ou 8 bougies.

On voit que pour une dépense relativement très-minime, celle qui donne le prix de la houille ou du coke nécessaire pour produire par heure la force d'un cheval dans une machine à vapeur, on a avec le régulateur de lumière électrique une intensité lumineuse soutenue égale au moins à 700 bougies. Il est intéressant de comparer le prix de revient de cette lumière à celui des lumières produites par les moyens ordinaires. On a, en effet d'après les recherches que nous avons faites sur ce sujet :

SOURCES LUMINEUSES.	POIDS DES MATIÈRES consommées par heure, pour une intensité lumineuse correspondant à 1 bougie stearique.	PRIX DE REVIENT de la lumière équivalente à 700 bougies stéariques par heure.	OBSERVATIONS.
Lumière électrique (appareil magnéto-électrique)	»	de 0f,10 à 0f,20	
Id. Pile voltaïque de 60 à 80 éléments.....	»	de 3 à 5 francs.	
Gaz de la houille.	15 litres.	3f,20	Au prix de 0f,30 le mètre cube de gaz.
Huile de schiste légère....	4gr,52	3f,85	
Huile de colza épurée.....	5gr,10	6f,10	Au prix de 1f,70 le kil.
Suif.....	10gr,55	12f,60	Au prix de 1f,70 le kil.
Bougie stéarique.....	10gr,40	26f,20	Au prix de 3f,60 le kil.
Bougie de cire.....	8gr,26	32f,40	Au prix de 5f,60 le kil.

On voit donc que, comme source lumineuse, celle qui résulte des courants magnéto-électriques est la moins coûteuse, mais pourvu que l'on produise une lumière très-vive en un point donné et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on utilise toute cette lumière, car la division de la lumière si nécessaire aux circonstances habituelles de l'éclairage public n'est pas possible par ce procédé. Ce n'est donc que dans des cas spéciaux qu'elle peut-être actuellement utilisée.

Il faut espérer que les appareils d'induction qui ont déjà été employés pour le dépôt électro-chimique des métaux, vont trouver à généraliser leur usage, non pas par exemple lorsqu'il s'agit du dépôt d'un minéral tel que le cuivre dans des circonstances où l'on compte avec le prix de revient de la force électrique employée (car à l'aide de ces appareils l'électricité produite a une forte tension et est en très-faible quantité), mais bien comme lors du dépôt de l'or et de l'argent, car le prix de revient de la force employée est compté pour peu de chose, et la valeur de la main-d'œuvre l'emporte de beaucoup sur celle des matières déposées.

3° RÉGULATEURS ET APPAREILS MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES DIVERS.

On doit distinguer, parmi les appareils électriques exposés par les fabricants français, des instruments très-divers dont les dispositions nous ont paru préférables à celles que l'on trouve dans les expositions étrangères.

M. Hardy a exposé le chronoscope au moyen duquel M. Martin de Brettes, chef d'escadron d'artillerie, a pu étudier la marche des projectiles et résoudre simplement plusieurs questions importantes de balistique. Cet appareil est basé sur le mouvement uniforme d'un cylindre qui est régularisé par un pendule conique et sur le tracé de points sur le cylindre à l'aide d'étincelles fournies par un appareil d'induction. Ce tracé est infiniment préférable à celui qui consiste à faire usage d'un pendule, lequel aux différentes positions de son mouvement oscillatoire donne lieu au même effet, car les formules à l'aide desquelles on déduit le temps qui sépare deux instants donnés, de l'espace angulaire qui sépare deux points tracés par ce pendule, sont très-compliquées ; il n'en est pas de même dans l'appareil de M. Martin de Brettes, puisque le pendule est doué d'un mouvement uniforme.

Nous devons ajouter que nous avons vu, dans les ateliers de M. Froment, un appareil différent du précédent, construit avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une extrême précision et formé, dans sa partie essentielle, d'un cylindre dont le mouvement est régularisé d'une autre manière. Mais le tracé sur la surface s'effectue de même que dans le précédent, au moyen de la décharge d'un appareil d'induction.

M. Gloesener, professeur à Liége, a exposé des appareils intéressants et s'est proposé d'atteindre le même but.

On ne voit pas, dans l'exposition française, de récepteurs chronométriques marchant par l'électricité; ces appareils, qui sont, du reste, partout en usage, ont été peu modifiés dans ces derniers temps et reposent sur des principes extrêmement simples.

On peut remarquer des régulateurs de lumière électrique dont l'usage s'est répandu dans ces dernières années : d'abord celui de M. Duboscq, qu'il a appliqué si heureusement à la démonstration de phénomènes d'optique, à l'éclairage des phares, ainsi qu'à l'agrandissement des épreuves photographiques; ensuite celui de M. Serrin, que nous avons déjà cité plus haut à propos des appareils magnéto-électriques. Ce dernier appareil peut être employé avantageusement dans un grand nombre de cas spéciaux ; il est automatique et donne lui-même l'écart des charbons entre lesquels doit se produire l'arc voltaïque. On peut donc allumer ou éteindre cet appareil à distance quand on le veut. L'écart et le rapprochement des charbons qui se consument par l'action voltaïque, s'obtiennent au moyen d'un système oscillant faisant balance et qui, étant maintenu en équilibre entre deux forces antagonistes, est mobile et peut agir à la moindre variation d'intensité du courant électrique.

On sait que l'électricité est utilisée dans une foule de circonstances spéciales et alors qu'on veut produire un signal à un instant donné. Nous citerons, parmi les appareils qui résolvent cette question, les appareils très-simplement construits par M. Achard, dans lesquels il a fait usage de la disposition nommée par lui embrayage électrique, disposition applicable aux freins des locomotives, à la régularisation de l'alimentation des chaudières à vapeur, et même dans d'autres circonstances. On doit donc considérer cette disposition comme constituant un organe électrique très-simple et d'une grande certitude d'effet, et comme une des applications utiles de l'électricité à la mécanique. Nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous bornons ici à renvoyer au numéro précédent des *Annales*, où il en a déjà été question. (Voir page 96.)

Dans l'annexe de l'Exposition se trouve le métier électrique de M. Bonelli ; cette machine ingénieuse, comme on le sait, n'a d'électrique qu'un seul de ses organes, et nous ne l'examinerons pas ici, puisqu'elle doit être étudiée séparément comme machine à tisser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 17.

INSTRUMENTS ET APPAREILS
DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE,

PAR M. U. TRÉLAT.

Cette classe comprend les instruments de chirurgie et les objets qui s'y rapportent. Telle est la désignation du catalogue; celle-ci a besoin d'être expliquée. En réalité, tout ce qui se rattache directement à l'étude ou à la pratique de la médecine et de la chirurgie est compris dans cette 17e classe. Ce cadre est très-net; on pourrait dire, en empruntant une locution à la botanique, qu'il représente une famille naturelle. Cette limitation judicieuse doit être considérée comme le résultat de l'expérience acquise en 1855, où on avait rapproché dans une classe unique les procédés de l'hygiène publique ou privée, les produits pharmaceutiques, les instruments et appareils de médecine et de chirurgie. Entre toutes ces choses, il y a sans doute un lien commun, c'est leur but médical; mais il faut remarquer que ce qu'on expose aux yeux du public, ce n'est ni la médecine, ni la chirurgie envisagées comme sciences ou comme arts, mais uniquement les produits variés que l'industrie met à leur service. Or, ces produits viennent de sources si diverses, que, dès qu'on les considère en eux-mêmes et non dans leur emploi, on sent qu'ils n'ont entre eux nulle analogie et qu'il est utile de les étudier dans des catégories distinctes. Nous pensons que ces motifs ont déterminé la commission organisatrice de l'Exposition actuelle à rejeter ces appareils et les moyens hygiéniques dans les classes des constructions civiles, des meubles et des vêtements, à confondre dans une classe commune les produits chimiques et pharmaceutiques. Nous n'avons donc, ainsi que nous le disions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus haut, à passer en revue ici que les objets industriels d'usage exclusivement médical.

Ce cadre, restreint en apparence, renferme cependant des industries fort complexes. Le médecin, pour fixer les souvenirs de son observation, fait appel aux arts graphiques et plastiques, mais il leur demande quelque chose de spécial, une fidélité de forme et de couleur qui vise au *trompe-l'œil*, qui reproduise le plus petit détail, qui simule la nature; pour que son regard descende dans le domaine des atomes, ou plonge aux profondeurs de nos organes, pour qu'il puisse mesurer et noter ces mouvements imperceptibles et constants qui sont la vie matérielle, il doit faire usage des moyens les plus perfectionnés des sciences physiques. Le chirurgien manie des instruments délicats, comme la plus fine aiguille, ou solides comme ceux du forgeron, il doit veiller à ce que le membre mutilé, l'organe détruit ou déformé soient remplacés ou suppléés d'une manière efficace et durable.

Cet aperçu ne donne qu'une idée sommaire des nombreux appels que la pratique médicale fait aux fabricants; il suffit cependant pour faire apprécier l'étendue et la variété des aptitudes dont ils doivent faire preuve. Mais avant de chercher si tous les besoins sont satisfaits, si des progrès réels ont été accomplis, il est indispensable de jeter un coup d'œil rapide sur le passé.

§ 1. *Instruments de chirurgie.* — Depuis bien longtemps, l'Angleterre, grâce à son excellent acier, jouissait d'une réputation incontestée pour sa coutellerie. Finesse de trempe, solidité de tranchant, magnifique poli des surfaces, elle offrait tous ces avantages unis à des prix de vente très-modérés. Les instruments de chirurgie prenaient leur part de cette réputation, et nombre de chirurgiens du continent recherchaient avec attention les moyens de monter leur arsenal chez les fabricants de Londres. Ils accordaient grâce, sans doute, à quelques combinaisons mécaniques d'origine française, allemande ou italienne; mais pour le reste, il fallait, disaient-ils, renoncer à toute comparaison.

Sur ces entrefaites, éclata, qu'on nous passe le mot, l'Exposition universelle de 1851. Pour la première fois les industries de toutes les nations allaient se trouver en présence; ce n'était peut-être pas encore une lutte, à coup sûr c'était une revue du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus haut intérêt. Les inconnus allaient se connaître, s'apprécier, devenir rivaux. Or, les fabricants français d'instruments de chirurgie, exerçant avec succès leur profession dans notre pays et même à l'étranger, comprirent que le moment décisif était venu de prouver à tous la valeur de leurs produits. Ils avaient pour eux le bon goût naturel à la France, l'esprit d'invention ne leur manquait pas; ils prirent à l'Angleterre son acier, et s'installèrent au Palais de Cristal avec une série d'instruments au moins égaux à ceux des autres pays, sous le rapport du tranchant, et très-supérieurs de forme, de commodité et de variété. C'était le fruit d'un travail soutenu depuis le commencement du siècle et surtout depuis la fin de nos grandes guerres. Cette Exposition offrait de plus ce caractère éminemment remarquable, qu'elle traduisait dans une certaine mesure le progrès chirurgical en même temps que le progrès industriel, certaines grandes idées thérapeutiques n'ayant pu être réalisées qu'à l'aide d'un appareil instrumental, vainement cherché jusqu'à notre époque. Du reste, et nous le disons par avance, il faut bien se garder de croire qu'il y ait entre ces deux arts, celui du chirurgien et celui du fabricant d'instruments, une corrélation constante. Ce serait tomber dans une erreur capitale que réfute absolument toute l'histoire de la chirurgie. Non, la perfection de l'instrument, intéressante comme progrès industriel, ne sera pas toujours un progrès chirurgical; quelquefois oui, mais combien de fois ne sera-t-elle qu'une meilleure accommodation, combien de fois une tentative avortée condamnée à un prompt oubli ou même un danger pour l'opérateur et le patient?

Aussi s'en faut-il de beaucoup que chaque instrument ait son but constant, qu'il réponde à un besoin nettement défini; un même acte opératoire peut être accompli de différentes façons, et si minime que soit la différence, on peut être assuré qu'elle conduira à une nouvelle variété instrumentale. Ajoutons qu'après les chirurgiens viennent les fabricants, qui modifient à nouveau ce qui a déjà été maintes fois modifié, et nous comprendrons qu'au milieu de cet étincelant miroitement de l'acier, qui semble défier la mémoire par l'étrange et infinie variété de ses formes, il faut faire un choix et laisser beaucoup à l'écart.

Ces observations nous indiquent la réserve dans le jugement et qu'il ne faut pas se laisser prendre à l'attrait de la nouveauté;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles feront comprendre aussi pourquoi le progrès ne s'est pas manifesté sous la même forme dans les trois expositions universelles.

Il y avait, en 1851, une position à conquérir, un rang à prendre. Chaque nation, chaque fabricant montrait le suprême effort, l'éclatante manifestation de ses travaux et de sa puissance créatrice. Le résultat de l'épreuve fut très-favorable à la France, et quoique aucune médaille de premier ordre n'eût été décernée, notre supériorité fut reconnue et bientôt confirmée aux expositions de Dublin, de Munich et de New-York.

En 1855, il n'y eut pour ainsi dire pas de lutte. A côté de produits estimables, mais secondaires, envoyés d'Allemagne, du Danemark, de Belgique, d'Italie, MM. Charrière, Lüer et Mathieu obtinrent un triomphe parfaitement justifié par l'excellence de leurs instruments, mais d'autant plus facile que l'Angleterre s'était abstenue. Pourquoi, écrivions-nous il y a sept ans, les Weis, les Savigny et tant d'autres ont-ils fait défaut à cette grande lutte? Ont-ils craint de ne pas trouver de rivaux dignes d'eux, ou bien croient-ils leur supériorité assez bien assise pour qu'il soit inutile d'en donner des preuves nouvelles? Mais ce renoncement n'était que temporaire, et ici comme pour toutes les œuvres de l'industrie, l'Angleterre s'apprêtait à entrer en lice dans le palais de Kensington.

Quels progrès ont été accomplis? Quelles voies ont suivies les fabricants? Que résulte-t-il de cette nouvelle exhibition? C'est ce que nous allons chercher à apprécier.

La forme générale d'un instrument de chirurgie n'est pas une chose absolue, certaines parties ne sont qu'accessoires; il y a donc lieu de comparer rapidement les variétés de ce qu'on pourrait nommer le galbe des instruments.

Il nous est difficile, à nous qui avons l'habitude de manier les produits de la fabrique parisienne, de juger ici avec une complète impartialité. Oui, il nous semble que nos instruments sont plus agréables à la main, à l'œil, que ceux des artistes anglais; ceux-ci n'ont pas encore perdu complétement cette lourdeur, ce volume le plus souvent inutile qu'on remarquait à l'Exposition de 1851. Il y a cependant sous ce rapport un immense progrès, et on peut prévoir que les mauvais conseils de la routine vont être prochainement oubliés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un fait remarquable nous confirme dans cette manière de voir. Il y a à Vienne, à Berlin, à Copenhague des fabricants habiles qui ont envoyé à Londres les preuves nombreuses et variées de leur talent. Eh bien, tous ces produits ont avec les nôtres les plus grandes similitudes, nombre d'instruments sont rigoureusement copiés sur des modèles sortis de nos ateliers de Paris; d'autres, d'un usage commun, présentent les mêmes caractères. N'est-ce pas un hommage spontanément rendu à notre prééminence au point de vue qui nous occupe?

N'oublions pas à côté de l'éloge quelques remarques critiques, d'autant plus utiles, qu'elles portent sur des instruments d'un usage fréquent; nous voulons parler des couteaux à amputation. Ceux-ci sont, en général, commandés sur modèle à de grands industriels qui habitent la province et surtout le Morvan; il est donc urgent que ces modèles soient irréprochables. Or, il nous a paru que depuis quelques années on avait trop sacrifié au petit volume et à l'économie de fabrication. Le manche est souvent trop mince et surtout trop court, la main de l'opérateur va toucher le tranchant et risque d'autant plus d'être blessée que ce tranchant descend jusqu'au manche. Cette exiguïté de la poignée est un défaut général, cependant M. Lüer conserve vers le talon de la lame une partie mousse et arrondie, une sorte de col qui éloigne la main de la partie tranchante. C'est une bonne disposition que nous voudrions voir adopter par tous les fabricants.

Quelque réduction que l'on impose à notre arsenal, celui-ci ne reste pas moins composé d'un bon nombre d'instruments qui représentent un poïds et un volume considérables. Réduire ce volume au minimum, mettre dans la poche du praticien une trousse légère et bien fournie, c'est poursuivre une idée utile. Depuis longtemps on faisait des caisses à amputation pourvues de scies et de couteaux à manches démontants, mais ces instruments étaient peu employés. Plus coûteux, moins commodes à la main et plus difficiles à nettoyer, ils ne rachetaient pas ces inconvénients par la légèreté et n'étaient guère plus portatifs que d'autres. MM. Charrière ont repris ce genre de perfectionnement qu'ils ont cultivé avec passion, et on peut ajouter avec un réel succès, peut-être avec un trop grand succès.

Ce serait entrer dans des détails fastidieux que de dire ici toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les modifications à l'aide desquelles M. Charrière parvient à enfermer dans une boîte grande comme une ancienne caisse à amputation tous les instruments nécessaires au chirurgien, moins ceux de la taille, de la lithotritie et des accouchements. Il y arrive à l'aide de deux moyens principaux : 1° un très-petit nombre de manches reçoivent un très-grand nombre de lames; 2° tous les instruments à deux branches se désarticulent facilement, s'emploient articulés ou désarticulés, et, par l'adjonction facile de pièces accessoires très-variées, peuvent servir aux usages les plus divers.

Rien n'est plus digne d'approbation que le travail persistant, les essais cent fois renouvelés, l'esprit ingénieux qu'il a fallu au fabricant pour arriver à ce résultat; mais les chirurgiens adopteront-ils ce système d'instruments d'un usage très-compliqué, se résoudront-ils à changer plusieurs fois, pendant le cours d'une opération, un manche, une lame, ou telle autre pièce? nous en doutons. Mais si, au lieu de vouloir répondre à toutes les exigences de la pratique, dont bon nombre ne sont jamais urgentes, le nouvel arsenal de M. Charrière se borne à compléter la trousse habituelle en la rendant plus légère, plus facile à entretenir et moins coûteuse, nous pensons qu'il aura rendu un véritable service, bientôt approuvé par tous les médecins, comme il l'est déjà par quelques-uns. Quel que soit l'avenir réservé à cet important perfectionnement, qu'il devienne usuel dans son ensemble ou seulement en partie, nous ne pouvons omettre de dire ici que le jury de l'Exposition en a été frappé, et qu'il a spécialement décerné la médaille à l'exposant pour l'*ingéniosité*, la variété et la *portativité* de ses instruments.

Signalons en passant l'emploi d'un vernis particulier destiné à prévenir l'oxydation. On atteignait ce but en argentant ou en dorant les instruments, mais comme un peu de soin produit le même résultat, la majorité des chirurgiens laissent à l'acier son aspect naturel. Le nouveau vernis, dont la composition est due à un pharmacien de Saint-Étienne, donne un couleur mate, noire, d'un effet peu agréable. Peut-être sera-t-il utilement employé par les armuriers ou pour les caisses d'instruments de la marine, mais nous ne voyons vraiment pas la nécessité d'en faire usage pour nos instruments; ils ne sont exposés à la rouille qu'entre des mains négligentes, et les chirurgiens sont trop attentifs pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que leurs malades, déjà si impressionnés, puissent éprouver du dégoût en même temps que de la crainte.

Nous parlions quelques lignes plus haut des instruments à deux branches, celles-ci coupent ou pincent; ce sont les deux modes d'action génériques. Les ciseaux ou cisailles agissent en un temps sous l'effort de la main ou des doigts, mais les pinces doivent souvent retenir les parties plus ou moins volumineuses qu'elles ont saisies. Nos fabricants de Paris ont tous cherché à obtenir ce résultat, et ils y sont arrivés par des procédés un peu différents les uns des autres, mais offrant cependant ce caractère commun, que l'élasticité des manches est indispensable pour obtenir une constriction énergique. Pour cette raison, en conçoit le nécessité d'une matière première d'excellente qualité et d'une trempe spéciale.

Les instruments destinés à diviser les os ont été l'objet de bien grands et remarquables perfectionnements. Chaque exposition en voit éclore quelques-uns. Nous ne parlerons pas ici de ces appareils si ingénieux, mais si compliqués et si chers, connus sous les noms de scies de Heine, de Stromeyer, de Martin; aussi bien semblent-ils devenir d'un emploi de plus en plus rare. Tel acte chirurgical qui était autrefois regardé comme impossible sans l'intervention de ces machines s'accomplit aujourd'hui très-aisément avec la scie à chaîne ou une petite scie à main. Une preuve que le besoin de simplicité est mieux senti, c'est que M. Charrière et M. C. Nyrops, un très-ingénieux fabricant de Copenhague, ont l'un et l'autre exposé un modèle de la scie de Stromeyer dépouillé de tout son attirail mécanique et réduit au plus strict nécessaire.

Nous avons remarqué que la scie à amputation des chirurgiens anglais diffère notablement de la nôtre, et, si nous employons cette expression : la scie des chirurgiens, c'est que nous retrouvons le même modèle dans les vitrines de tous les exposants. Elle est plus courte, un peu plus haute, et la lame se tend par une disposition analogue à celle de la scie de menuisier. Ces différences ne nous paraissent pas avoir grande importance, et nous y voyons plutôt le résultat d'anciennes habitudes que de motifs bien pesés.

Il est quelquefois utile de pouvoir tracer avec le feuillet de la scie un trait courbe, c'est ce qu'on appelle *chantourner* dans l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie. Pour cela, Langenbeck (de Berlin) se sert d'une scie étroite, sans arbre, et plus mince sur le dos que du côté des dents, donnant donc une large voie; mais cet instrument exige une main habile et ne remplit pas toutes les indications. Plusieurs fabricants ont cherché la solution en modifiant la scie à arbre; les uns, comme M. Lüer, et après lui M. Charrière, montent la lame sur un tenon à quatre ou six facettes qui permettent de tourner les dents de la scie de quatre ou six côtés différents; d'autres, comme M. Mathieu ou M. Windler, font tourner la lame sur des charnières qui ne sont libres que lorsque l'instrument est détendu.

Les cisailles ou pinces coupantes doivent nous arrêter un instant. C'est ici que la bonne fabrication est importante; un tranchant assez dur pour couper les os, assez doux pour ne pas s'égrener, n'est pas chose facile à obtenir. Sous ce rapport, nous ne connaissons rien de supérieur aux cisailles de M. Lüer. Les poignées de M. Weis sont volumineuses et semblent mal commodes à la main.

Quoi qu'on fasse, les cisailles laissent souvent glisser la portion d'os qu'elles doivent couper; ce glissement est la conséquence de l'obliquité des lames l'une sur l'autre. Pour y obvier, M. Nyrops, et M. Charrière, sur les indications du docteur Castelnuovo, ont fabriqué des instruments très-semblables entre eux et agissant à la manière des lithotriteurs; les lames coudées sont tranchantes et viennent se rencontrer parallèlement. Ces instruments sont rationnels; mais peut-être les chirurgiens trouveront-ils que c'est un bien gros surcroît de moyens pour parer à un inconvénient qu'on surmonte toujours avec une cisaille suffisamment forte.

L'exérèse par écrasement, ou mieux l'écrasement linéaire, méthode opératoire d'origine française, a décidément conquis sa place dans la chirurgie. A côté du modèle de M. Mathieu, qui a le premier permis la réalisation de l'idée conçue par M. Chassaignac, sont venus ceux de M. Charrière, celui de M. Savigny, de Londres. Ce dernier n'est en réalité qu'une pince à lames parallèles, à tranchants mousses pouvant être rapprochés avec une très-grande force jusqu'au contact. Les instruments de MM. Mathieu et Charrière consistent en un lien flexible, chaîne à la Vaucanson, fil de fer ou corde de fil de fer, qui peut être serré jusqu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

division des parties molles. Une certaine différence dans le mode de constriction motive la préférence d'un bon nombre de chirurgiens pour l'écraseur de M. Mathieu.

La trachéotomie a excité l'ardeur des fabricants et plus encore peut-être celle des chirurgiens; de là des instruments assurément ingénieux, mais d'une action trop prompte, trop brusque pour qu'ils soient adoptés facilement par les praticiens. Les canules trachéales ont subi un nombre infini de modifications; mais ici nous n'avons nulle critique à faire, et nous sommes heureux de reconnaître que fort souvent les tentatives ont été couronnées de succès et ont permis de remplir une indication nouvelle ou d'échapper à un inconvénient reconnu.

Nous ne dirons rien des instruments qu'on emploie dans les diverses maladies de l'œil, non que la chirurgie soit restée inactive de ce côté, mais ses progrès n'ont motivé aucune invention instrumentale, nulle modification qui mérite d'être signalée. Tandis que l'écrasement linéaire dont nous venons de parler n'était réalisable qu'à l'aide d'un instrument nouveau, ici la science indiquait des procédés et des perfectionnements affranchis de cette condition accessoire.

Voici une opération où l'instrument revendique tous ses droits : l'extraction des dents, très-fréquente et très-douloureuse, comme l'apprend une expérience trop commune, est un acte tout mécanique, et on pourrait écrire de longues pages à raconter la série des changements, des perfectionnements par lesquels les dentistes et les couteliers ont cherché à rendre la chose plus courte et moins pénible. Il serait hors de propos de remonter si haut. Depuis longues années, la clef dite de Garengeot ou clef anglaise était adoptée par la grande majorité des dentistes et semblait répondre à tous les besoins. Cet instrument a des inconvénients : il expose à briser les racines de la dent, le bord de l'alvéole, et surtout il presse sur la gencive avec une énergie égale à la résistance de la dent; mais, à côté de cela, un réel avantage le maintiendra longtemps encore dans la trousse de beaucoup de praticiens de la campagne et des petites villes : avec deux ou trois crochets de rechange on peut extraire toutes les dents. On pourrait résumer ses qualités et ses défauts en disant qu'il est bon à tout (en fait d'avulsion des dents) et qu'il n'est absolument propre à rien. On employait bien de temps à autre, et surtout pour les dents de devant, le davier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

droit ou légèrement courbe, mais trop souvent la dent échappait ou se brisait.

Les Américains et les Anglais, qui ont d'excellents dentistes et qui sous ce rapport ont été souvent nos maîtres, ont repris l'étude de cette méthode d'extraction et lui ont donné un caractère éminemment pratique. Au lieu de se servir d'un ou deux daviers communs à toutes les dents, ils ont une série de modèles dont les mors sont moulés sur la dent à l'extraction de laquelle ils sont destinés; ces mors sont sensiblement parallèles et n'ont aucune tendance à couper le collet. Il faut, pour employer ces instruments, de la force, de l'adresse, mais ils ne brisent pas le bord alvéolaire, ne déchirent pas et ne contondent pas la gencive. Dans les mains d'un dentiste habile, muni d'un arsenal complet, on peut être assuré que leur mode d'action est supérieur à celui de la clef.

Les modèles américains sont un peu plus lourds, plus forts que les modèles anglais. A première vue, nous serions portés à donner la préférence à ces derniers. Nous avons été frappés de la magnifique collection exposée par M. J. Évrard; toutes les qualités d'une bonne et judicieuse fabrication s'y trouvent, et le jury de l'Exposition s'est empressé de donner une médaille à ces instruments, d'un « admirable travail. » Ces daviers sont fabriqués aujourd'hui dans tous les ateliers d'instruments de chirurgie; ils ont été copiés très-exactement en Allemagne et à Paris, et leur usage se répand de plus en plus, malgré le prix élevé de la collection, qui doit être complète entre les mains de l'opérateur.

Nous signalerons encore ici deux tentatives nouvelles; l'une est due à un dentiste du midi de la France, M. d'Estanque; l'autre à M. C. Nyrops. Nous ne décrirons pas ces instruments, qui ont entre eux beaucoup d'analogie, bornons-nous à en indiquer le principe. Ils saisissent la dent comme un davier, puis, grâce à une disposition différente dans sa nature, mais identique dans son résultat, l'un des mors recule en attirant en dehors, comme dans la clef de Garengeot. Nous n'avons fait qu'apercevoir l'instrument de M. Nyrops derrière sa vitrine, mais nous avons examiné à loisir celui de M. d'Estanque, dont MM. Mathieu et Charrière ont chacun construit un modèle, celui-ci agissant avec un pignon, celui-là par le rapprochement des deux manches, comme avec une pince ou un davier. N'était-ce un prix très-élevé et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessité d'avoir une série de mors de rechange, l'attractif de M. d'Estanque serait peut-être appelé à lutter avec avantage contre les daviers anglais et américains.

Chacun sait que la lithotritie, une des belles conquêtes de la chirurgie moderne, a pris naissance en France. Cette opération est une de celles où l'assistance des fabricants a fourni le plus utile secours à l'esprit inventif des chirurgiens, aussi le nom de M. Charrière est-il attaché aux perfectionnements mécaniques qui ont établi d'une manière définitive cette méthode opératoire. Elle a été lente à s'introduire dans la pratique anglaise, la résistance s'est effacée, et aujourd'hui les fabricants de Londres font des brise-pierres de modèles très-variés; mais il est aisé de voir qu'ils ne sont pas bien pénétrés du but, de l'usage de ces instruments. La tige n'est souvent pas en rapport avec les becs, ceux-ci sont trop volumineux, celle-là trop mince; ces objections nous ont frappé devant la vitrine de M. Weis. Pourquoi M. Coxeter place-t-il sous son brise-pierre cette queue plate destinée à servir de manche, mais en réalité fort gênante? Sa vis à tête, en forme de clef, est-elle meilleure que le pignon ou que l'écrou brisé? Nous en doutons fort, et nous voyons cet inconvénient majeur qu'un pareil instrument ne permet pas, comme les nôtres, d'agir par pression de la main, de l'écrou ou par percussion.

Nous trouvons ici une série d'instruments très-ingénieux et très-perfectionnés depuis quelques années; les uns sont destinés aux rétrécissements de l'urèthre, les autres à l'extraction des corps étrangers accidentellement introduits dans la vessie, opérations toujours difficiles où le bon instrument rend d'inappréciables services. Nous n'avons qu'à choisir entre les modèles de nos fabricants, qui tous peuvent avoir leur emploi le cas échéant. Mentionnons cependant d'une manière spéciale un instrument de M. Mathieu, très-efficace et très-simple en même temps, pour l'extraction des épingles, des passe-lacets, des tiges molles ou rigides.

Assez souvent, dans l'opération de la taille, le calcul est trop volumineux pour sortir facilement par l'incision extérieure. Comme celle-ci ne peut être portée au delà de certaines limites, le chirurgien est obligé ou de se livrer à des tractions dangereuses, ou de diviser le calcul avant de l'extraire. Cette dernière manière de faire nous paraît excellente, et peut-être devrait-elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être plus fréquemment suivie. M. Charrière et M. Mathieu ont exécuté pour cet usage deux instruments très-analogues, une très-forte tenette qui fixe le calcul permet quelquefois de le rompre, et, quand cela est impossible, laisse agir un perforateur qui se monte facilement sur la tenette. Dans notre opinion, l'idée chirurgicale est bonne, mais l'instrument n'est pas à l'abri de toute critique : il est volumineux et agit lentement. Nous préférerions un brise-pierre, court, gros et fort, analogue à ceux qu'on emploie pour la lithrotritie.

Les grandes opérations obstétricales ont suscité des perfectionnements ou des créations nouvelles. Le forceps était autrefois un immense instrument aussi effrayant pour les malades et les assistants que difficile à transporter pour l'accoucheur. M. Charrière a séparé les cuillers des manches par un assemblage très-solide et très-facile à démonter; de plus les manches se composent de deux parties rentrant l'une dans l'autre. Grâce à ces dispositions, l'instrument peut être placé dans un étui très-portatif et même contenu dans la poche de l'habit.

Dans certains cas graves, la mort du fœtus étant certaine, l'accoucheur n'a plus à se préoccuper que de son extraction si elle ne s'opère pas par les forces naturelles. Cette extraction est souvent possible en réduisant seulement les dimensions de la tête, d'autres fois elle nécessite la séparation des membres et de la tête. L'embryotôme de M. Mathieu, sorte de scie agissant à couvert dans une gaîne courbe, est destiné à cette dernière opération; il a été construit sur les indications du docteur Jacquemier.

C'est plus qu'un instrument, c'est un appareil tout entier que M. Lüer a imaginé pour extraire le fœtus. Si l'idée de ce fabricant, qui a déjà pour elle l'expérimentation cadavérique, réussit aussi bien sur le vivant, M. Lüer aura doté la pratique des accouchements difficiles d'une ressource nouvelle et bien utile. Son appareil se compose d'un perce-crâne totalement différent de ceux que nous connaissons, et ne pouvant jamais blesser la mère; d'une longue ventouse tubulaire destinée à attirer la substance cérébrale du fœtus; d'un instrument complexe, moitié crochet, moitié ventouse; ce dernier, sous un volume relativement petit, exerce une traction des plus énergiques et permet d'attirer au dehors le fœtus tout entier. Encore une fois il faut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attendre la sanction de l'expérience, mais on ne peut se refuser à reconnaître que la pensée est ingénieuse et que tous les détails de l'appareil ont été étudiés avec des soins intelligents.

C'est justice de rappeler ici que le jury de Londres a récompensé la bonne disposition et l'excellente fabrication de beaucoup d'instruments de chirurgie, d'oculistique et d'obstétrique sortis des ateliers de cet estimable et laborieux fabricant.

Nous avons un mot à dire ici de quelques objets qui ne sont pour ainsi dire plus des instruments, mais qui n'en rendent pas moins de fréquents services, ce sont les seringues et les appareils à injection. Certains d'entre eux ont d'ailleurs pris une grande importance depuis que la pulvérisation des eaux minérales est devenue une méthode thérapeutique. Nous nous bornerons à indiquer ici les appareils à pulvérisation de M. Charrière, préférables pour les grands établissements ; celui de M. Mathieu, auquel il donne le nom de néphogène; l'instrument très-utile de M. Charrière pour les injections forcées et la seringue à double effet de M. Mathieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 35.

PRODUITS CÉRAMIQUES,

PAR M. SALVETAT.

MATIÈRES PREMIÈRES, PROCÉDÉS DE FABRICATION, PRODUITS NOUVEAUX, OBJETS DE LUXE.

Je me propose, dans cette étude des produits céramiques exposés au palais de Kensington, de comparer, au point de vue technique et technologique, les différentes fabrications dont on s'occupe le plus dans les pays civilisés[1].

Lorsqu'il s'agit de produits manufacturés, un simple examen de l'objet exposé ne suffit pas pour comprendre les procédés de production; les moyens employés dans l'usine ne laissent généralement pas de traces, et ce n'est que dans des conversations intimes entre les Jurés et les Exposants, ou dans des visites de détail effectuées au sein même des Établissements, qu'on peut saisir la valeur réelle, pour le présent ou pour l'avenir, des améliorations qui se produisent journellement.

Envisage-t-on les avantages que l'industrie générale doit retirer de ces grands concours universels, les expositions sans jurys de récompenses, comme beaucoup les ont rêvées, ne présenteraient certainement pas les résultats d'utilité pratique qu'on est en droit d'en attendre; si l'on supprimait l'intervention des hommes spéciaux appelés à faire partie des jurys d'examen, et si, par conséquent, ces derniers étaient privés des moyens de

1. On trouvera dans le rapport officiel sur l'Exposition universelle de Londres, en 1862, les considérations générales qui sont plus particulièrement du domaine de l'économie politique. Classe 35, par M. REGNAULT, administrateur de la Manufacture de Sèvres, avec la collaboration de l'auteur de cet article.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répandre leurs observations personnelles, soit dans leur enseignement écrit ou parlé, soit dans des mémoires originaux, une grande partie des faits nouveaux bons à constater passeraient inaperçus.

Quant à moi, mon séjour à Londres m'a permis de beaucoup voir, et je puis dire que j'ai bien plus appris dans les fabriques elles-mêmes qu'à l'Exposition proprement dite. L'accueil qui me fut fait par un grand nombre d'Exposants m'a permis de donner quelque intérêt, je crois, à cette Note que MM. les Professeurs du Conservatoire ont bien voulu comprendre dans leurs *Annales*.

La variété des objets exposés dans la classe des Poteries est considérable; la diversité des méthodes employées à leur confection ne l'est pas moins; les matières premières, les appareils de préparation, de façonnage, de cuisson et de décoration des pâtes, sont très-variés; enfin, les principes qui servent de base à toutes les opérations sont si différents, suivant qu'ils s'appliquent à des ustensiles d'usage journalier ou à des poteries de luxe, qu'il n'y aurait que confusion si l'on perdait de vue l'objet qu'on veut fabriquer, je veux dire son usage, et les qualités spéciales que cet objet doit présenter : résistance, forme, prix de vente.

Je serai donc forcé d'admettre, en ne faisant ressortir que les innovations ou les modifications que j'aurai remarquées, un certain ordre méthodique, et je suivrai, prenant comme point de départ l'étude des matières premières, l'ordre naturel des opérations : procédés de composition, de façonnage, de cuisson et de décoration. C'est en effet par la succession de ces diverses phases de la fabrication qu'on peut confectionner les produits céramiques les plus simples comme les plus composés. J'établirai, mais à titre de subdivision, la nature de la poterie : terre réfractaire, carreaux, vaisselle de table, faïence, grès, porcelaine et poteries de luxe.

§ 1er. MATIÈRES PREMIÈRES.

Les matières les plus importantes parmi celles que le potier met en œuvre sont les terres réfractaires et les kaolins. Celles dont la valeur vénale est la plus considérable sont les kaolins.

Kaolin. Nous sommes loin de l'époque où l'on cherchait à connaître la nature des terres qui devaient servir en Chine à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabriquer la porcelaine. Aujourd'hui les terres à porcelaine ne sont rien moins que rares ; elles n'ont plus un usage spécial, et la fabrication de la porcelaine est peut-être celle qui assure aux kaolins les débouchés les plus restreints.

La découverte des roches granitiques d'Aüe, près Schneeberg, en Saxe, vers 1710, avait mis l'Allemagne sur la voie de cette fabrication très-importante. Un simple lavage est suffisant, en effet, pour séparer les deux éléments constitutifs de la pâte, l'un transparent, l'élément feldspathique, l'autre infusible, le véritable kaolin; il est facile de les réunir ensuite en proportion convenable pour composer une véritable poterie qui ne soit ni trop opaque ni trop fusible. On ignorait cette propriété des granites en décomposition. Là était tout le mystère.

La découverte des roches analogues à celles de l'Allemagne se fit beaucoup plus tard en France; ce n'est qu'en 1765 que Guettard fit connaître les caractères du kaolin d'Alençon, et en 1768 que Macquer reconnut l'abondance et les qualités des kaolins de Saint-Yrieix. Tant que chez nous la porcelaine, par ses hauts prix, resta la poterie de luxe pour la vaisselle de table, les kaolins conservèrent une valeur très-élevée.

Plusieurs causes, cependant, devaient la faire diminuer. Au premier rang, il faut placer la concurrence et les demandes qu'on faisait de cette matière pour la fabrication des faïences fines. L'exploitation de la terre des Cornouailles, commencée dès 1755, devait surtout amener ce résultat. L'infériorité des terres de pipe françaises, relativement aux poteries fines anglaises, eut pour conséquence l'introduction en France des procédés anglais, introduction entraînant celle des matières employées en Angleterre comme base de cette fabrication; ces matériaux étaient désignés sous les noms de cornish-stone et de cornish-clay.

La découverte du kaolin de Bayonne, celle des kaolins de l'Allier, déprécièrent plus tard les kaolins destinés à la fabrication des poteries de faïence fine; la valeur des kaolins de Limoges, qu'on réservait d'une manière plus exclusive pour la composition des porcelaines ne manqua pas de s'amoindrir. Aujourd'hui, des gîtes de kaolins purs et de bonne qualité ont été trouvés dans plusieurs départements, dans la Drôme, dans la Nièvre, dans le Morbihan, à l'est de Cherbourg et à l'ouest de Vannes. Mais bien qu'elles conviennent aux apprêteurs de tissus et aux fabricants de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papier, toutes les variétés ne sont pas également propres à la confection des porcelaines. Cette fabrication recherche les matières les plus pures.

Les premiers usages très-répandus en Angleterre exigent des kaolins décantés. Aussi les kaolins anglais sont-ils lavés.

Dans la Haute-Vienne, les kaolins ne le sont que rarement. Les compositions très-simples qui conduisent aux porcelaines de Sèvres (kaolin, sable, quartz feldspathique et craie) ne sont nulle part employées qu'à Bayeux. Les Limousins, n'ajoutant pas de craie, fabriquent une pâte qui comporte une plus forte proportion de matière fusible. De là l'emploi général des kaolins caillouteux en nature. Mais comme ces matières sont essentiellement variables quant à leur rendement en argile, les fabricants de pâte, à Limoges, s'affranchissent des inconvénients qui pourraient résulter de la fusibilité plus ou moins grande des pâtes; ils font entrer simultanément dans leurs dosages les kaolins d'un grand nombre de carrières, pour, en définitive, ne composer les pâtes qu'avec une moyenne à peu près invariable. Néanmoins, il leur faut avoir l'oreille aux écoutes pour savoir corriger, en temps utile, par une introduction d'argile décantée, des pâtes trop fusibles, ou inversement, par une addition de sable ou de kaolin caillouteux, des matières reconnues par le consommateur comme beaucoup trop réfractaires.

En Angleterre, le kaolin est débarrassé sur place des parties trop fusibles qu'il contient. On emploie maintenant les moyens mécaniques pour le décantage, et la chaleur artificielle pour le raffermissement et la dessiccation, — c'est ainsi qu'on procède à Lee-Moor, par exemple. — Néanmoins, sur beaucoup d'autres points le lavage se fait à la main, après que l'on a, par un épluchage soigné, éloigné toutes les impuretés nommées, suivant leur nature, *weel*, *caple* et *sheel*. La terre est amenée en tas sur le sol de l'atelier de lavage; elle reçoit l'action d'un petit courant d'eau qui tombe avec force d'environ deux mètres, et sous lequel un ouvrier l'agite au moyen d'un râble jusqu'à ce que toute la masse se soit échappée par une rigole inclinée qui conduit, au moyen d'un canal couvert, dans ce que l'on nomme le *catch-pit*. Des grains de quartz et de mica se déposent dans la rigole, tandis que les autres parties, en raison de leur légèreté, sont entraînées à l'état de suspension. L'eau trouble se dirige dans des séries de réservoirs;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs côtés et le fond sont revêtus de pierres taillées et les joints sont garnis de ciment hydraulique ; ces réservoirs retiennent graduellement les matières les plus grossières ; dans le premier (*pit*) se sont accumulés les matériaux inutiles qu'on rejette chaque soir, au moyen d'une ouverture destinée à cet usage ; le liquide, après avoir rempli le premier réservoir, passe dans le second, puis dans le troisième ; il se fait dans le second un grand dépôt de mica.

L'eau, tenant encore en suspension les particules les plus fines de la terre à porcelaine, se rend dans des fosses plus larges que les premières, de même profondeur, mais environ trois fois plus larges et plus spacieuses ; on les nomme *ponds*. La terre s'y dépose graduellement et, de temps en temps, au moyen de chevilles placées sur l'une des faces du réservoir, on écoule l'eau qui surnage. On répète cette opération jusqu'à ce que, par des dépôts successifs, le dernier réservoir soit rempli. A ce moment la pâte est à l'état de bouillie épaisse ; il ne reste plus qu'à la faire sécher pour la rendre propre à la vente. Lorsqu'elle est assez raffermie pour se diviser en petits fragments de la grosseur d'un œuf, on l'étend sur des claies placées sous des hangars abrités de la pluie, ou sur le plancher d'un grenier ; elle finit par s'y dessécher complétement.

On pratique maintenant ce lavage, en France, sur les kaolins des Pyrénées, de l'Allier et du Nivernais. Je sais, par exemple, qu'on sépare du sable de Nevers, que les fabricants de faïence emploient pour faire l'émail de leurs poteries, 10 p. 100 d'une argile très-blanche qui a tous les caractères et les propriétés de la véritable terre à porcelaine ; elle était perdue. A Saint-Yrieix, à de rares exceptions près, on ne lave que les argiles qui, sous le nom de *décantées*, représentent le lavage des parties rebutées au moment de l'épluchage. Ce sont des kaolins impurs.

Le kaolin s'exporte d'Angleterre annuellement par masses considérables ; on évalue à

83 000 tonnes celui qui s'exporte des Cornouailles
et 5 000 tonnes celui qui vient du Devonshire.

La fabrication des papiers et les apprêts pour calicot en consomment de très-grandes quantités. La confection de la faïence fine en emploie des masses considérables ; la porcelaine dure en absorbe beaucoup moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les kaolins destinés à la fabrication du papier n'exigent pas le même degré de pureté que ceux qui sont destinés à la fabrication des poteries. L'absence du fer n'est pas aussi nécessaire; néanmoins, on sait aujourd'hui tirer parti de quelques variétés ferrugineuses. En France, par exemple, au moyen de compositions très-fusibles qu'on a fait pourrir, on peut employer, pour faire les porcelaines du commerce, des kaolins qui contiendraient 1,50 pour 100 d'oxyde de fer. Les belles qualités que recevait autrefois la Manufacture de Sèvres ne renfermaient pas au delà de 0,15 p. 100 de cet oxyde. La pourriture a pour effet d'en éliminer une partie à l'état de sulfate de fer; ce sel se forme aux dépens du sulfure de fer, qui prend naissance au contact de l'oxyde de fer et de l'hydrogène sulfuré; ce gaz se développe sous l'influence de l'acide carbonique de l'air et du sulfure de calcium engendré par la réaction du sulfate de chaux sur les matières organiques amenées par les eaux dont on se sert pour pétrir la pâte.

Au reste, tous les kaolins trouveraient leur emploi dans la fabrication des porcelaines communes, comme on en fait en Chine et dont on voit le type dans les porcelaines de Bayeux. En conservant les dosages de Sèvres, on produirait une excellente poterie propre aux usages domestiques.

On a pu voir à Londres, avec assez d'intérêt, le bloc du kaolin caillouteux rapporté de Victoria. Le kaolin figurera donc encore parmi les richesses minérales que l'Angleterre exploite dans la plus opulente de ses colonies.

Terres réfractaires. On sait que l'Angleterre est puissamment dotée sous le rapport des argiles réfractaires. La réputation des argiles de Stourbridge est européenne.

Plusieurs variétés de ces argiles étaient exposées; leurs propriétés physiques ont pu se trouver bien appréciées. Je ne pense pas que nous ayons en France, au moins en exploitation courante, rien d'analogue. Tout le monde a vu dans l'annexe de l'Est de nombreux échantillons de terre cuite ayant subi l'influence du feu; ils venaient se loger sans retraite dans les cavités desquelles ils avaient été distraits. On comprend quelles ressources immédiates doivent fournir aux potiers des matières cuisant ainsi sans diminution de volume et contenant en mélange intime et naturel la quantité de sable nécessaire pour les dégraisser. Il y a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

là, bien évidemment, un avantage considérable pour la fabrication courante, coûteuse ordinairement, non-seulement à cause de la main-d'œuvre nécessitée par les mélanges, mais encore par les rebuts qui résultent des fentes, gerçures, etc., occasionnées par la retraite.

J'avais cru que les échantillons cuits n'avaient pas été suffisamment chauffés. J'ai pu me convaincre de l'erreur dans laquelle j'étais. J'ai fait passer au feu quelques fragments que j'avais rapportés de Londres; ils n'ont pas pris une retraite plus grande, bien qu'ayant été soumis à la température élevée de nos fours de Sèvres.

J'ai pensé qu'il pouvait être utile d'avoir une analyse exacte de ces terres, et je les ai décomposées par le carbonate de soude et l'acide fluorhydrique. Un des échantillons, dont la composition suit, a été pris par moi à l'Exposition même; les deux autres avaient été prélevés à Tamworth, dans l'usine de MM. Gibbs et Canning, à Glascott-Colliery, dont M. Gibbs a bien voulu m'ouvrir les portes avec une hospitalité tout anglaise.

	ARGILE de Stourbridge [1].		de Tamworth [2].		
	1.		2.		3.
Perte au feu	10,20	—	13,20	—	11,50
Silice	62,80	—	53,50	—	50,50
Alumine	21,72	—	26,87	—	31,95
Oxyde de fer	2,80	—	4,50	—	3,80
Chaux	0,50	—	0,30	—	0,25
Magnésie	0,17	—	traces.	—	0,00
Potasse	0,97	—	1,63	—	2,00
Soude	0,84	—	traces.	—	traces.
Total	100,00	—	100,00	—	100,00

J'ai dosé avec soin la potasse et la soude trop souvent négligées; je suis certain que la présence des alcalis devient dans les argiles un des éléments les plus importants à connaître pour

1. Cette analyse s'accorde avec celle que M. Hunt rapporte dans son travail sur l'exposition de Londres (*Handbook to the industrial department of the international exhibition*, 1862, p. 29).

2. Les résultats de l'analyse donnée par M. Hunt se placent comme moyenne entre ceux que j'ai trouvés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en déterminer la valeur au point de vue de leurs propriétés réfractaires.

Il est bien regrettable qu'il n'existe pas en France une collection de toutes les matières argileuses réunissant tout à la fois leur composition exacte, leurs usages, leurs qualités. Une semblable collection serait évidemment très-instructive, et je me demande s'il ne serait pas convenable que le Conservatoire des Arts et Métiers, qui est aujourd'hui l'école naturelle de nos industries, prît l'initiative d'un semblable musée. Que de richesses minérales ignorées seraient mises en lumière, si les propriétaires du sol trouvaient d'utiles renseignements dans la réunion officielle des échantillons classés par nature, et s'ils pouvaient ainsi se faire promptement une idée bien exacte des valeurs qu'ils possèdent. Les usages auxquels les terres sont destinées sont si variés, que bien certainement les métallurgistes, les verriers, les fabricants de produits chimiques et les agriculteurs ne verraient pas, avec moins d'intérêt que les potiers, la création de la collection dont je parle.

Argiles plastiques. Nous pouvons envier à nos voisins leurs argiles de terrain houiller, mais nous avons aussi nos richesses; nous savons tout le soin avec lequel les Anglais recherchent chez eux des argiles de la nature de celles d'Abondant : le commerce connaît cette terre sous le nom d'argile de Dreux; ses prix augmentent sans cesse en raison de la demande qu'on en fait en Angleterre; elle y est surtout estimée pour la confection des creusets à fondre l'acier. On la préfère de beaucoup aux argiles de Forges et de Montereau.

L'Exposition de Londres contenait quelques spécimens d'argile à potier de qualité supérieure, tant au point de vue de la blancheur, qu'à celui de la qualité réfractaire. Que nos argiles de Montereau, pour les qualités supérieures, soient assez renommées pour être demandées par quelques fabricants de faïence parmi nos voisins, que les argiles de Valendar soient avantageuses pour les manufactures établies sur les bords du Rhin, nous ne le contestons pas; mais il faut avouer que l'Angleterre n'a rien à nous envier, et qu'elle est richement dotée par ses gîtes de Poole et de Teignmouth.

Les argiles de Poole et de Wareham, dans le Dorsetshire, offrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les plus grandes ressources aux potiers; ils s'en servent pour établir leurs meilleurs produits; ils cuisent la pâte plus fort et durcissent leur glaçure. On n'en consomme pas moins de 190,000 tonnes pour faire des briques, des tuyaux de drainage, des articles d'ornementation extérieure; on en embarque environ 56,000 tonnes par an, et les chemins de fer en enlèvent encore 5,000 tonnes pour la consommation intérieure.

La terre de l'île de Perbick, dans le Derbyshire, est réputée.

Le Devonshire est également bien partagé. Il semblerait que les dépôts qu'on trouve au fond de la vallée, au-dessous de Dartmoor, soient dus au lavage et aux dépôts naturels des granits décomposés. On estime à 15,000 tonnes environ la quantité d'argile exportée de Teignmouth. La plus blanche est vendue 1 l. 5 s., la deuxième qualité vaut 12 s., et la dernière, réservée pour les tuyaux de drainage, ne coûte plus que 8 s. 6 la tonne.

Acide borique. L'acide borique ajoute aux glaçures brillant et dureté. L'introduction du borate naturel double de chaux et de soude a été, dans la fabrication des faïences, un élément de succès; et si sa substitution au borax ou à l'acide borique ne s'est pas répandue en Angleterre, il faut admettre que c'est sans doute parce que les essais qu'on en a faits n'ont pas été menés avec assez de persévérance. Nous ne doutons pas que les fabrications des poteries communes à glaçure colorée ne s'empressent d'en faire usage, aussitôt que l'emploi des glaçures exclusivement plombeuses sera prohibé.

Dans beaucoup de circonstances le borate brut, sans être épluché, peut directement servir. Il n'est indispensable de le débarrasser de la terre qui le souille que lorsqu'il s'agit de préparer des faïences vernies incolores ou des glaçures colorées par des oxydes qui se combineraient à l'oxyde de fer pour former des nuances autres que celles qu'on désire obtenir.

§ 2. PRÉPARATION DES PATES.

Je ne puis passer sous silence l'exposition intéressante de MM. Needham et Kite, *Phœnix iron Works*, Wauxhall. Ces ingénieurs avaient appelé l'attention du jury sur leur presse à ressuyer les pâtes céramiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La quantité considérable qu'on doit raffermir dans une manufacture de l'importance de celles qu'on trouve en Angleterre, a fait chercher des méthodes expéditives et plus économiques que celles qn'on a connues jusqu'à ce jour. On est redevable à MM. Needham et Kite d'une modification intéressante de la presse à raffermir, inventée par un fabricant français, M. Honoré. Dans le système primitif, la pâte à l'état de barbotine est mise dans des sacs, et les sacs placés les uns à côté des autres, par lits séparés, au moyen de claies, reçoivent une pression considérable et graduée dans une presse à vis. Les sacs sont en toile.

En Angleterre, on a modifié les détails en conservant les principes. Comme aucun ouvrage français n'a donné jusqu'à ce jour l'indication de ce procédé, je crois qu'on en verra très-utilement ici la description sommaire.

Une série de 24 châssis compose un appareil; ces châssis renferment chacun une claie, de telle sorte que les châssis étant en place laissent un vide dans lequel les sacs peuvent être maintenus. Les châssis chargés de leur sac sont placés verticalement.

Pour former les sacs, on pose les châssis à plat, en étendant à leur surface une double étoffe faite de calicot commun. Le coton vaut mieux que la toile; son duvet beaucoup plus long attire à l'extérieur par capillarité l'humidité qui se trouve à l'intérieur. On rabat longitudinalement aux bandes du châssis le tissu sur lui-même, en double pli pour former le sac; il se trouve alors fermé comme un sac de papier.

L'intérieur du sac ainsi préparé communique avec un tube métallique fixé à demeure sur la toile et qui se loge dans une échancrure; cette dernière forme un trou circulaire quand deux châssis consécutifs sont mis en place et juxtaposés. De petites encoches intérieures dans l'une des bandes du châssis portent des clous à l'aide desquels on ajuste les sacs pour qu'ils restent suspendus dans l'espace compris entre les claies, lorsque les châssis sont maintenus dans leur position verticale.

Après avoir placé de la sorte, et les uns à côté des autres, les 24 châssis qui composent l'appareil, on les serre avec des tirants terminés par des boulons et on ajuste sur chacun des tubes communiquant avec les sacs, un autre tube soudé sur un tuyau commun. La jointure est maintenue par une coiffe métallique percée d'un trou fileté qui monte ou descend suivant qu'on veut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serrer ou desserrer la réunion. C'est par ces tubes que les sacs se remplissent ; le tube principal communique avec une pompe qui puise la barbotine et la répand dans les sacs; l'eau s'écoule par une série de trous placés sur la barre inférieure des châssis, et le vide qui se fait est de suite rempli par le travail de la pompe. Un massif de 0m,61 de hauteur sur 1m,83 de largeur et 2m,75 de longueur, desservi par deux ouvriers, permet de raffermir par pressée 1,000 kilogrammes de pâte. On peut faire trois pressées par jour. Dans les cas d'urgence, rien ne s'oppose à ce qu'on travaille la nuit pour doubler cette quantité.

On donne à l'étoffe une plus grande résistance en la trempant dans une dissolution faite d'une demi-once d'alun dans un gallon d'eau pure; on diminue de la sorte les frais d'entretien.

Le système ainsi décrit fonctionne dans les Poteries chez les plus importants des exposants anglais.

Je dois faire ici cette remarque importante que lorsqu'on a pu voir une usine anglaise, on les a toutes vues. Les Anglais ont beaucoup plus que nous le respect de la propriété : si quelque nouveau procédé se fait jour, on préfère payer à l'inventeur un droit de licence plutôt que de se lancer dans l'incertain d'un procès en contrefaçon ; généralement, si quelque méthode nouvelle vien à se produire, les essais en sont faits à frais communs, et le perfectionnement convenablement étudié profite à tous, inventeurs et exploitants. Nous devons avouer que chez nous, il n'en est pas ainsi, et que, si nous voyons les fabricants s'entendre, c'est, le plus souvent, lorsqu'il s'agit de combattre un brevet. J'ajouterai que le brevet contre lequel l'industrie se ligue est, presque toujours, un titre réel et sérieux ayant sa valeur légale et sa raison d'être.

J'avoue que je n'ai pas été peu surpris de retrouver en Angleterre dans un assez grand nombre d'usines la même installation. J'a vu presque partout les mêmes appareils de broyage, les mêmes cuves de délayage, les mêmes fosses de dosage, et particulièrement les mêmes presses à raffermir les barbotines.

Il existe à Etruria, presque au centre des *Poteries*, dans le Staffordshire, un mécanicien habile, M. Kirk, qui travaille exclusivement pour les potiers. A la tête d'une fonderie importante de fonte de fer et de bronze, il installe des machines à vapeur, et monte les ateliers de broyage et de préparation des pâtes. J'ai su

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

depuis mon retour de Londres que cette même fonderie avait établi sur la demande de MM. Pickman de Séville leur manufacture de la Cartuja, usine importante qui ne compte pas moins de 750 ouvriers.

Ce fait n'est-il pas de nature à faire ressortir les avantages de l'agglomération?

La dépense occasionnée pour raffermir 1000 tonnes de pâte peut être évaluée comparativement, suivant le professeur Muspratt, d'après une période de six mois, de la manière suivante :

Par les fours à évaporer (ancienne méthode), (*slip-kiln*).

Manœuvre de 1000 tonnes à 1 s., 4 p.	L.	66	13	4
Frais d'entretien des fourneaux.		32	0	0
Charbon 750 tonnes à 4 s., 9 p.		178	2	6
	L.	276	15	10

Par la méthode de MM. Needham et Kite.

Manœuvre de 1000 tonnes à 3 s., 6 p.	L.	175	0	0
Broyage à 4 p.		10	13	4
Dépense de vapeur.		20	0	0
Droit de licence, par tonne, 6 p.		25	0	0
Bonification.		40	2	6
	L.	276	15	10

Dans les deux cas, la dépense de raffermissement de la barbotine est de 6 p. par tonne.

§ 3. PROCÉDÉS DE FAÇONNAGE.

Façonnage des briques. Quoiqu'on ait beaucoup amélioré le façonnage mécanique des briques, je n'ai pas remarqué qu'on eût abandonné le moulage à la main pour les produits réfractaires. J'ai vu pratiquer cette dernière opération partout où j'ai pénétré. Un ouvrier qui fait par jour 1,000 briques produit, aux prix actuels qui sont suffisamment rémunérateurs, un bénéfice assez convenable.

La terre est partout pétrie par un malaxeur mécanique. La même exploitation tire généralement du même puits son charbon de terre et ses argiles. Rarement la terre a besoin d'être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégraissée : elle comporte naturellement, comme je l'ai fait observer pour l'argile de Stourbrige, la quantité de sable nécessaire pour diminuer sa plasticité. Dans quelques endroits, cependant, on sépare, après qu'elles se sont délitées, les masses d'un aspect plus sableux pour les mélanger, à volume égal, aux variétés plus franchement plastiques; c'est ainsi qu'à Glascott-Colliery, j'ai vu mélanger, à parties égales, les variétés analysées sous les numéros 2 et 3.

Après les observations générales qui viennent d'être présentées, je ferai remarquer que le laminage semble, au moins pour les briques communes, donner un façonnage économique. MM. Cazenave et Jardin avaient exposé leur machine ; elle fonctionnait dans l'annexe, section française.

La pâte, comprimée entre deux cylindres, s'échappe sous forme d'une nappe continue de l'épaisseur de la brique. Une disposition ingénieuse permet au fil qui débite les briques de suivre un plan vertical, bien qu'il soit animé d'un mouvement de translation. A cet effet, il est guidé par un mentonnet placé en tête de la planchette sur laquelle la brique se trouve déposée. On a remarqué leur moyen très-simple de faire agir verticalement le fil qui débite les briques à longueur voulue, dans une direction perpendiculaire au mouvement de translation de la nappe de pâte.

Il résulte d'expériences faites aux ateliers du chemin de fer de Toulouse à Tarbes, que trois hommes et cinq enfants, payés ensemble 11 fr., peuvent mouler en une journée de dix heures 12,780 briques, modèle de Bourgogne, soit 1,000 briques pour 0f,86c; les briques sortant du laminoir sont d'une grande pureté de lignes et bien conditionnées. La terre employée par la machine peut avoir plus de consistance que celle qu'on emploie dans le moulage à la main, ce qui permet de les placer de suite sur champ et de moins encombrer les ateliers. La dessiccation est d'ailleurs plus rapide; la retraite que prend la brique est beaucoup plus faible.

Façonnage mécanique des tuyaux. L'Angleterre fabrique encore aujourd'hui de grandes quantités de tuyaux pour drainage et conduites d'eau. Les machines à faire les tuyaux de drainage sont connues. Nous signalerons cependant une légère modification

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les constructeurs anglais ont apportée depuis plusieurs années aux dispositions de leurs machines. Au-dessus de l'ouverture qui laisse échapper la terre moulée sous la forme voulue, ils ont disposé deux ou trois réservoirs qui contiennent de l'eau et qui l'instillent goutte à goutte sur les surfaces à leur sortie de la filière: ces surfaces, constamment lubrifiées, sortent plus nettes et moins déchiquetées. Peut-être une émulsion d'huile commune remplirait-elle avec plus d'avantages ces mêmes fonctions.

Lorsque les tuyaux ont un diamètre assez considérable, il faut les faire au moyen d'appareils placés verticalement. On connaît la disposition générale au moyen de laquelle on les façonne; sous ce rapport, je n'aurais rien à dire, si je n'avais vu dans deux ou trois ateliers des tuyaux à grand diamètre obtenus entièrement par la machine; le renflement supérieur se moule en même temps que le tuyau lui-même. On n'ignore pas qu'ordinairement ces emboîtements sont rapportés et faits après coup ; cette pratique augmente notablement le prix de revient.

Pour bien comprendre comment l'appareil fonctionne, il suffit de décrire la partie inférieure du cylindre par lequel la pâte est façonnée. L'ouverture pratiquée dans le fond, obtenue par un noyau central, donne le plus grand diamètre du tuyau; le noyau central descend d'une certaine longueur pour faire l'emboîtement ; il est entouré pendant que le piston descend d'un anneau circulaire qui s'ouvre en deux par un assemblage à charnière, à la fin de l'opération, quand la portion du tuyau qui présente la plus petite section se trouve complétement dégagée. Cette sorte de collier forme, quand il est fermé, la filière qui façonne le tuyau. Lorsqu'il est ouvert, l'orifice moule l'emboîtement par la même manœuvre. Quand le tuyau sort du cylindre à longueur, un fil le découpe en passant au-dessous du noyau lui-même, plus bas que le fond du cylindre. La manœuvre de l'appareil est, du reste, identique à celle des cylindres ordinaires. La charnière autour de laquelle tournent les deux parties de l'anneau est fixée solidement au fond du cylindre. La réunion des deux parties du collier est obtenue par une sorte de griffe, de crochet ou de verrou, capable de résister à la pression considérable exercée par le piston.

Moulage des briques en pâte ferme. L'idée de mouler les briques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en terre presque sèche n'a pas été perdue de vue. L'Exposition de Londres contenait un modèle d'un semblable système inventé par M. W. Wilson, à l'usine de Campbell-Field, près Glascow. La pâte pulvérisée et sèche est introduite dans une chambre remplie de vapeur; l'eau qu'elle peut condenser, suffit pour l'humecter partiellement et lui donner la plasticité nécessaire à la facilité du travail, sans que la pression devienne trop considérable. Les moules qu'on charge de la pâte ainsi préparée sont placés sur une couronne qui tourne autour d'un axe vertical; leur fond est pressé par-dessous contre une plate-forme fixe et résistante. La pression est réglée par un plan incliné; ce dernier force chaque refouloir à pénétrer de plus en plus avant dans la cavité qui forme le moule; il paraît que cette machine est capable de donner des briques d'excellente qualité, bien faites et préparées pour recevoir presque immédiatement l'action de la chaleur. La fabrication est régulière; elle est représentée comme devant être très-économique.

Façonnage des poteries fines. Depuis la dernière Exposition de Paris, le tour automoteur a reçu de grands développements : la difficulté n'était pas de relier le tour directement avec un arbre commun dérivé de la force motrice générale, et faisant tourner simultanément tous les tours d'un même atelier; il fallait trouver une disposition simple, permettant au tourneur de changer rapidement et à volonté la vitesse de son tour pour la mettre en rapport avec l'état d'avancement de son travail. Il semble qu'en Angleterre l'appropriation du tour automoteur mécanique se soit faite d'abord dans les ateliers de fabrication des grès cérames.

La magnifique exposition de MM. Doulton et Watt, de Lambeth près Londres, comprend une série très-remarquable de pièces tournées; elles sont le résultat de l'emploi d'un tour qu'on a pu voir fonctionner dans la Galerie des machines.

On sait que dans les tours ordinaires employés à la fabrication des faïences, la girelle est mise en mouvement par un enfant, ou comme en Angleterre, quelquefois par une femme. Le tour exposé présente cet avantage que, directement mû par le moteur général de l'établissement, le tourneur, au moyen de mécanismes très-simples, peut régler lui-même la vitesse de son tour et l'ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rêter tout à fait lorsqu'il le juge convenable. A cet effet, une pédale sur laquelle il peut agir sans changer de place, fait embrayer en même temps qu'une sorte de griffe avance ou recule à volonté la courroie qui met en mouvement deux cônes placés horizontalement; leurs sommets sont en sens inverses. La vitesse du tour est donc en rapport avec la place qu'occupe la courroie de transmission sur les deux cônes dont l'un communique avec l'arbre du tour et l'autre avec le moteur général.

Chez M. Vieillard, de Bordeaux, la variation instantanée dans la vitesse est obtenue par un cône de friction agissant sur le volant du tour et qui se déplace en avançant plus ou moins vers le centre, suivant qu'on veut modifier la vitesse de rotation.

Il est à remarquer que les procédés de tournage deviennent extrêmement expéditifs lorsqu'on réunit la méthode du calibrage à l'emploi du tour automoteur; on évite généralement alors les dépenses du tournassage : il suffit d'un réparage que des enfants peuvent exécuter avec assez de soins pour terminer des pièces de vente courante, comme vaisselles et services de table. C'est par le secours de ces moyens mécaniques très-bien compris que l'Angleterre a pu voir dépasser à son exportation de poteries le chiffre de 35 millions.

Façonnage des porcelaines par le procédé du coulage. Si l'on ne trouve pas dans l'exposition française, et même dans l'industrie céramique de notre pays, cette grandeur de ressources que nous rencontrons si frappante dans l'industrie anglaise, on est néanmoins frappé de suite des détails qui nous font à juste titre passer pour être plus inventifs que nos voisins.

Une étude de la céramique, considérée maintenant à ce point de vue, va nous permettre de continuer l'exposé des progrès réalisés depuis le commencement du siècle, et que le travail de la Commission française de 1851 a dû suspendre en 1850. Plusieurs de ces perfectionnements sont dus à la Manufacture de Sèvres; elle n'est pas restée en dehors de son programme. Fournir libéralement à l'industrie privée des modèles de bon goût, éclairer la fabrication particulière en essayant les procédés nouveaux, corrigeant les anciens, étendant le champ si vaste cultivé par le potier de terre, telle est sa raison d'être; rester utile, tel est son but pour répondre dignement à la volonté souveraine du Prince

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui supporte toutes les charges imposées par les Manufactures impériales.

Fidèle à son passé, l'établissement de Sèvres avait exposé dans le palais de Kensington le résultat d'efforts considérables; le concours de l'art pur a mis en relief les matériaux préparés par l'élément scientifique. L'utilité de Sèvres n'est contestée par personne; les progrès et le développement de la fabrication française démontrent que son exemple est suivi; nous disons avec orgueil pour les artistes qui travaillent dans la Manufacture impériale qu'ils sont imités, même à l'étranger; l'exposition anglaise prouve l'influence qu'ils ont exercée depuis 1851.

Les procédés de coulage sont appliqués avec succès depuis plus de dix années au façonnage des pièces minces et des pièces de grand diamètres; ils ont été perfectionnés par l'application du principe des pressions; l'air comprimé ou l'air raréfié interviennent, suivant les cas, pour empêcher la déformation; ils concourent à maintenir tantôt le contact à l'intérieur du moule, par une pression intérieure, tantôt l'adhérence indispensable pour un moulage parfait, par une diminution de pression à l'extérieur du moule; on obtient, en même temps, le raffermissement au moyen d'une sorte de succion.

M. Silberman jeune a pensé pouvoir utiliser cette même méthode dans la fabrication des faïences fines imprimées; en supposant que le moule soit creux et qu'il porte l'empreinte d'un dessin quelconque, cette empreinte étant chargée de couleur étendue d'une gomme miscible à l'eau, la croûte peut être appliquée sur ce moule; une compression convenable exercée à l'intérieur du moule façonnera la pièce et l'imprimera d'un seul coup. Il suffit de boucher le moule par une plaque qui ferme hermétiquement : des sphères entières peuvent être faites ainsi.

Sculpture pâte sur pâte. On se rappelle que Sèvres a produit, il y a dix ans, des pièces remarquables que beaucoup de fabricants ont imitées avec succès; les pâtes céladon avec reliefs, pâte sur pâte, sont devenues des types que l'on reproduit partout. L'exposition actuelle offre une grande variété de porcelaines colorées par des oxydes nouveaux; à l'oxyde de chrôme, seul usité dans l'origine, on ajoute actuellement les oxydes d'urane, de tungstène, de cobalt, de fer, de manganèse et de nickel; seuls ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mélangés, ils conduisent à des résultats remarquables, et non-seulement on obtient des effets monochrômes intéressants, mais encore on peut faire des sujets peints et colorés qui, ne nécessitant qu'une cuisson, donnent, en quelque sorte d'un seul jet, des poteries décoratives d'un mérite véritablement artistique.

Mais il y a là de grandes difficultés à vaincre pour atteindre la perfection d'une industrie courante ; l'introduction dans la pâte de certains oxydes modifie la retraite et la fusibilité ; il faut corriger les pâtes colorées, afin de les ramener aux propriétés primitives de la pâte blanche. Ce n'est que par des tâtonnements longs et pénibles qu'on peut espérer arriver à des résultats satisfaisants. On ne peut les multiplier qu'en procédant méthodiquement et du simple au composé ; l'exposition d'une série d'échantillons préparés avec grand soin fait voir ce que l'on peut attendre de semblables moyens.

La seule modification des proportions dans la composition de certaines pâtes a conduit à la préparation d'une matière remarquable par les nuances roses qu'elle prend à la lumière artificielle. De grands vases à fond uni ou à reliefs blancs sur fond vert-olive, vus à la lumière d'une lampe, paraissent rouge-rubis ; ils forment des effets nouveaux dont l'industrie ne tardera certainement pas à s'emparer bientôt.

Les études faites à Sèvres sur la cuisson à la houille ont conduit à croire qu'on pourrait tirer un grand parti, pour la coloration au grand feu, de l'action qu'exercent sur les oxydes ou les silicates métalliques les gaz au milieu desquels on peut les maintenir à la température rouge. L'expérience a montré que des pâtes colorées par certains oxydes prenaient, après leur cuisson, des nuances différentes, suivant la composition de l'atmosphère au sein de laquelle elles étaient cuites. En employant donc, à volonté, pour une pâte donnée, des atmosphères oxydantes, neutres ou réductrices, on produit des couleurs variées dont quelques-unes au moins sont entièrement nouvelles : les poteries ainsi faites ont un caractère essentiellement céramique.

Le chrôme donne des bleus clairs, d'une nuance très-agréable, dans une *atmosphère réductive*, parce qu'il reste à l'état de protoxyde; dans une *atmosphère neutre*, il donne à l'état de sesquioxyde les verts de chrôme ou le *céladon* quand il est en très-petite quantité. Dans une atmosphère oxydante, une partie de l'oxyde se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suroxyde et la pièce prend au jour des tons d'un vert foncé avec des reflets pourprés; mais elle devient d'un rouge pourpre à la lumière artificielle des lampes ou des bougies.

L'urane donne une belle couleur jaune au *feu oxydant*, un vert plus ou moins foncé dans une *atmosphère neutre*, enfin dans l'*atmosphère réduisante* des rouges bruns, clairs ou foncés, suivant la proportion de l'oxyde. C'est avec des mélanges, en certaines proportions, d'oxyde de chrôme et de pechblende, qu'on a pu préparer les vases à nuances changeantes, décorés de sculpture en pâtes rapportées, qui figurent parmi les pièces les plus importantes de l'Exposition de 1862.

Ces exemples, auxquels on pourrait en ajouter beaucoup d'autres, montrent l'importance qu'il y a pour les arts céramiques de pouvoir modifier à volonté l'atmosphère particulière dans laquelle doit se placer chaque pièce décorée, bien qu'elle se trouve au milieu d'un four qui est surtout rempli de pièces blanches de service. La Manufacture de Sèvres a réalisé ces diverses conditions par des moyens qu'il serait trop long d'énumérer ici.

§ 4. PROCÉDÉS DE CUISSON.

La forme des fours dans lesquels on cuit en Angleterre les différentes poteries que le commerce fournit est trop connue pour que nous nous y arrêtions ici. Toutefois, je ferai remarquer que les tuyaux de drainage, les briques et les terres réfractaires sont quelquefois cuites dans des fours spéciaux dont la forme n'est plus celle des fours ordinaires usités dans le Staffordshire pour la cuisson des poteries.

Le four est toujours cylindrique, mais alors le profil se rapproche davantage des fours employés en France. Les foyers, au nombre de six, sont placés à la circonférence et débouchent dans des cheminées ou carnaux qui s'élèvent intérieurement jusqu'à la voûte du four; les produits de la combustion lancés de la sorte dans la partie la plus élevée du four traversent en descendant les produits à cuire, ordinairement placés dans le four en échappade ou les uns sur les autres, sans encastage; ils s'engagent ensuite dans une cheminée centrale et commune pour être rejetés dans l'atmosphère. J'ai vu vingt de ces appareils dans un seul établissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il s'est produit à Londres, autour des fours exposés par M. Siemen, une certaine émotion.

Les fourneaux de cet inventeur sont appliqués, quant à présent, à la fabrication des verres à vitres et de la glace; ils sont en pleine activité dans l'usine de MM. Chance de Birmingham, et dans la Cie des *British-plate-glass*. On les a proposés pour la cuisson des briques et des poteries; ils ont été usités en métallurgie pour le puddlage du fer et dans les usines à gaz pour distiller les houilles destinées à l'éclairage. Je ne puis encore réunir ici les documents que j'ai réclamés; je le ferai d'ailleurs plus utilement dans la note relative à la Verrerie, qui paraîtra bientôt.

Dans tous les cas, il résultera des essais et tentatives dus à M. Siemen quelques notions intéressantes bien capables de modifier, dans de nombreuses circonstances, les conditions dans lesquelles on utilise aujourd'hui les combustibles solides.

§ 5. PROCÉDÉS DE DÉCORATION.

En abandonnant la fabrication proprement dite pour étudier la décoration, nous aurons à citer plusieurs observations intéressantes qui se sont produites depuis 1851.

Dorure brunie. Il est assez singulier que les procédés de dorure employés en Angleterre, au moins dans le Staffordshire, ne ressemblent en rien à ceux qui sont répandus en France, en Allemagne, en Belgique. Les décorateurs anglais ne semblent connaître ni l'or au mercure, ni l'or à la couperose; ils ne font pas usage de l'or précipité chimiquement. Je crois qu'on a renoncé dans les Poteries à l'usage du métal divisé par précipitation simplement parce que les conditions à remplir pour avoir une matière d'un emploi facile, douce à étendre, ductile et couvrant bien, n'étaient pas nettement définies. Je renvoie, pour l'indication de ces conditions, au volume II de ce *Recueil*, page 717. Il faut ajouter à celles que j'ai déjà prescrites, celle peut-être plus indispensable encore, de ne faire usage, pour précipiter l'or par la couperose, que d'une dissolution très-étendue de sulfate de protoxyde de fer.

L'or dont on se sert en Angleterre est exclusivement de l'amalgame. On prend huit parties de mercure et dix parties d'or; on agite le tout avec assez de vitesse dans un petit moulin mû méca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niquement. Cet amalgame est gris. Quand on veut faire de la dorure économique, on ajoute à cette poudre une certaine quantité d'oxyde rouge de mercure; le dissolvant est l'essence de goudron; elle brûle plus facilement que l'essence de térébenthine. Cette pratique explique pourquoi les moufles n'ont pas de tuyau pour conduire au dehors les vapeurs provenant de la combustion des huiles essentielles.

L'or est en général fourni par les marchands de Londres; on l'a traité par le mercure, puis coulé dans l'eau et repris par l'acide azotique pour éliminer le mercure. Cependant l'*or en coquille* est acheté chez les batteurs d'or de Paris.

Dorure brillante. Le fait le plus capital dont nous devions parler est l'application introduite en France des procédés au moyen desquels on supprime le brunissage par la dorure sortant toute brunie du moufle.

MM. Dutertre frères ont les premiers fait connaître un procédé qui donne d'excellents résultats, et qui a contribué d'une manière très-efficace au développement de la porcelaine d'exportation. MM. Dutertre frères font plus d'un million d'affaires, et ce chiffre ne porte que sur la façon; ils reçoivent à forfait la porcelaine blanche et la livrent toute décorée. L'or sans brunissage a permis de décorer richement certaines pièces à dessins contournés, dans l'intérieur desquels le brunissoir n'eût pu pénétrer; la préparation décrite par MM. Dutertre a été le point de départ d'une foule de recettes qui concourent toutes à former un produit qui est encore à l'état de secret en Allemagne, là où fut découverte la dorure brillante. Cette dorure brillante, ou dorure Dutertre, comme on la désigne généralement en France, était exposée par M. Battier, de Limoges; le jury n'a pas cru devoir accorder à cet exposant la médaille qui ne pouvait appartenir qu'aux frères Dutertre; si MM. Dutertre avaient exposé sous leur nom, cette récompense leur était décernée.

J'ai déjà fait apprécier dans ce *Recueil*, page 726, volume II, la valeur des procédés de MM. Dutertre; nous n'avons pas à reproduire ici la description de leur méthode puisque nous l'avons donnée déjà d'une manière suffisamment détaillée.

Lustres nacrés. Rien n'est plus simple que les principes qui ont été révélés par MM. Dutertre pour fabriquer leur dorure; ils se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résument ainsi, comme on le sait : préparer un liquide huileux pouvant se charger d'or, le conserver à l'état fluide, le déposer ensuite, sous l'influence de la chaleur qui brûle les parties organiques, sous forme d'une couche mince métallique apparaissant avec la couleur et l'éclat du métal le plus précieux que nous connaissions; ces principes ont été mis à profit par M. Brianchon, pour obtenir des lustres brillants et nacrés qui sont excessivement remarquables. Les oxydes de fer, de plomb, de bismuth, d'urane, d'argent, substitués à l'or dans des réactions analogues à celles que MM. Dutertre ont dévoilées, conduisent aux effets les plus surprenants, soit qu'on emploie ces agents seuls, soit qu'on opère par superposition sur des fonds blancs ou sur des fonds de couleur. Non-seulement M. Brianchon a reproduit ainsi les tons naturels de la perle et de la nacre blanche, mais il a fait l'imitation la plus satisfaisante qu'il soit possible de réaliser des nuances irisées qu'on rencontre quelquefois sur certaines coquilles de couleurs foncées.

L'exposition de MM. Gilet et Brianchon se fait remarquer par un ensemble complet et un cachet de nouveauté qu'on ne trouve nulle part. En effet, outre les lustres d'or, nommés *burgos*, et quelques nuances tirées du plomb et de l'argent, nous ne connaissons dans ce genre que le lustre de fer imitant la dorure, dont la manufacture de M. Minton fait un emploi journalier pour filer des assiettes de faïence fine et d'autres pièces de service.

Il ne sera pas inutile de faire connaître en peu de mots les données qui servent de base aux procédés de M. Brianchon. Sa méthode comporte deux opérations distinctes : la préparation des fondants et celle des colorants; ces derniers, une fois obtenus, s'ajoutent aux fondants dans des proportions variables et déterminent par là les teintes les plus variées.

« Les fondants qui servent à glacer les oxydes et les sels mé-
« talliques sont les sels de bismuth et de plomb; les premiers
« sont préférables : ils supportent beaucoup mieux et sans alté-
« ration les hautes températures; leur préparation comme fon-
« dant est, du reste, exactement la même.

« On prend 10 parties de nitrate de bismuth cristallisé, en
« poudre, 30 parties de résine d'arcanson ou de colophane, et
« 75 parties d'essence de lavande ou toute autre essence ne four-
« nissant pas de précipité dans le mélange. On procède ainsi :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans une capsule qui repose sur un bain de sable chauffé « graduellement, on met les 30 parties de résine, et à mesure « qu'elle fond, on verse petit à petit les 10 parties de nitrate de « bismuth, tout en remuant pour bien incorporer les deux subs- « tances; dès qu'elles commencent à brunir on verse, au fur et « à mesure, 40 parties de l'essence de lavande, et on continue « d'agiter le tout afin de produire le mélange intime et la disso- « lution des substances, après quoi la capsule est retirée de son « bain de sable et refroidie graduellement; c'est alors qu'on « ajoute les 35 parties restantes de l'essence de lavande, puis on « laisse refroidir quelques heures, autrement l'emploi en serait « difficile et inégal.

« Les sels ou oxydes métalliques qui concourent à la forma- « tion des colorants sont ceux que la chimie inorganique a fait « connaître, tels que les sels de platine, d'argent, de palladium, « de rhodium, d'iridium, d'antimoine, d'étain, d'uranium, de « zinc, de cobalt, de chrôme, de cuivre, de fer, de nickel, de « manganèse, et quelquefois même d'or, pour produire ou les « riches teintes des coquillages, ou les reflets du prisme.

« Pour préparer un colorant jaune, on opère ainsi :

« Dans une capsule chauffée par un bain de sable, on fait « fondre 30 grammes de résine d'arcanson, à laquelle on ajoute, « lorsqu'elle est sur le point d'être fondue, 10 grammes de ni- « trate d'uranium en poudre, et, pour faciliter le mélange, 35 à « 40 grammes d'essence de lavande; lorsque la matière liquide « a été rendue homogène par l'agitation, on retire la capsule du « feu et on ajoute à nouveau 35 ou 40 grammes d'essence de « lavande.

« Ce colorant, mélangé par parties égales au fondant de bis- « muth et appliqué au pinceau sur l'objet, fournit une prépara- « tion qui, après cuisson, donne un ton jaune.

« On obtient un colorant rouge-orange ou nankin, en faisant « fondre, comme ci-dessus, 15 grammes de résine d'arcanson; « après fusion, on verse 15 grammes de nitrate de fer concassé et « 18 grammes d'essence de lavande.

« Ces additions se font peu à peu et en ayant soin d'agiter; « lorsque le mélange est convenablement homogène, on retire du « feu et quand le tout est suffisamment refroidi, on ajoute vingt « parties d'essence de lavande. Ce colorant, mélangé soit à un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« cinquième, soit à un tiers de son poids de fondant, fournit des « préparations qui, après cuisson, donnent des nuances rouge-« orange ou nankin et tous les tons intermédiaires, suivant la pro-« portion de fondant ajouté.

« L'imitation de l'or poli se fait par le mélange des deux pré-« parations qui précèdent, en faisant entrer deux ou trois par-« ties de la préparation d'uranium pour une de celle de fer.

« Pour obtenir enfin les couleurs irisées du prisme, on prend « ou l'ammoniure d'or ou le cyanure d'or et de mercure, ou l'io-« dure d'or; ces composés aurifères sont broyés avec de l'es-« sence de térébenthine sur une palette de façon à former une « pâte qu'on laisse sécher pour la rebroyer de nouveau avec de « l'essence de lavande; on ajoute ensuite au produit aurifère une, « deux, trois et jusqu'à dix parties du fondant préparé au bis-« muth. En l'étendant au pinceau sur toutes les pâtes cuites, et « recouvrant cette première peinture de la dissolution d'urane, « on obtient des tons plus ou moins foncés.

« Toutes ces préparations se mélangent entre elles : elles se « superposent même, et, appliquées au pinceau elles fournissent, « après cuisson, les nuances les plus éclatantes.

« Il est urgent de bien connaître l'épaisseur à laquelle chaque « couche doit être étendue : il faut encore éviter toute poussière « qui ferait des taches en accumulant sur certains points des iné-« galités de matière colorante.

« On cuit dans les conditions des autres peintures. »

Chromolithographie. La section française a permis d'étudier d'intéressants résultats d'impression en couleur. La chromolithographie présente dans l'exposition de M. Macé une certaine importance; depuis longtemps on sait imprimer sur les poteries ou sous glaçure comme pour les faïences, ou sur glaçure comme pour les porcelaines. Mais c'est seulement dans ces dernières années qu'on a pu faire l'application à cette sorte de décoration de la chromolithographie. La gravure en creux ne permet pas le même genre de travail, et d'ailleurs elle est beaucoup trop coûteuse.

Un ouvrier lithographe, du nom de Mangin, conçut le projet d'appliquer la chromolithographie à la peinture sur porcelaine. Il trouva dans les pratiques de l'impression, appliquée depuis quelque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps par M. Macé et quelques autres décorateurs, comme M. Prévost, le moyen de réaliser son idée. Plusieurs planches repérées convenablement donnent sur une seule et même feuille de papier une succession de nuances, ou juxtaposées ou superposées, de manière à former un dessin coloré. L'encrage de la pierre se fait au vernis. Le papier est encollé avec une préparation glutineuse particulière. Lorsque le vernis est encore frais, on saupoudre l'épreuve avec de la couleur en poussière impalpable, qui n'adhère que sur les points chargés de vernis. On complète l'adhérence par un passage à la presse. On superpose ainsi toutes les couleurs, en commençant par les plus foncées pour terminer par les plus claires, généralement plus délicates; elles seraient altérées par les autres, si l'on opérait inversement.

Un seul décalcage suffit. Le papier imprimé par masses, préparées à l'avance, peut être conservé et livré aux décorateurs ou fabricants affranchis de la sorte de l'embarras du tirage et de la gravure. Il est vraisemblable que cette impression rentrera un jour ou l'autre dans les attributions des lithographes. En Angleterre déjà, les dorures imprimées sont spécialisées entre les mains d'industriels qui vendent des papiers imprimés en or; le fabricant ou le décorateur n'a plus qu'à détremper le papier, faire le transport et cuire.

Quelques tentatives de chromolithographies ont été faites en Allemagne, mais les résultats exposés font voir que cette application y est encore à l'état rudimentaire.

En Angleterre, on est beaucoup plus avancé, quoique les procédés diffèrent en plusieurs points. On n'a plus recours à la lithographie. Les planches sont à saillies contournées suivant les dessins qu'il faut obtenir, et l'on se sert de clichés à reliefs, qui se chargent au rouleau. L'encrage est fait avec la couleur elle-même. On n'a pas la même netteté que par les procédés français; au reste, comme les impressions anglaises se font généralement sans glaçure, et pour des couleurs dites *fluantes*, la netteté n'est pas une condition que l'on recherche d'une manière absolue.

Guillochages. Le tour à guillocher, employé depuis longtemps pour faire sur des bijoux des dessins réguliers, est appliqué maintenant à la décoration des porcelaines. M. Daniel a fait au tour à guillocher une série intéressante de tasses décorées. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tasse étant chargée d'un fond de couleur, la pointe du burin, montée sur le tour, forme un trait régulier qui dépend de la forme de la rosette. Employé dans des conditions déterminées pour de petites pièces dites *à la main*, ce procédé permet une régularité, une finesse de traits qu'on n'obtiendrait, en dehors des moyens mécaniques, qu'avec les plus grandes difficultés.

Réserves et enlevages. La pose des fonds offre souvent de grandes difficultés quand ces fonds sont chargés d'ornements qu'il faut enlever ou réserver. On sait comment se font ordinairement ces réserves ou ces grattages.

Un décorateur d'origine française, M. Grégoire, vient d'importer en France quelques modifications intéressantes aux procédés de pose des fonds avec réserve. Elles permettent d'obtenir facilement, promptement et sûrement la pose des fonds parfaitement unis, en réservant certaines finesses et des espaces libres sur lesquels on peut après coup peindre ou dorer, ou sur lesquels on a déjà peint, quand le fond se place seulement pour cuire au second feu, c'est-à-dire au feu de retouche.

Les parties que l'on veut réserver sont couchées, sans précaution autre que celle de ne pas déborder les portions à couvrir, avec un liquide soluble à l'eau, composé de sucre et d'amidon légèrement coloré par un suc d'une substance végétale, ordinairement du carmin de cochenille; lorsque ce liquide s'est ressuyé et qu'il n'est plus poisseux, on le surcharge d'un mordant qu'on applique avec la queue de morue sur toute la surface en recouvrant à peu près également les parties déjà chargées du premier mélange. On étend la matière grasse (huile de lin) avec un petit sachet ou tampon de mousseline ou de soie très-fine dans l'intérieur duquel on a mis du coton ou de la ouate; on se sert de ce sachet comme on le ferait d'un putois; mais on a cet avantage que le grain du putois n'existe plus et que le fond est parfaitement uni. Quand le mordant s'est étalé sur lui-même, ce qui se fait ordinairement dans une étuve à l'abri de toute poussière, et qu'il reste encore poisseux, on pose la couleur à l'état de poudre impalpable; elle adhère complétement sur toutes les parties glutineuses. La couleur est étendue en la frottant à sec par saupoudration sur la poterie, à une seule fois pour les tons clairs, à deux reprises pour les couleurs foncées; quand il s'agit de décorer de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonds bleus la porcelaine tendre ou la faïence fine, on se borne à saupoudrer d'oxyde de cobalt la pièce mordancée; la glaçure, sous l'influence de la chaleur, dissout cet oxyde et lui fait acquérir sa coloration bleue caractéristique.

Lorsque le mordant abreuvé de couleur est suffisamment sec, on humecte la pièce avec de l'eau. La couleur se délaye partout où la réserve soluble dans l'eau forme la partie inférieure de la couche, et en facilitant le détrempage avec quelques flocons de coton, on fait apparaître le dessin qu'on a voulu réserver.

Depuis mon retour de Londres, j'ai fait quelques essais qui m'ont complétement réussi. J'emploie comme réserve le mélange suivant qu'on amène à consistance voulue :

Eau.	20	ou	dextrine.....	10
Dextrine.....	10		craie.....	5
Craie.....	10		sucre.....	5
Fuschine.....	traces.		laque de garance.....	5

La matière grasse employée comme mordant n'est autre chose que l'huile de lin siccative dont font usage les artistes qui peignent à l'huile.

Cette méthode, employée d'une manière courante chez M. Macé, d'Auteuil, est d'importation anglaise; nous ne pouvons donner le nom du fabricant qui le premier a mis en usage ce procédé dans le Staffordshire. Elle est plus pratique et plus expéditive que celle qui consiste à mettre sur le fond déjà posé une couche huileuse colorée par de la cochenille ou de la laque, et dont l'effet est de délayer la matière résineuse qui rend adhésive, sur les parties qu'il faut dénuder, la couleur du fond. Ce dernier procédé, trouvé par M. Plée, décorateur de Limoges, est celui qu'on emploie généralement en France. Il a été perfectionné à la Manufacture de Sèvres, où l'on a remplacé la matière huileuse (huile d'œillette ou de noix) par de l'essence de lavande ou d'aspic. Ces essences délayent facilement les fonds posés depuis longtemps et trop secs, ce que ne fait que lentement le mélange de M. Plée.

Couleurs vitrifiables. La restauration, à Sèvres, de la fabrication de l'ancienne porcelaine, rapprochant dans les mêmes magasins des peintures sur pâte dure et des décorations sur pâte tendre, a mis en évidence toute la supériorité de cette dernière au point

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vue décoratif. Des tentatives intéressantes ont été faites pour ajouter plus de brillant aux porcelaines dures, et l'Exposition de 1862 prouve qu'à cet égard des progrès réels ont été réalisés. Les couleurs cuites à la température qu'on nomme demi-grand feu étaient réservés autrefois seulement pour des cas spéciaux, celui des fonds sur lesquels on devait appliquer de la dorure; elles sont employées maintenant aux peintures décoratives, et la voie nouvelle dans laquelle on est entré ne peut tarder à porter ses fruits.

On est d'accord pour regarder les peintures allemandes comme plus brillantes que les peintures françaises. Il y a surtout une école à Munich qui reproduit les tableaux à l'huile avec un glacé parfait. Quoique l'excès du glacé puisse paraître un défaut, nous devons dire comment on peut l'obtenir. On attribuait à la composition des couleurs cette belle réussite. Les observations qui suivent tendent à corriger cette erreur; elles sont d'ailleurs conformes à des déductions tirées d'analyses que j'ai faites sur des matériaux que j'ai reçus directement d'Allemagne. En effet, j'ai trouvé dans le fondant général et le fondant de pourpre dont on fait usage à Meissen les résultats que je rapproche des analyses des fondants similaires anglais.

Quant aux couleurs anglaises, on sait que leur réussite tient principalement à la nature des vernis sur lesquels on les applique, vernis ordinairement plombeux et plus fusibles que la couverte des porcelaines dures.

J'ai trouvé dans ces fondants, les uns servant aux gris et rouges, les autres aux pourpres et carmins :

	Gris et rouges.		Pourpres et carmins.	
	(1) (allemand)	(2) (anglais)	(3) (allemand)	(4) (anglais)
Perte au feu.....	0,00	2,50	0,00	1,40
Silice.....	25,00	20,00	30,00	30,00
Alumine.....	1,00	traces	0,60	traces
Oxyde de plomb.....	74,00	55,17	16,20	44,00
Soude	0,00	6,57	17,20	7,50
Potasse	traces	0,00	traces	traces
Oxyde de fer.....	traces	0,30	traces	0,35
Chaux	traces	0,25	traces	0,25
Acide borique.....	0,00	15,18	36,00	17,50
	100,00	100,00	100,00	100,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On trouve en simplifiant :

	(1)		(2)		(3)		(4)
Sable.....	25,00	—	22,00	—	30,00	—	30,00
Minium.....	75,00	—	55,00	—	16,00	—	45,00
Borate de soude.....	0,00	—	22,00	—	53,00	—	25,00

L'analyse n° 1 correspond au fondant rocaille employé chez nous ; il est plus dur que les fondants dont on fait usage dans la palette ordinaire. L'analyse n° 2 correspond à peu près au fondant aux bleus usités à Sèvres, dans lequel on aurait doublé la dose de borax ; il est plus tendre que notre fondant.

L'analyse n° 3 correspondrait au fondant de carmin employé chez nous, dans lequel on augmenterait le plomb en faisant usage des rapports 3 : 1 $\frac{1}{2}$: 5 au lieu de 3 : 1 : 5. Enfin, l'analyse n° 4 représente un fondant de pourpre dans lequel on aurait interverti les doses du minium et du borax : on trouve les rapports 4 : 6 : 3 au lieu de 4 : 3 : 6. Ce dernier fondant doit être plus fusible que celui que nous employons ; mais il n'entre qu'exceptionnellement dans la palette du peintre de porcelaine.

On voit ainsi qu'on peut préparer une palette assez riche même pour la peinture des fleurs, sans grande modification des couleurs actuelles. En éliminant parmi les couleurs celles qui sont trop altérables, en changeant quelques fondants, le problème recevrait une solution certaine. Le plus grand obstacle sera de préparer les couleurs d'or pour qu'elles résistent à l'intensité du *demi-grand feu*. Il est à remarquer qu'il suffit pour tourner la difficulté de mêler le chlorure d'or avec une substance inerte capable de se colorer en rose sous l'influence de la chaleur et de faire entrer cette substance comme oxyde dans la composition de la couleur. Cette méthode de faire varier la nuance et la solidité des couleurs d'or peut devenir susceptible de plus d'une application. Je pense avoir prochainement à donner de nouveaux détails sur la préparation des couleurs tirées de l'or.

Ces résultats prouvent que la composition des couleurs ne diffère pas sensiblement de celle qu'on adopte en France et à Sèvres en particulier. On cuisait plus fort en Allemagne que chez nous ; c'est là la seule différence qu'on doive constater.

Cuisson des peintures. La cuisson des poteries peintes est nécessaire pour faire adhérer les couleurs et développer les nuances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelles possèdent. On remarque chez les Anglais une très-belle fusion, et surtout l'absence de taches et de poussières trop fréquentes sur les porcelaines du continent.

On appelle moufles les fours spéciaux dans lesquels on cuit les peintures et la dorure, en général toutes les décorations vitrifiables. Les moufles employées en Angleterre diffèrent beaucoup des nôtres.

On sait qu'en France les moufles se composent d'une sorte de caisse en terre cuite formée soit d'un seul morceau, soit de tuileaux placés de champ; dans ce cas, ils sont assemblés et ne forment qu'un tout. Au-dessous de cette caisse se trouve un foyer plus ou moins profond avec grille et cendrier; sur la grille on place le combustible; c'est ici du bois, à moins qu'il ne s'agisse de brûler les graisses et essences grasses dont on a fait usage, par exemple dans l'impression des faïences. Avec cette disposition, l'ouverture de la moufle et l'entrée des foyers sont ouvertes du même côté, et la conduite du feu, comme l'emmouflement et le démouflement, peuvent se faire, par le même personnel. S'il y a quelque avantage au point de vue de certaines éventualités, il faut quelquefois regretter des défectuosités provenant des taches que les cendres peuvent occasionner.

En Angleterre les moufles sont placées sous de véritable fours (*oven*), analogues à ceux qui couvrent les appareils à cuire les poteries; elles ont des dimensions variables et sont en nombre plus ou moins considérable suivant leur dimension. Les foyers sont disposés au rez-de-chaussée dans une grande halle, les uns à droite, les autres à gauche, d'autres en face de la porte d'entrée. Les foyers d'une même rangée chauffent une même moufle placée perpendiculairement à la direction de la grille sur laquelle on brûle du charbon de terre. On ne trouve l'accès des moufles que dans un espace distinct qui ne communique pas avec la chambre de chauffage. On n'a donc à craindre ni fumée, ni poussières, ni cendres. Les portes des moufles sont en fonte et à deux battants au milieu desquels on réserve deux ouvertures fermées par des plaques de fer mobiles dans des coulisses, comme les petites portes de nos poêles de faïence commune. Elles servent à quitter le feu. On cuit au moyen de carmin étendu sans précaution avec le doigt sur un tesson.

Les dimensions des moufles sont variables avec leur place sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le four; elles ont 2 ou 3 ou 4 alandiers distincts : les moufles à 4 foyers ont généralement :

Profondeur.....	de	$2^m,83$ à $2^m,97$
Largeur.....		1 ,05 à 1 ,10
Hauteur à la voûte.....		1 ,47 à 1 ,52

Elles sont en plein cintre. En moyenne on trouve qu'elles consomment au feu de carmin (*regular Kiln*) :

Les plus grandes à 4 alandiers, 1,200 kilogr. de charbon.

Les moyennes à 3 alandiers, 900 kilogrammes.

Les plus petites à 2 alandiers, 750 kilogrammes.

On n'attend pas pour faire le feu que la moufle soit pleine; on cuit le jour et on défourne le lendemain. Ces moufles sont dans un bon état de conservation.

Quand on cuit des couleurs de grand feu, on ne fait usage que des petites et des moyennes moufles; elles consomment alors :

Les moufles à 2 alandiers, 900 kilogrammes.

Les moufles à 3 alandiers, 1,000 kilogrammes.

Les pièces à cuire sont supportées par des plaques comme dans un enfournement en chapelles; les plaques sont séparées par lits horizontaux au moyen de colonnes placées de telle sorte que les piliers verticaux se correspondent. Les assiettes sont cuites dans des espèces de support à trois pieds placés les uns sur les autres. Le fond de ces supports porte soit un renflement triangulaire, soit un creux triangulaire aussi, qui remplace les pernettes ou pattes de coq.

Les assiettes sont ainsi placées horizontalement; elles ne cassent pas à cause de la lenteur avec laquelle la chaleur se propage à travers les parois qui ont jusqu'à 55 mill. d'épaisseur.

Les tasses et autres pièces sont cuites sur des pernettes, ou sur des plaques de terre qui forment chapelle.

§ 6. PRODUITS NOUVEAUX.

Quelque avancés que soient les procédés céramiques, on trouve toujours à chaque Exposition nouvelle des produits qui frappent non pas précisément par un caractère d'absolue nouveauté, mais au moins par une certaine originalité. L'Exhibition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Londres a permis aux amateurs de céramique de constater des progrès sérieux en dehors de ceux qui peuvent être rattachés plus directement à l'art pur.

J'ai déjà parlé des objets que la Manufacture de Sèvres avait exposés et qui doivent leur caractère particulier à l'introduction d'une certaine série d'oxydes non encore employés jusqu'à ce jour.

On trouve dans l'Exposition anglaise d'autres produits qui doivent leur mérite à la nature de la matière choisie pour les fabriquer.

Parian ou Paros. — On a pu voir avec intérêt l'extension que prend en Angleterre la pâte dite *parian*, et les spécimens remarquables offerts au choix du public par M. Copeland. Cette matière est d'une nuance jaunâtre agréable; elle séduit beaucoup plus que les biscuits si froids de notre porcelaine, comme ne le prouve que trop l'exposition de M. Gille; elle a reçu dans les ateliers de M. Copeland une destination toute princière; elle y est appliquée avec discernement à la reproduction des marbres antiques. On citera, nous n'en doutons pas, la Vénus de Milo, dont la nuance et le poli sont irréprochables. Nous avons encore remarqué dans ce genre un buste de l'Apollon du Belvédère, par M. Brown-Westhead, de Hanley.

Le parian se présente avec des caractères de réussite exceptionnelle, lorsque après l'avoir mis en glaçure et cuit, on use la surface soit à la meule, soit à l'acide fluorhydrique; il en résulte une poterie d'un grain fin de l'aspect le plus flatteur.

Ivoire. — On sait que le parian est une sorte de porcelaine qu'on prépare avec du feldspath géologiquement pur, additionné d'une matière plastique dont l'addition est nécessaire pour faciliter le façonnage. La teinte jaune de ce produit est le résultat de l'état d'oxydation du fer que les éléments de la pâte contiennent naturellement.

En exagérant un peu la nuance jaune du Parian, en choisissant, pour en composer la pâte, du feldspath un peu plus ferrugineux, en maintenant très-oxydante la constitution de l'atmosphère de cuisson, on a fait une pâte très-remarquable; c'est une imitation très-exacte de l'ivoire. L'exposition de M. Grainger renferme de charmants petits vases découpés à jour et des boîtes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à bonbons du plus bel effet. Cette même pâte, imitant l'ivoire se trouve émaillée dans la vitrine de M. Kerr de Worcester.

Terres noires mattes à dessins brillants. — Sir James Duke a, comme nouveautés que nous pouvons citer encore, des fonds très-brillants et des dessins de même teinte, glacés, enlevés sur fond mat. Ces décors, qui rappellent les étrusques, auxquels d'ailleurs ils ont emprunté leurs contours et leurs formes, sont faciles à reproduire. Les pâtes colorées en noir sont recouvertes de vernis qui avive la nuance de la pâte. On trace la silhouette, puis on enlève, en usant ou de toute autre manière, par exemple en rongeant à l'acide fluorhydrique liquide ou gazeux, les parties que l'on veut rendre mates.

Peinture au crayon. — Je crois pouvoir signaler aux fabricants français comme pièces d'une confection intéressante et principalement comme poteries qu'ils pourront facilement reproduire, des terres cuites peintes sous glaçure, qui sont d'un glacé très-brillant. Un trait fait sur le biscuit lui-même avec un crayon composé, donne une silhouette d'ensemble qu'il suffit d'ombrer ou de modeler avec des couleurs dures pour avoir un travail complet. Le ton clair de la pâte forme, sans autre artifice, l'extrême lumière des figures.

Ce travail au crayon, très-remarquable, dont nous avons trouvé des traces dans une exposition d'Allemagne, celle de M. Muller, de Berlin, peut accomplir une révolution et donner au potier les ressources d'une sorte de pastel, s'il sait préparer des crayons de couleurs variées. Or, il n'y a pas de difficulté sérieuse. Une boîte de pastels convenables permettra donc à l'artiste, débarrassé de toute préoccupation de métier, de dessiner sur dégourdi, et de substituer ainsi à la décoration monumentale faite au moyen de la mosaïque, de véritables peintures murales également inaltérables. Cuites et passées sous une couche de matière vitreuse et transparente, ces peintures constitueront une sorte de fixé comparable aux anciens émaux; l'excipient métallique serait remplacé par un excipient de terre cuite.

La belle aiguière de M. Minton et le plateau qui la reçoit sont faits par ces procédés.

Il est donc possible de faire plus que n'avait rêvé M. Muller; dans son esprit, ses crayons ne devaient servir qu'à dessiner sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un fond vert ou brun, pour modeler des objets dont la lumière devait être obtenue par un grattage convenable.

Je suppose qu'on pourrait encore dessiner avec ces crayons sur des papiers à imprimer et transporter comme on le fait dans la gravure ordinaire.

Il est vraisemblable d'admettre que les matières qui servent à confectionner les crayons lithographiques (cire, savon et gomme laque), additionnées de couleurs vitrifiables donneront d'excellents crayons propres à remplir le but que j'indique ici.

Pâtes marbrées. — Les terres cuites à pâte marbrée recouvertes de glaçures colorées conduisent aux pièces que M. Minton appelle malachite, porphyre, et azulite. L'industrie française peut à son tour s'enrichir de ces nouveautés et surmonter les difficultés matérielles que ces fabrications doivent rencontrer.

Les Belges nous ont appris à faire des pâtes de diverses nuances qui, par un mélange imparfait donnent des ébauches rubannées; ces irrégularités qui semblent dues au hasard peuvent être savamment préparées et conduire à des résultats remarquables. On augmente la variété de ces résultats en recouvrant ces poteries dont la pâte est fine de glaçures monochrômes vertes, bleues, brunes, jaunes, violettes, etc., colorées dans la masse. La réaction qui se produit entre les glaçures et les oxydes qui forment les veinules de la masse accuse d'une façon originale des modifications de nuances. Il est facile de tirer parti de ces observations surtout dans l'ornementation extérieure, vases de jardins, de terrasses, de vestibules, etc., etc. C'est ainsi que M. Minton obtient ses poteries *malachite*, *porphyre*, *azulite*, *etc.*

C'est assurément pour établir des poteries de ce genre qu'on peut utiliser le borate de chaux et de soude dont nous avons parlé déjà p. 491. Voici, à titre de renseignement une série de colorations qui peuvent servir de bases à d'autres émaux de couleur :

	Bleu.	Vert.	Brun.	Jaune.
Sable ou feldspath.....	1000	1000	1000	1000
Minium.....	1500	1500	1500	1500
Borate de chaux.....	500	500	500	500
Oxyde de cobalt.....	40	»	»	»
Oxyde de cuivre.....	»	300	»	»
Oxyde de fer.....	»	»	200	»
Chromate de potasse.....	»	»	»	25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On fond et on coule; on applique ensuite soit au pinceau, soit par immersion.

§ 7. PRODUITS D'ART; POTERIES DÉCORATIVES.

Les produits céramiques sont de ceux qui peuvent être envisagés sous les faces les plus nombreuses. S'agit-il de déterminer la valeur de ces objets comme qualité, comme commodité, comme produit commercial, on peut facilement tomber d'accord; car, dans une certaine mesure, ces qualités se rapportent à des types que chacun accepte.

Il est loin d'en être de même, quand on aborde la question de bon goût. Ici rien d'absolu; ce qui plaît à l'un déplaît à d'autres; rarement une même pièce résiste-t-elle à toutes les critiques.

Je n'ai pas donc pas la pensée de juger à ce point de vue, et dans ce recueil, les œuvres exposées à Londres en 1862; c'est une prétention qui siérait mal à mes tendances; je me bornerai, pour terminer mes appréciations et pour combler une lacune qu'on ne manquerait pas de remarquer, à citer les genres que le public semble le plus particulièrement rechercher.

Le goût du jour pousse les amateurs vers les faïences et les terres cuites décoratives. En Angleterre, comme en France, ce courant semble irrésistible : il entraîne les uns après les autres tous les fabricants.

Poteries anglaises. La cour anglaise fait surtout apparaître les efforts qu'on a fait dans ce sens depuis la première Exposition universelle.

M. Minton, seul en 1851, s'était vu disputer déjà, en 1855, la première place par MM. Copeland, Rose et Kerr de Worcester; en 1862, on voit chez MM. Wedgwood d'Étruria, Grainger[1] de Wor-

1. M. Grainger nous a paru devoir être cité d'une manière toute particulière pour ses faïences fines; leur blanc est parfait; leur pâte a donné à l'analyse.

Perte au feu	6.20
Silice	69.00
Alumine	19.00
Oxyde de fer	1.30
Chaux	1.50
Potasse	2.61
Soude	0.91
	100.52

On voit que les matériaux employés à cette fabrication sont assez purs. C'est à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cester, sir James Duke de Burslem, une tendance artistique bien marquée et le désir d'enlever à MM. Minton, Copeland et Kerr, une partie de leur clientèle aristocratique. Les services, à cet égard, que peuvent rendre à l'Angleterre les artistes potiers qui figurent parmi nos exposants, ont été gracieusement reconnus par les jurés anglais, qui n'ont pas montré vis-à-vis d'eux la sévérité qu'on aurait pu redouter de la part de juges représentant une nation des plus habile dans l'art de travailler la terre.

L'exposant anglais, qui est encore resté supérieur à tous les autres, malgré la valeur artistique qu'on remarque chez M. Copeland, est toujours M. Minton, qui occupe le premier rang par la variété de sa fabrication, par les mille sujets divers qu'il expose en earthenware de toutes sortes, en majolique, en terra cotta, en porcelaine tendre anglaise, en porcelaine tendre française, en poteries vernissées, en carreaux imprimés ou incrustés.

Le caractère principal de l'exposition de MM. Wedgwood est tiré des jaspes que le célèbre Wedgwood a le premier créés et que ses descendants n'ont pas cessé de faire. Néanmoins, cette fabrication ne leur a pas paru suffisante; à la fabrication de la pâte légèrement jaunâtre que les Anglais nomment *cream colour* ou *queen's ware*, MM. Wedgwood ont ajouté celle des faïences peintes; ils ont fait appel aux talents de M. Lessore, dont on a retrouvé les travaux chez M. Minton et dans quelques autres expositions de négociants qui, comme Goode et Phillips, achètent à Stoke-on-Trent les produits dont sont décorés leurs magasins de Londres.

La terre de pipe de Wedgwood, cuite en vernis, peut parfaitement recevoir un second feu sans qu'elle se gerce ou tressaille comme le fait la faïence commune à glaçure stannifère. M. Lessore fait donc sur ces pièces au feu de moufle de la peinture qui, largement touchée, produit un bel effet. Nous pourrons citer dans ce genre deux vases à dessins lâchés, obtenus sans frais par

l'oxyde de fer qu'il faut attribuer la coloration des autres faïences; cet oxyde est l'un des plus importants à doser dans les analyses du genre de celle qui précède. Je mentionne pour mémoire des traces de phosphate; tous les kaolins, comme la plupart des roches d'origine ignée, donnent, comme on le sait, la réaction de l'acide phosphorique quand on essaie par le molybdate d'ammoniaque les produits qui résultent de leur attaque par la fusion au carbonate de soude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des aplats bleus, modelés en demi-teinte avec un trait pour limiter les contours et quelques coups de grattoir pour retrouver les lumières.

Les expositions de M. Kerr de Worcesteer sont remarquables par leurs imitations d'émaux de Limoges, reliefs blancs sur fond bleu; les blancs sont bien gras, sans tressaillures ni écailles; ce genre, autrefois caractéristique de la manufacture royale de Worcester, se retrouve actuellement sans défaut dans les expositions de MM. Minton et Copeland.

MM. Battam et fils ont une spécialité dans l'imitation des étrusques ou vases italo-grecs. Quelques-uns sont d'une exactitude remarquable.

Poteries françaises. La section française offrait à Londres une variété d'objets auxquels nous n'étions pas habitués. Les poteries décoratives étaient surtout très-diverses. A côté de quelques pièces de M. Avisseau de Tours, les faïences de M. Jean, de M. Pinart, de M. Devers, de M. Lavalle, et de M. Laurin, se présentaient avec des caractères bien différents; les porcelaines de M. Rousseau et les poteries de M. Deck ont certainement ouvert des voies qui ne seront pas perdues pour nos voisins.

M. Avisseau fait des imitations intéressantes des rustiques de Bernard Palissy. Il continue la réputation de son père.

M. Jean fabrique de la faïence décorative. Ses peintures, exécutées sur émail, sont recouvertes d'une couche vitreuse qui donne à ses productions un brillant très-remarquable. On a cité les vases fond bleu avec rondes d'enfants en camaïeu violacé rehaussé de blanc.

M. Pinart excelle dans la peinture des faïences exécutées sur émail cru, art très-difficile, qui conserve aux poteries leur caractère éminemment céramique.

M. Devers s'est constitué le continuateur de Lucca della Robbia.

M. Lavalle fait des plats d'une dimension considérable. Plusieurs spécimens décorés en bleu prouvent une grande habileté.

M. Laurin, qui s'est associé dès longtemps aux premières épreuves de M. Lessore, décore les faïences à glaçure stannifère.

M. Deck affectionne les magnifiques productions arabes; il a fait ressortir les avantages que le style persan permet d'introduire dans les décorations extérieures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est l'ensemble que les potiers français ont envoyé pour briller au concours. Ils ont réussi, sans doute; mais il n'est pas inutile de considérer la question sous une seconde face.

L'habileté des Anglais dans les arts céramiques leur permettra sans peine d'amener à la dernière perfection les imitations des modèles qui viennent de leur être présentés; il est donc à craindre qu'ils ne laissent loin derrière eux leurs maîtres d'aujourd'hui. Le danger nous paraît sérieux.

La fabrication des poteries, quelles qu'elles soient, comporte, non-seulement l'art, qui est la pensée, mais la matière qui devient le corps, la forme que revêt cette pensée. A part quelques-uns parmi ceux que nous venons de nommer, comme MM. Pinart, Jean, Lavalle, qui connaissent parfaitement le métier, qui sont initiés aux connaissances si nécessaires aux céramistes, il en est qui ont trop négligé la partie pratique de leur art, celle par laquelle et à cause de laquelle leur œuvre durera.

A ceux-là, s'ils ne veulent pas être distancés, nous conseillons d'emprunter aux Anglais leur grande habileté, leur persévérance, leur intelligence complète de toute la science céramique.

L'Angleterre et la France ne sont pas seules à comprendre le bienfait de l'application des beaux arts à l'industrie.

La céramique est en Italie, en Espagne, en voie de progrès; en Italie le marquis de Ginori poursuit à Doccia près de Florence la renaissance d'une industrie nationale. En Espagne, la Manufacture de la Cartuja se développe et prospère.

La Manufacture impériale de Saint-Pétersbourg, avec des ressources restreintes, a de beaux spécimens de poterie artistique, et la fabrique de M. Bing et Gronsdahl, en Danemark, est une digne émule de la Manufacture royale de Copenhague.

Les produits de Vienne et de Berlin ont une tendance nouvelle. Plusieurs pièces se ressentent des inspirations venues de Sèvres et témoignent de l'abandon d'un passé trop ancien.

L'exposition prochaine ne peut manquer de mettre en relief de nombreux progrès tant au point de vue de l'art qu'à celui des sciences appliquées.

Paris. — Imprimerie P.-A. BOURDIER et Cie, rue Mazarine, 30.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXAMEN COMPARATIF DES EXPOSITIONS

des différents peuples (suite),

Par M. H. TRESCA.

Danemark. L'exposition danoise, qui renferme près de 300 exposants, est intéressante surtout en ce que les produits de l'Islande et du Groënland viennent se grouper avec ceux du royaume principal et des duchés plus ou moins allemands de Holstein et de Schleswig. A en juger par l'exposition, Copenhague est une ville très-manufacturière : les plus importantes sont ensuite Kiel (Holstein) et Flensborg (Schleswig).

Parmi les produits naturels, quelques-uns sont très-remarquables; par exemple, les magnifiques cristaux de spath d'Islande, les argiles à infusoires du Jutland, la cryolite du Groënland, qui a donné lieu dans ce pays à toute une industrie spéciale, et particulièrement à la fabrication de l'alun, de l'alumine, de l'hydrate de soude et du carbonate de soude; les cristaux de ce dernier seul, obtenus par la Compagnie minière du sud du Groënland, sont de toute beauté.

Les verts et les jaunes de chrome de l'usine de Flensborg, et les produits extraits, par distillation, des sables asphaltiques de Heide, présentent le seul intérêt des produits chimiques.

Les produits agricoles du Danemark, et particulièrement les graines, sont très-estimés : aussi l'École royale d'agriculture de Copenhague et la Société d'agriculture de Kiel ont-elles pris le soin de se faire convenablement représenter : dans cette dernière localité, l'amidon se fabrique en grande usine. Les conserves, principalement celles de viandes et de poissons, constituent à Copenhague et à Flensborg des industries importantes, au nombre desquelles il faut encore placer celle des huiles de graines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des huiles de foie de morue et des huiles de poisson; le travail de la corne est encore une des spécialités de l'Islande; et, parmi les bois du Groënland, on pourrait citer plusieurs plateaux de chêne ayant jusqu'à 2 mètres de diamètre. Au nombre des curiosités de cette exposition il faut nécessairement indiquer le coton en fleur et en fruit, venu naturellement à Sainte-Croix. Les laines d'Islande sont très-renommées.

La deuxième section de la classification officielle était moins bien représentée : peu ou pas de machines agricoles ou autres; deux voitures d'une exécution douteuse, quelques modèles de bateaux et d'instruments de pêche; un beau portrait photographique de grandeur naturelle, de l'auteur Anderson; un excellent régulateur des successeurs de Kessel, quelques instruments de musique, peu remarquables, mais des instruments très-justement estimés de chirurgie; assez pour montrer tout à la fois ce qui est fait et plus encore ce qui reste à faire pour entrer dans la vie industrielle des peuples de l'Occident.

Les arts textiles n'étaient réellement bien représentés que par des tissus de laine, des damassés de lin et des cordages; mais les fourrures ont, dans ces contrées froides, une importance toute spéciale; aussi les trouve-t-on sous toutes les formes, en tapis, en vêtements et en ornements de toutes sortes. Les gants du Danemark n'ont pas encore la réputation de ceux de Suède, mais ils ne tarderont pas à s'en rapprocher à tous titres.

Pinneberg et la capitale du Danemark possèdent deux usines importantes, l'une pour la confection des ustensiles de ménage en fer, vernissés, émaillés ou étamés, l'autre pour la poterie d'étain. Les grandes bassines rectangulaires émaillées, pour l'écrémage du lait, de Carlshütte, sont tout à fait remarquables : un petit vérin à vis permet de leur donner facilement l'inclinaison convenable à chaque moment de l'opération.

Les meubles sont en général peu soignés; mais plusieurs villes, Kiel et Altona, en confectionnent de fort jolis en osier. Les albâtres gris, mieux étudiés dans leurs formes, pourraient fournir, dans certaines circonstances, de très-bons effets d'ornementation. L'industrie des papiers est peu avancée, bien qu'on en fasse de tous genres : Copenhague, comme d'autres contrées, avait aussi envoyé son papier de bois.

L'orfévrerie, avec ses oppositions de mat et de poli, revêt un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caractère spécial qui ne manque pas d'originalité; la galvanoplastie et la joaillerie sont en progrès. Mais ce qui, sans aucun doute, a été le plus remarqué dans l'exposition danoise, ce sont les porcelaines : parmi celles de la Manufacture royale, les modèles genre étrusque, et parmi celles de MM. Bing et Grondahl, les pièces peintes et richement décorées.

A en juger par la galerie des objets d'enseignement, le Danemark serait sous ce rapport fort avancé ; ses cartes et ses globes en relief, ses préparations d'histoire naturelle, ses dessins de végétaux, etc., etc., sont tous faits dans un esprit excellent.

Suède et Norwége. Ces deux contrées, les plus septentrionales de l'Europe, sont administrées isolément et avec des constitutions différentes, bien qu'elles obéissent au même souverain. Au point de vue industriel nous connaissons surtout, sur le marché européen, la Suède par ses fers de première qualité, la Norwége par ses sapins; mais l'examen le plus superficiel des produits exposés fait bien voir que les différences ne sont pas aussi tranchées que ce rapprochement semble l'indiquer, et que les deux pays ont, en outre, des industries qui, pour n'être pas aussi importantes, n'en sont pas moins dignes d'intérêt. A tous les points de vue la prépondérance appartient à la Suède, qui ne comptait pas moins de 500 exposants, alors que le chiffre correspondant pour la Norwége ne s'élève qu'à 122 seulement.

Suède. C'est surtout par la métallurgie du fer et par les sapins que l'exposition de la Suède est belle. Les minerais de Stora Blanka, de Moss, de Persberg, de Lângvik, de Bispberg, de Stripa, de Holm, de Westerjo, de Taberg, de Westana, de Nya Kopparberg, de Norberg, de Sorskog, de Skotvang, de Forola, de Windtjern, de Skinnarang, de Tuna Hastberg, de Nora et d'Asboberg, demandent tous à être cités parce qu'ils produisent les meilleurs fers que nous connaissions et qui constituent, pour la Suède, une incontestable supériorité sous ce rapport. Plusieurs de ces minerais sont maintenant traités par la méthode Bessemer, ou par le procédé Uchatius. Nous avons peine à croire qu'il convienne de chercher dans des procédés nouveaux, dans lesquels une plus grande proportion du métal paraît être brûlée, une amélioration dans le prix de revient, pour des fers qui n'ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour ainsi dire pas de prix. Dans quelques circonstances, les fabricants suédois font des alliages de nickel et de fer qui leur ont fourni, paraît-il, d'assez bons résultats. Le cuivre, le plomb, le cobalt et le manganèse appartiennent aussi à la métallurgie de cette riche contrée, qui exploite encore les porphyres et les granits comme pierres de construction et d'ornementation. La stéatite est employée pour le même objet; mais on fabrique aussi, avec cette matière, de très-curieuses marmites servant aux mêmes usages que nos marmites de poterie ou de fonte. La fabrication des produits chimiques ne se fait remarquer à l'exposition que par le salpêtre récolté dans les fermes. Quant aux produits agricoles, ils ressemblent beaucoup à ceux du Danemark et de la Norvége, et les échantillons de blé d'automne récoltés à Itterstforss montrent jusqu'à quel point cette plante peut prospérer à la latitude de 65°.

Les fromages, le sucre, l'amidon, et les conserves sucrées, forment les seuls produits alimentaires de la classe 3; le tabac, préparé pour ses différents emplois, joue encore un rôle important dans l'agriculture suédoise. Les laines sont en général de belles qualités, et voilà déjà que la soie pénètre dans ce pays qu'on croirait absolument déshérité de ce précieux filament : il s'est formé à Stockholm une société pour l'élève du ver à soie, et M. Rossing de Gothenburg est parvenu à obtenir industriellement de la soie, non plus en nourrissant les vers avec le mûrier, mais avec la scorzonera humilis, ou hispanica.

Tout ce que l'on peut obtenir et vendre avec le sapin et le pin fait l'objet d'une grande industrie : le bois de sapin blanc et rouge, les pignons, les cordes faites en sapin, les filaments obtenus des aiguilles, la térébenthine et ses produits accessoires, le noir de fumée y figurent chez un certain nombre d'exposants. Les moulures et la menuiserie de sapin de MM. Burk et Warburg dénotent une fabrication très-avancée. On fait aussi, avec ce bois refendu, une sorte de volige, large de 12 à 15 centimètres, qui est employée en toitures, le plus souvent après avoir été préparée à chaud dans une dissolution de sulfate de cuivre.

L'industrie des machines est très-perfectionnée en Suède, grâce sans doute au développement des procédés métallurgiques. La machine à vapeur à deux cylindres concentriques de l'usine de Bergsund est une des plus remarquables de l'exposition, et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine à fabriquer les clous au laminoir nous paraît nouvelle dans toutes ses parties : le fil qui doit être forgé est passé à chaud entre deux cylindres dont les cannelures en regard vont graduellement en augmentant ; le clou est par cela même plus laminé vers la pointe, le corps va constamment en se renforçant, et lorsque ce corps a acquis la longueur convenable, le fil est coupé, la tête est forgée sur place par une étampe appropriée, et l'opération recommence, à chaque tour, dans les mêmes conditions. L'habileté que l'on reconnaît dans ces machines principales entre aussi pour quelque chose dans la construction des instruments agricoles et la carrosserie. Il en est de même de tous les emplois du fer et des autres métaux usuels. Les feuilles de tôle qui recouvraient la proue d'un navire ont été tordues et repliées par un choc des plus violents, et cependant aucune fissure ne s'est produite, la navigation a pu être continuée en sécurité et cette preuve parlante de la qualité du métal n'a pas cessé, pendant toute la durée de l'exposition, d'attirer l'attention d'une foule de visiteurs.

Au nombre des instruments de précision se trouvait le petit pyromètre avec lequel M. le capitaine Bystrom a fait récemment un grand nombre de déterminations sur la température de fusion des divers métaux et de leurs alliages, et une série de modèles pour faire comprendre les lois des ondulations lumineuses. Plusieurs calorifères d'appartement en poterie vernissée, et de 3 mètres environ de hauteur, montrent comment on sait, dans les villes, se mettre à l'abri du froid.

Parmi les produits fabriqués, les soieries seules sont remarquables ; la peausserie est une des industries principales, et l'on peut citer encore la fabrication des stores, parmi lesquels une broderie en laine sur canevas à jour et à grandes mailles fait un très-joli effet.

On voit par ces détails que l'industrie de la Suède est beaucoup plus avancée que celle des pays limitrophes : elle le doit surtout à la supériorité de ses produits métallurgiques et particulièrement de ses fers et de ses aciers.

Norwége. L'exposition de la Norwége est beaucoup moins considérable ; cependant le fer et l'acier sont également de bonne qualité ; la pyrite magnétique y est abondante, et est la plupart du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps très-riche en nickel; l'exploitation du cuivre donne lieu déjà à une exploitation fructueuse, et les mines d'argent de Kongsberg sont extrêmement intéressantes : cette mine est exploitée par l'État, et l'on remarque, dans son exposition, de magnifiques échantillons d'argent fibreux et en larmes, que l'on chercherait vainement ailleurs.

L'huile de foie de morue et les produits résineux du sapin forment toute l'industrie chimique de la Norwége.

Les produits végétaux les plus remarquables sont ceux de la culture et des forêts de Finmarken, à une latitude de 70° nord; le plus abondant est l'orge, qui est l'objet d'une grande consommation; la fabrication des ustensiles en bois forme, avec celle des filets de pêche, les principales industries domestiques.

Les traîneaux sont d'une bonne exécution, et l'on voit déjà, dans quelques spécimens d'instruments d'agriculture, les indices d'une construction bien entendue.

La marine et la guerre sont représentées par un grand nombre de modèles; on remarque surtout une ancre colossale provenant des ateliers de la marine de l'État, qui dénote un haut degré d'avancement dans l'exploitation des procédés métallurgiques.

Parmi les instruments de précision, en petit nombre, on ne peut citer qu'un beau chronomètre.

Les fourrures et les articles de sellerie sont les objets de luxe de ces contrées froides; l'orfévrerie y est encore à l'état primtif, mais la bijouterie de filigrane a surtout à Bergen une délicatesse de forme toute particulière.

Comme en 1855, le caractère spécial de l'exposition norwégienne est celui qui résulte des costumes, des ornements de femme, des scènes d'intérieur, qui sont représentés quelquefois jusqu'en vraie grandeur par des modèles disséminés dans toutes les parties de l'exposition. Si ces objets n'ont pas, pour l'étude, un grand intérêt, ils rompent cependant la monotonie des produits plus sérieux, et ils ne manquent pas de pittoresque : c'est ce qui a lieu surtout en ce qui concerne la Finlande et la Laponie.

Russie. Quoique la Russie soit plus grande que l'Europe, elle a moins de 80 millions d'habitants; ce vaste territoire, qui occupe une grande partie de l'Asie, se prolonge en Europe et en Amérique, et possède tous les climats dont les plus favorisés pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duisent, pour les pays de l'Occident, une importante réserve de céréales; les contrées les moins bien dotées sous ce rapport sont les plus riches en mines de toutes sortes; mais la population n'est vraiment industrielle que dans les environs de Saint-Pétersbourg et de Moscou.

En 1851, déjà, l'exposition russe s'était fait remarquer par ses métaux, par ses céréales, par ses lins, et par ses soieries; mais les circonstances politiques au milieu desquelles l'Exposition de 1855 s'est faite, ayant empêché la Russie d'y prendre part, il était très-intéressant d'apprécier, dans la nouvelle Exposition, les progrès qu'avait pu faire ce vaste empire, qui ne s'est fait représenter cependant que par 650 exposants. Cette proportion indique que l'industrie n'est, en quelque sorte, que l'exception dans ces populations si disséminées, qu'elles ne pourront naître à la vie industrielle avant de s'être concentrées davantage, et d'avoir acquis des droits politiques qu'elles n'ont pas encore aujourd'hui.

Les mines et l'agriculture ont seules une importance générale que l'Exposition de Londres accusait avec une grande netteté.

Parmi les 32 exposants de produits minéraux, les gouvernements d'Orenburg et de Perm sont les mieux représentés, c'est, en effet, sur ces confins de l'Europe et de l'Asie, que se trouvent, dans la chaîne des monts Ourals, les richesses métallurgiques les plus importantes; plus à l'est, la Sibérie a, de son côté, donné lieu à des découvertes tout à fait inattendues.

Un Français, M. Alibert, en recherchant des sables aurifères entre les rivières Oka et Irkoutsk, aperçut des traces de graphite pur, tout à fait comparable, sinon supérieur à celui de la célèbre mine de Borrowdal, dans le Cumberland. Il redoubla d'attention dans ses recherches, et finit par s'assurer de la présence d'une grande quantité de ce précieux minéral sur le versant de l'un des monts Saïaniens. Les échantillons exposés ont été sciés, polis et sculptés sous la direction de M. Alibert, qui, se souvenant de son origine, a donné à notre Conservatoire le magnifique trophée qu'il en a fait. Sous ces diverses formes, la pureté de la matière, son homogénéité surtout sont plus facilement saisissables, et la découverte de M. Alibert, couronnée à l'Exposition par deux récompenses, fera certainement époque dans les annales des découvertes utiles. Les deux autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

envois de graphites de Sibérie étaient de qualité bien inférieure.

La néphrite est une pierre d'ornementation de grande valeur et du plus bel effet; jusqu'à présent elle n'avait été trouvée qu'en Chine; M. Alibert en a retiré, de ses mines, un bloc qui ne pèse pas moins de 700 kilogrammes, et qui figure également à l'Exposition, ainsi qu'un vase exécuté avec cette riche matière. C'est encore la Sibérie qui a fourni le bloc de cuivre natif du pays des Kirghis, du poids de 640 kilog., ainsi que d'autres minerais de cuivre, d'argent et de plomb.

Les gouvernements d'Orenburg et de Perm étaient représentés surtout par du fer et de l'acier très-remarquables et par des cuivres provenant de mines nombreuses; le dernier, seulement, par des sables aurifères et de la poudre d'or.

La houille, peu abondante, se rencontre à Orenburg, dans le royaume de Pologne et au Caucase, particulièrement à Imeritia, mais les lignites du mont Shibusdag sont plus importants. M. le baron de Volkersam avait envoyé près de 200 spécimens de l'ambre à insectes de la mer Baltique.

Le soufre, le sel du lac Inder, la chaux, le plâtre, et presque tous les métaux secondaires complètent cette nomenclature qui place certaines parties de la Russie au nombre des contrées les plus favorisées sous le rapport métallurgique.

Les établissements de produits chimiques sont plus rapprochés des grands centres de population; ils sont, en général, peu remarquables, mais il convient de mentionner dans le Caucase, la soude brute d'Érivan, les produits des puits de naphte de la mer Caspienne, et la poudre de pyrèthre du Caucase qui est si heureusement employée à la destruction des insectes domestiques ; l'importance de cette poudre insecticide doit être comptée au nombre des faits industriels les plus intéressants. Les industries du caoutchouc et de la gutta-percha n'offrent nulle part des produits mieux préparés et plus variées.

Les terres noires de l'Ukraine, par leur prodigieuse fécondité, sont incessamment appelées à combler les déficit en céréales de toutes les contrées de l'Occident. Certains froments sont les plus beaux de l'Europe, et, par leur densité, ils viennent en premier rang, après les blés exceptionnels de l'Australie, qui pèsent 80 à 84 kilog. l'hectolitre. Le lin et le chanvre, et la graine de lin pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semence n'ont nulle part une aussi grande importance. Les vins et les tabacs de la Crimée et de la Bessarabie ont eu certaine réputation.

La Russie produit de grandes quantités de laines, les plus belles pelleteries; les soies du Caucase, de la Crimée et de la Bessarabie comptent déjà pour un certain chiffre dans la production de ce précieux filament; ces deux dernières contrées surtout sont à tous les points de vue favorisées par le sol et par le climat.

Malgré toutes ces richesses en matières premières, les usines ne sont pas très-nombreuses en Russie : la mouture et la fabrication du sucre sont parmi les plus importantes. Les lainages, parmi lesquels il convient de remarquer les draps consommés en Chine, et les tricots en poils de chèvre, imitant assez bien la dentelle; les cotonnades dont les teintures en rouge sont excellentes; les tissus imprimés, pour l'Asie centrale et pour l'Inde, qui, malgré leur aspect peu agréable, font, dans ces contrées, une concurrence sérieuse aux produits anglais; la maroquinerie, qui, en Pologne surtout, a pris un développement considérable; la coutellerie qui est très-bien représentée à l'Exposition : telles sont les industries qui dominent, mais qui n'offrent aucun fait saillant.

L'état de la fabrication des papiers est tout à fait caractéristique; on ne fait en Russie que du papier de chiffon, et le surplus de cette matière première qui, partout ailleurs manque absolument, est un objet d'exportation considérable vers toutes les contrées de l'Europe. C'est là le côté le moins brillant de la civilisation russe : la population consomme beaucoup de linge, parce qu'elle est nombreuse, mais elle est proportionnellement peu lettrée; elle n'écrit presque pas.

Lorsque nous arrivons, dans l'Exposition russe, à considérer les objets qui sont plus du domaine de l'art industriel, nous sommes frappés de l'étonnante perfection et de l'éclat tout à fait extraordinaire de certains objets; nous nous croirions revenus en France, si le modelé n'était pas un peu roide, si l'imitation n'était pour ainsi dire exagérée, et si, d'un autre côté, les ornements religieux n'avaient un caractère de grandeur et d'originalité artistique que nous ne saurions rencontrer chez nous au même degré.

De tous les peuples étrangers, le russe est celui qui se rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proche le plus des allures françaises; aucun autre ne parle aussi bien et aussi purement notre langue; aucun autre non plus ne s'en rapproche davantage par le goût et le sentiment du beau.

Pour les soieries, pour l'orfévrerie, surtout pour l'orfévrerie religieuse, pour les bronzes, même, cette industrie qui n'a pu se créer encore en Angleterre, et qui n'est un peu connue qu'en Prusse, l'Exposition de l'empire russe est extrêmement remarquable. Les mosaïques sont aussi belles que celles de Rome; les pierres en relief sont plus belles que celles de Florence; il y a, parmi les porcelaines, des pièces décorées qui ne le cèdent, en mérites de toutes sortes, à aucune autre.

Sans doute les manufactures impériales, entretenues à grands frais par la munificence du souverain, sans doute les fortunes princières qui encouragent volontiers les arts, ont exercé sur ces qualités indiscutables une très-grande influence. Il faut applaudir à ces efforts, car si la Russie veut créer chez elle une grande industrie, elle est trop isolée du mouvement général de l'Europe pour puiser à l'extérieur d'autres éléments de prospérité que ceux qui résultent de l'exportation de ses matières premières; il faut que longtemps encore elle trouve en elle-même toutes ses ressources, et ce que nous venons de voir à l'Exposition nous donne une grande idée de ce que son industrie peut devenir.

Les machines seules font défaut : on compte à Odessa par centaines les machines locomobiles et les machines à battre qui y sont chaque année expédiées en entrepôt par les constructeurs anglais; les améliorations qu'elles produisent ne sont pas déjà sans influence sur la meilleure utilisation des produits agricoles qui n'arrivaient aux marchés jusqu'ici que par des voies et à travers des obstacles presque insurmontables et auxquels, d'un autre côté, les nouveaux tracés de chemins de fer assurent désormais un débouché facile.

Les institutions déjà plus libérales de l'empire russe aideront encore au développement de ces améliorations, et, sans nul doute, nous en reconnaîtrons déjà l'influence dans les prochaines expositions industrielles. Là où la matière première est abondante et où le sentiment du goût est déjà développé, les lacunes intermédiaires ne peuvent manquer d'être promptement com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grèce. L'exposition de la Grèce est bien l'image de ce que doit être l'administration de ce pays. Les matières minérales et les produits agricoles sont mélangés avec les objets d'art; et, si ce n'est pour ces derniers, qui ont incontestablement du mérite, on croirait qu'on a ramassé au hasard ce que l'on destinait à l'Exposition. Ce n'est pas cependant que la Grèce soit sans importance sous le rapport du climat et des richesses minérales; mais c'est à peine si les moindres notions d'industrie ont commencé à se faire jour dans ce malheureux pays, dont les destinées ont été si grandes et qui s'annihile, s'il est possible, de plus en plus. A peine si les habitants cultivent ce sol si fertile; ils seraient habiles négociants si les produits leur arrivaient sans qu'ils eussent à se donner la moindre peine.

Parmi les produits minéraux, le chromate de fer, l'émeri de Naxos, la magnésite et les marbres ont de l'importance; le marbre blanc de Paros, le vert antique du Péloponèse pourraient donner lieu à de fructueuses exploitations.

Chaque circonscription ou *demos* a envoyé du blé, de l'orge, du maïs, du riz, des raisins, des figues, du tabac; mais tout cela ne constitue qu'une sorte d'étalage de pharmacie, sans ordre, sans méthode, et surtout sans caractère. Les bois seuls, les huiles et les soies sont assez bien classés, surtout les bois de teinture qui sont en assez grand nombre; la cire et le miel apparaissent au milieu de tous ces produits. Les éponges donnent lieu à une pêche abondante, comme sur tout le littoral de l'Adriatique.

Les arts textiles sont représentés par des tissus légers, des baréges, des costumes nationaux, brodés en or et en argent sur toutes les coutures, des tissus qui se rapprochent de ceux de la Turquie; mais à part ce rapprochement, on ne trouve dans l'exposition grecque ni l'industrie mécanique de l'Occident, ni l'originalité des contrées orientales. Un beau buste en marbre de Paros est placé tout à côté d'un costume de bayadère, et l'objet le plus remarquable consiste en une sorte de châsse en bois sculpté qui représente l'origine du monde, et qui est d'une perfection toute chinoise.

La Grèce, à en juger par son exposition, à tous les points de vue, en est encore à hésiter entre les diverses civilisations qui l'entourent et ne sait faire aucun mouvement pour se rapprocher de l'une ou de l'autre. Quelque grande commotion viendra-t-elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la faire sortir de cette sorte de torpeur qui n'est rien moins qu'industrielle.

Iles Ioniennes. Ces îles qui semblent faites pour s'annexer à la Grèce continentale, mais qui, sous le protectorat exclusif de la grande nation qui les traite aussi bien que si elles lui appartenaient, jouissent du même climat, récoltent les mêmes produits, et cependant leur exposition n'est plus celle d'une contrée inactive et sans industrie. Les richesses minérales sont bien groupées, les produits végétaux sont abondants, les vins et les huiles sont bien étiquetés, les broderies d'argent et d'or, les costumes sont frais et élégants; le coton et l'aloès figurent à côté des tissus qu'ils servent à confectionner; un commencement d'activité se révèle sous ces produits de toutes sortes; avant peu Céphalonique, Cérigo, Corfou, Ithaque, Paros, Santa-Maura, Zante, seront des îles franchement européennes, pour ne pas dire des îles anglaises.

Turquie et Égypte. Liées par leur organisation politique, ces deux contrées vivraient pour ainsi dire de la même vie, si l'une d'elles ne s'était davantage aguerrie, par la force même des choses, au contact des habitudes européennes. Chez l'une et chez l'autre la presque totalité de la population ne vit que pour aider, dans leur faste ou dans leurs jouissances, un petit nombre de seigneurs opulents et placés dans des conditions entièrement différentes. L'existence de plusieurs ouvriers sera à peine suffisante pour exécuter un de ces produits exceptionnels, d'une grande richesse par la matière qui les constitue, d'une plus grande richesse encore par la somme de patience que sa confection aura exigée. Cette existence large de quelques-uns, alimentée par la misère d'une population nombreuse, n'est certainement pas faite pour donner un grand essor aux pratiques perfectionnées d'une industrie en progrès. Si les tissus sont légers et élégants, si les ornements, les broderies et les tapis ont un cachet particulièrement artistique, si partout la finesse et la lenteur héréditaire du travail se traduisent par une perfection inimitable dans les produits, il ne faut pas croire, pour cela, qu'ils soient bien différents de ce qu'ils étaient il y a un siècle. Une grande usine fera plus de progrès en un jour que cette ancienne organisation en cent ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans doute on s'arrête avec étonnement devant ces tissus d'or et de soie ; mais combien la réflexion modifie cette admiration ! comment prétendre, après cela, que le développement de l'industrie soit une cause de démoralisation ? En assignant, à chaque individu, un rôle actif à remplir, ce développement n'est-il pas au contraire un gage assuré de la nécessité du travail pour tous, à quelque condition qu'ils appartiennent ? Et cette solidarité de tous les efforts peut-elle conduire à un résultat plus certain que le contentement de soi-même et le sentiment de sa propre dignité, pour tous les travailleurs ?

Si l'on étudie les catalogues dans leurs détails, on s'aperçoit bien vite que, dans cette organisation, l'initiative individuelle est si étouffée que les gouverneurs de province occupent fréquemment la place que les exposants individuels occupent dans les expositions des autres pays. Les collections ne constituent plus dès lors que des cabinets de curiosité ; il faudrait, pour les faire connaître, examiner les produits un à un, et cette étude n'est plus de notre domaine.

L'exposition turque se compose de quelques échantillons de minéraux, de produits végétaux semblables à ceux de la Grèce ; de quelques meubles incrustés en nacre et parfaitement laids, d'un petit nombre de poteries de caractère oriental, d'un très-bel assortiment de tissus de coton, de laine et de soie, parmi lesquels on peut signaler, comme étant d'utilité générale, le linge de bain en tissu bouclé de coton et surtout les tapis de Smyrne, de riches harnais, enfin d'ornements d'un grand prix en or, en argent et en ambre pâle.

L'exposition égyptienne serait toute semblable si l'on n'y remarquait quelques objets de sparterie d'une bonne exécution, une très-belle collection d'armes ordinaires et d'armes de luxe, de la bijouterie et de l'orfévrerie d'un beau caractère, et surtout un grand nombre d'objets de grande valeur et d'un admirable travail provenant des tombeaux de l'ancienne Égypte.

On voit déjà, dans ces différences, une tendance plus marquée vers les arts industriels ; aussi dans ses fréquentes visites à l'Exposition, le vice-roi a-t-il fait de nombreuses acquisitions, pour la plupart choisies avec discernement, et dont l'introduction ne sera pas sans influence sur les progrès à venir. L'exécution du canal de Suez est une nouvelle campagne française qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut manquer de donner une impulsion plus rapide encore à cette tendance bien marquée vers les travaux utiles.

Chine et Japon. On fait, ce nous semble, beaucoup trop d'honneur aux gouvernements de l'Asie orientale, en croyant qu'ils aient eu l'intention de prendre une part quelconque à la grande Exposition des produits industriels. Ni la Chine, ni le Japon, ni le royaume de Siam ne se sont préoccupés de l'Exposition. Quelques amateurs de curiosités, quelques négociants liés d'intérêt avec ces peuples, quelques fonctionnaires désireux de faire connaître certains produits, ont seuls fourni les objets qui figurent au Palais de Londres. Ces objets, qui sont pour la plupart des objets d'art, auxquels on a joint quelques produits naturels, ne sont pas davantage l'expression de la vie industrielle de chaque peuple, dont le nom fait partie du Catalogue, que la magnifique Exposition d'objets d'art qui a lieu en ce moment au musée de Kensington n'est l'expression de l'état actuel de l'art industriel en Angleterre.

Celui qui jugerait la Chine par ses laques, ses porcelaines et ses ivoires sculptés, ne serait pas plus fondé dans ses appréciations que celui qui ne verrait de la France que ses bronzes et sa bijouterie.

On a répété sur tous les tons, et d'après cette méthode, que nulle contrée du globe n'est peut-être plus avancée en industrie que le Céleste Empire. C'est là une erreur bien grande, et l'on nous permettra de nier, de toutes nos forces, cette prétendue supériorité.

La Chine a des ouvriers habiles à force de patience, mais elle n'a point d'industrie; elle s'est fait connaître en Europe par quelques tours de force de cette nature, qu'il est de bon goût d'admirer; mais comment donc une nation serait-elle véritablement industrielle, si elle n'a point de machines perfectionnées, si les outils mêmes sont grossiers, si les instruments d'agriculture sont presque barbares, si les canons sont en bois, si la masse de la population vit dans l'ignorance et dans le besoin?

On estime à 340 millions le nombre des habitants de l'empire chinois; la moitié de cette population appartient à la Chine, proprement dite, ou empire du milieu, et, dans cette innombrable multitude, on estime à 500 mille à peu près le nombre des let-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trés. C'est à peu près un sur 600 chez cette nation qui passerait pour si instruite.

Les petites merveilles les plus étonnantes sont les ivoires sculptés à jour, qui sont d'une perfection presque inimitable, de belles et grandes porcelaines, et des ornements en jade d'un grand effet; les plus curieux se composent du sceau de l'empereur, de l'autographe du premier chef des rebelles, de ses coins, et d'une sorte de relique en or à laquelle le crâne de Confucius sert de prétexte.

L'empire chinois est fertile sur presque toute son étendue, mais les produits agricoles sont en petit nombre, et, sous ce rapport, l'agriculture moins favorisée du Japon n'est pas mieux représentée.

Cet empire, beaucoup moins puissant que l'empire chinois dont il n'est séparé que par la mer du Japon, se compose de quatre îles principales : sa capitale est Jeddo, et il ne compte pas plus de 30 millions d'habitants.

Bien que nos observations précédentes soient de tous points applicables à l'industrie japonaise, nous avons cependant à citer de merveilleux petits ouvrages en fer, ciselés et damasquinés avec une délicatesse extrême, des bronzes dans le genre grotesque, mais ayant cependant du caractère, des imitations d'objets d'histoire naturelle également en bronze, des porcelaines, et surtout des émaux. Les meubles en laque sont d'une fort belle exécution, et le papier, comme en Chine, se fabrique en très-grande quantité pour tous usages, voire même pour l'imitation du cuir et la décoration.

On pourra juger des connaissances musicales des Japonais par ce fait : un violon ayant été envoyé de France pour en faire laquer la boîte, l'instrument est revenu du Japon complétement verni et incrusté; il était vraiment magnifique, mais ce n'était plus un instrument de musique.

Le commodore John Ray avait formé pour l'Exposition une collection vraiment intéressante des soies du Japon. Il paraîtrait que les plus beaux produits ne peuvent être exportés, et que la production totale n'est pas inférieure à celle de la France.

Royaume de Siam. Au milieu de l'Indo-Chine, limitée à l'ouest par la Birmanie, trop voisine de l'Indoustan pour n'être pas con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voitée par les Anglais, à l'ouest par le royaume d'Annam, dans lequel les opérations de la Cochinchine se poursuivent, le royaume indépendant de Siam ne compte pas plus de 3 millions d'habitants. En relation avec les États européens à diverses époques, les Siamois n'en sont pas pour cela plus avancés dans la pratique industrielle. Comme la Chine et comme le Japon, ils se livrent à la culture de la soie; les tissus de coton à bandes de couleur, ou à bandes d'or et d'argent, les plumes de paon, les nids d'hirondelles, et quelques produits du sol constituent la presque totalité de l'exposition. Comme produits céramiques, des éléphants informes; comme outils, de la coutellerie grossière, ne sont pas faits pour placer l'industrie siamoise à un niveau bien relevé; cependant des émaux et des damasquinures de petites dimensions permettent de retrouver encore quelques traces d'habileté professionnelle.

Iles Sandwich. Déjà loin des côtes orientales de l'Asie, bien loin aussi du continent américain, à l'est, se trouve l'archipel Hawaïen, qui, du milieu du grand Océan, et tout à fait à la limite sud de la Polynésie, vient faire constater à Londres son indépendance. Situé sous le tropique, l'archipel Hawaïen jouit d'un climat comparable à celui des Antilles, et perdu au milieu de l'Océan, il se suffit pour ainsi dire à lui-même.

Les beaux-arts sont représentés par le portrait en costume européen du roi Kamcharmeha IV, qui nous était jusqu'alors peu connu; les lettres, par une traduction de la Bible, en langue hawaïenne, imprimée à Honolulu; par des livres et des journaux, et même une carte du pays de même origine; l'agriculture, par la racine à l'aide de laquelle on prépare la liqueur si vénéneuse, que l'on connaît sous le nom d'awa; par la fibre de Pulu, nouvelle matière textile qui donne lieu déjà à un commerce considérable; l'industrie, enfin, par des tissus offerts par le roi à lady Franklin, et par la série des instruments qui servent à leur fabrication.

C'est dans cette même vitrine que se trouve un fragment de pierre qui a été pris à la place même où le capitaine Cook a été frappé à mort.

Amérique septentrionale. De l'Asie à l'Amérique septentrio-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nale la transformation est complète au point de vue qui nous occupe. Les curiosités disparaissent, et les machines interviennent dans la plupart des fabrications. Par un excès également regrettable, la forme n'a plus aucun prix ; on ne comprend plus que ce qui est matériellement utile, que ce qui est consommé en grandes masses, que ce qui est produit avec rapidité.

États-Unis. Il eût été vraiment instructif de pouvoir apprécier les résultats de ce positivisme absolu, si les États-Unis, qui le professent, avaient exposé d'une façon plus complète. Engagés dans une guerre inutile et terrible, les Américains du Nord et du Sud, les unionistes et les sécessionnistes se sont également abstenus ; et, parmi les 113 exposants qui figurent seuls au Catalogue, plus de moitié appartiennent à l'État de New-York ; plusieurs autres ne sont que des négociants anglais s'abritant pour la circonstance sous le pavillon américain. On ne peut donc pas considérer l'exposition actuelle, à l'égal de celle de 1851, comme représentant, avec quelque exactitude, le mouvement si rapide qui place certaines villes du continent américain au nombre des cités les plus industrielles. Parmi les 113 exposants inscrits au Catalogue, 19 seulement appartiennent aux quatre premières classes, 27 seulement aux 20 dernières, en telle sorte que les produits de la deuxième section forment plus que la moitié de l'ensemble ; peu de matières premières, peu de produits fabriqués, et beaucoup de machines ou instruments de travail, voilà précisément l'inverse de ce que nous avons rencontré chez tous les peuples les moins avancés dans la pratique industrielle, et cette prépondérance est plus marquée qu'en Angleterre même, où les produits fabriqués occupent une place proportionnellement plus grande.

Parmi les produits naturels, les minéraux seuls sont intéressants, et parmi eux les minerais d'or de la Californie, et quelques minerais d'argent et de mercure.

Comme produits fabriqués, c'est à peine si l'on peut citer autre chose que quelques tissus de coton, les imitations de cuirs, connues sous le nom de cuirs américains, et un grand portefeuille, monté sur roues, pour le service des bibliothèques.

Les machines, au contraire, ont toutes un caractère original, et sous une forme toute différente de celle que nous leur connc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rions, eu égard à leurs destinations, elles sont, pour la plupart, remarquables par quelque côté; cette originalité nous engage à donner la liste des plus intéressantes :

CLASSE 5. Modèle d'un système pneumatique pour la transmission des dépêches.

— Photographies de locomotives à grande vitesse, d'une construction générale peu robuste.

— Modèle de locomotives pour routes ordinaires.

CLASSE 6. Voitures légères avec roues plus légères encore ; les rais, construits en bois d'Hickori, ont une section qui ne dépasse pas le quart des pièces analogues dans la construction européenne. Ce bois d'Hickori, qui se rencontre en grandes quantités au Canada, est appelé à jouer, avant peu, un rôle important dans notre carrosserie de luxe.

CLASSE 7. Machines à coudre parmi lesquelles la machine originale du premier inventeur, M. Howe, qui se fait aujourd'hui, par les droits de licence qui continuent à lui être payés, par suite de la prolongation de sa patente, un revenu de près de un million par an.

La législature américaine, en accordant cette faveur à l'une des inventions les plus importantes de notre époque, a donné un grand exemple aux pays qui se prétendent les meilleurs juges des droits qu'il convient de conférer aux inventeurs.

— Une grande machine à tisser les tapis, avec trames disposées sur rouleaux mobiles, venant se placer automatiquement en prise avec les organes du tissage. La même idée avait été résolue en France, sauf le déplacement des rouleaux qui s'opérait à la main.

— Machines à gaufrer les tissus fonctionnant avec une grande perfection.

— Collection très-remarquable d'une série de machines nouvelles pour la reliure.

— Concasseur de pierres pour la préparation du macadam, très-rustique et d'une grande efficacité.

— Une machine à couper les bouchons, d'une construction tout à fait nouvelle, prenant elle-même le fragment de liége et le tournant à l'aide d'une grande lame circulaire très-bien disposée.

— Une série de machines à commettre les cordages, plus simples et mieux groupées dans ses organes que nos machines analogues.

CLASSE 8. Machines à air chaud d'Ericcson et de Wilson, qui sont employées en grand nombre comme moteurs dans les petites industries.

— Dynamomètre enregistreur de Nearn, peu sensible, mais d'une construction très-simple et très-ramassée.

— Modérateurs à boules de Porter, adoptés d'une manière générale pour remplacer le modérateur de Watt.

— Machines à vapeur, système Corliss, pour le moins aussi perfectionnées que les meilleurs systèmes de nos constructeurs français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Machines à vapeur de Allen, à détente variable dans des limites très-étendues.

— Pompe à incendie à vapeur de Lee et Larned, la première des machines de ce genre qui ait fonctionné en France et en Angleterre.

— Pompe à vapeur sans volant, fonctionnant avec distribution particulière, à une vitesse assez grande.

— Machine à imprimer, avec tablier à bascule et d'une construction entièrement nouvelle.

CLASSE 9. Plusieurs machines à moissonner, parmi lesquelles il faut remarquer celle de Mac Cormick, récemment munie d'un râteau mécanique pour faire la javelle.

— Instruments à main, tels que herses, pelles et fourches en bois de Hickori.

— Charrues en acier.

— Pompe pour traire les vaches plus rapidement qu'à la main.

— Excavateur très-pratique pour les travaux de terrassement.

A la seule lecture de cette énumération fort incomplète, on se trouve surpris de la puissance d'invention qui plane sur les arts mécaniques dans les États de l'Amérique du Nord. Plus exclusivement voués à la production des matières premières, ceux des provinces du Sud sont bien loin d'avoir suivi ce mouvement. Ils occupent, par rapport à l'État de New-York, malgré la différence des institutions politiques, la même position que les colonies anglaises, par rapport au gouvernement central de l'Angleterre. De là peut être la lutte impitoyable dont nous sommes les témoins, et qui a tout autant de raison d'être dans l'état des industries que dans la diversité des conditions sociales.

Il s'est fait, dans ces dernières années, en Amérique, de plus grands efforts pour remplacer les bras par les machines que dans tout le reste du globe.

Costa Rica. Les autres États ne se sont montrés à l'Exposition qu'avec les produits de leur sol, et nous verrons se reproduire, chez la plupart d'entre eux, cette recherche des objets de luxe, qui est le caractère distinctif des peuples de l'Orient. Elle est moins marquée en Amérique, mais l'industrie n'y est pas pour cela plus avancée.

La république de Costa Rica, quoique appartenant à l'Amérique du Nord, est dans ce cas : l'or, l'argent, le cuivre, les gommes, les fruits oléagineux, l'écaille, la nacre, les peaux de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tapir, de loutre, de jaguar forment la presque totalité de son exposition. On y remarque cependant quelques tissus faits avec des fils anglais, et quelques ouvrages d'or et d'argent qui témoignent d'une certaine habileté.

Haïti. Ce petit royaume qui fait partie des Antilles n'expose que quelques produits naturels, particulièrement du coton et de magnifiques acajous, du sucre et quelques meubles. Des bouteilles et des verres en bois de gaïac ne témoignent pas d'une grande perfection dans les arts industriels.

Amérique méridionale. Quelques-uns des États de l'Amérique méridionale figuraient officiellement à l'Exposition, et le soin qu'ils ont pris pour ne pas rester absolument en dehors de ce grand concours est déjà par lui-même le symptôme de quelques tendances industrielles. A mesure que l'on s'éloigne vers le Sud, les populations vivent plus isolées, et restent pour la plupart à l'état sauvage.

L'absence de toute industrie mécanique est absolue, et nous n'aurons plus à indiquer que les produits naturels principaux, ou ceux des industries primitives.

Vénézuéla. Minéraux en très-petit nombre : café, cacao, tabac, cire végétale, coton sauvage et laine, feuilles de plantain à papier; comme produits industriels, c'est à peine si l'on peut citer quelques boîtes de bois de palmier, et des cordes faites avec les fibres récoltées à Rio-Negro et à Maracaïbo. La république de Vénézuéla produit des bois d'ébénisterie qui pourraient être importés en Europe avec certitude de succès.

Équateur. Rien n'est plus singulier que la salle dans laquelle on a réuni tous les produits de la république de l'Équateur. Les murs sont tapissés avec des peintures indigènes provenant des églises de Quito, et qui semblent faites par quelque barbouilleur d'enseigne échappé d'Europe.

Les chapeaux de Panama, l'or des mines de Cachebi, et la joaillerie d'émeraude forment, avec la collection des bois, les seuls produits intéressants. Nous ne comptons pas les poteries antiques trouvées à Pailon, à six pieds au-dessous de la mer, ni une tête d'Inca, portant encore toute sa chevelure, mais réduite,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même dans sa partie osseuse, au dixième de ses dimensions primitives. Il a été question de ce mode de préparation dans une séance encore récente de notre Académie des sciences.

Brésil. L'exposition du Brésil se distingue des précédentes par son importance; elle ne compte pas moins de 230 exposants, et l'un d'eux, M. le baron de la Cruz, figure à lui seul dans ce nombre pour 410 variétés de bois.

Le café, le sucre, les vins d'orange, le tabac, l'indigo, le suif, la cire, la vanille, les bois de teinture et leurs extraits, le coton, les tissus qui en sont formés, ceux d'aloès, de soie et de laine attestent déjà que les Brésiliens ne sont pas seulement des cultivateurs. Ils possèdent en grand nombre des mines précieuses; l'industrie mécanique commence à se développer parmi eux: leurs armes, leurs modèles de vaisseaux, leur horlogerie encore un peu rudimentaire, leur fonte, leur bijouterie, et surtout leurs livres et leurs meubles, les placent au premier rang parmi les peuples de l'Amérique du Sud qui ont pris part à l'Exposition. Encore quelques progrès, et la prépondérance du Brésil sera assurée au Midi comme celle des États de New-York dans le Nord.

Pérou. Cette grande contrée de l'Amérique du Sud nous ramène encore davantage vers les industries primitives.

L'argent et le mercure figurent parmi les principales richesses minérales; le maïs de Cuzco, d'un grain plus gros qu'aucun autre, et la feuille de coca sont particulièrement intéressants; voici la traduction textuelle de la notice qui accompagne l'échantillon : Feuilles de coca (*Erythroxilum peruvianum*), arbrisseau originaire du Pérou. « Ces feuilles sont l'objet d'un commerce considérable; mâchées à la dose d'un drachme à peu près, toutes les trois heures, par les ouvriers mineurs, les voyageurs, etc., etc., elles permettent de rester un ou deux jours sans prendre aucun aliment solide ni liquide; elles calment la faim, la soif, le sommeil, et soutiennent les forces; la feuille du coca est un stimulant du système nerveux. »

On voit par cette indication, puisée à la source même, que l'on avait beaucoup exagéré les propriétés de cette plante merveilleuse: elle n'est efficace qu'entre certaines limites, et elle n'agit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temporairement qu'en surexcitant l'organisme. Le Pérou, déjà si vanté dans nos dictons populaires, se trouve jusqu'ici seul en possession de cette substance extraordinaire.

L'exposition péruvienne se fait en outre remarquer par ses tissus de laines, par ceux de la laine de vigogne, par des broderies d'un goût européen, par ses chapeaux de Moyabamba, qui font chez nous concurrence aux panamas plus véritables, par sa bijouterie; certains objets retrouvés dans plusieurs villes enfouies nous font connaître quelques particularités de la civilisation du Pérou, avant la conquête.

Uruguay. Laines; peaux; blés; viandes conservées; tous produits d'industries primitives.

Afrique et Madagascar. De toutes les parties du monde l'Afrique est maintenant celle qui est le moins civilisée. Les établissements qui s'y sont formés sont limités au littoral; et l'Algérie au nord, au sud, la colonie du Cap, sont les plus importantes; les produits de ces colonies étant exposés avec ceux de la France et de l'Angleterre, on doit s'attendre à ne trouver ailleurs que bien peu d'intérêt; le nombre des exposants est d'ailleurs très-restreint.

Liberia. Les États-Unis ont formé à l'ouest de la côte de Guinée une colonie pour les esclaves affranchis; de là le nom de République de Liberia. Ses produits à l'Exposition consistaient en café, cacao, sucre, épices, et matières textiles; sa température élevée convient parfaitement à la culture des denrées coloniales.

Afrique occidentale. La société commerciale d'Obeo-Kuta a réuni en assez grand nombre les produits de l'Afrique occidentale; quelques exposants se sont joints à elle, mais ce sont là des efforts isolés qui ressemblent beaucoup à ceux que nous avons indiqués en parlant de la Chine et du Japon; la seule différence consiste en ce que l'absence absolue de toute industrie est nettement accusée dans cette collection de produits naturels.

Elle est cependant intéressante par la variété de ses huiles et de ses fibres de différentes sortes. Les huiles de béni, de palme, et de melon sauvage pourraient donner lieu à un commerce important. Les filaments du palmier, du jute, du sapin, la soie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une chenille particulière à la localité, attendent des débouchés, mais il n'en est pas de même du coton, qui croît aussi en abondance; on en jugera par la note suivante que nous nous bornons à traduire :

« Le coton peut se récolter en très-grande quantité, et il couvre une étendue considérable dans toute la contrée Joruba, particulièrement à l'est et au nord. On fait déjà une grande quantité de tissus de coton, très-forts, qui se vendent au Brésil, et au loin, dans l'intérieur de l'Afrique. Pour tirer de ces contrées de grands approvisionnements, il suffit de créer des routes et d'y porter de l'argent. Plus de 2000 balles ont été exportées cette année, et si les habitants n'avaient pas été en guerre entre eux, on aurait pu compter sur le double ou même le triple de cette quantité; le prix est de 0.50 par kilogr. Les autres filaments ne sont encore l'objet d'aucun commerce, quoique, sans aucun doute, quelques-uns d'entre eux, le jute, par exemple, puissent être exportés, s'il se présentait des demandes. Quant aux produits fabriqués, les tissus de palme et de coton sont les plus importants; les objets en cuir sont très-élégants, l'art de teindre le maroquin en différentes couleurs ayant été introduit de l'intérieur des terres; l'indigo est aussi une des matières que l'on pourrait obtenir en quantités considérables; les naturels fabriquent eux-mêmes leur fer, et la qualité du métal est regardée comme bonne. »

Ce simple exposé indique bien l'état d'infériorité industrielle dans lequel resteront encore les peuplades de l'Afrique, aussi longtemps qu'elles continueront à être livrées à elles-mêmes.

Afrique centrale. Cette exposition se compose encore d'une collection de produits et d'objets de curiosités; ils ont été recueillis par M. le docteur W. Balfour Baikie, et les habits fabriqués par les indigènes y sont en plus grand nombre que les produits utilisables dans notre industrie. Quelques-uns seulement sont dignes d'intérêt, par exemple, les fibres du palmier à vin, de la rivière de Kwarra; la soie rouge, ou *al hurini*, de Hansa; les cordes en cette soie rouge de Kano, et des côtes du palmier, employées, comme en Algérie, pour les toitures, enfin des nattes et des chapeaux fabriqués avec les feuilles du phœnix spinosa.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Madagascar. L'industrie de cette île, voisine de l'Afrique, n'est pas moins primitive, à en juger par son exposition : du fer, des bois, des gommes et quelques tissus de coton démontrent suffisamment que ce royaume est encore à l'état sauvage. Cependant on y trouve déjà de la monnaie et des armes en métal, au milieu de quelques ornements d'or et d'argent.

En résumé, l'Afrique est bien loin en arrière de l'Amérique, et doit être placée, au point de vue industriel, à une grande distance de l'Asie, à laquelle nous voudrions assigner un rang bien inférieur à celui que les voyageurs lui ont prêté. En consacrant un dernier article à l'industrie française, nous reviendrons, en détail, sur les raisons de nos préférences en faveur de l'activité américaine.

H. Tresca.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 1.

LAMINAGE ET FORGEAGE DES MÉTAUX,

PAR M. A. TYLOR,

De la maison F. Tylor et fils de Londres [1].

POUTRES EN FER FORGÉ.

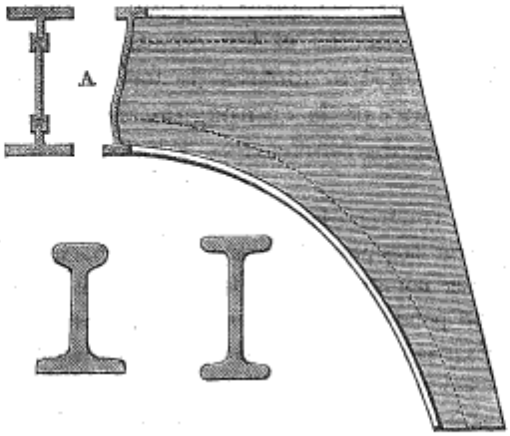
Pendant la guerre de Crimée, de longues poutres en fer furent produites au laminoir pour la construction des canonnières. De semblables pièces avaient déjà été produites à l'aide du système patenté de Vernon, à Liverpool. Ces navires, bien que d'un petit tonnage, exigeaient cependant des poutres de fer de 10 ou 12 pouces de hauteur, qui coûtaient environ 15 livres sterling la tonne. La dépense à laquelle entraîne l'exécution de cylindres de laminoirs spéciaux pour chaque section différente réclamée par les architectes et les constructeurs de navires, a retardé l'introduction des poutres de fer laminé; aussi doit-on remarquer les travaux de la compagnie de Butterley qui a perfectionné le système de fabrication, à l'aide d'un seul outil, des

1. L'Exposition de Londres a fait naître en Angleterre plusieurs bonnes publications, a été analysée dans plusieurs compte rendus que nous mettrons à contribution pour compléter nos études. Nous devons surtout citer le *Compte rendu des jurés anglais* et celui publié par une réunion d'ingénieurs et de fabricants dans le *Practical Mechanic's Magazine*. C'est à cette dernière et importante publication, dont les auteurs se placent à un point de vue semblable à celui auquel nous nous plaçons nous-mêmes, que nous faisons un premier emprunt aujourd'hui, qui mettra nos lecteurs au courant des idées des ingénieurs anglais au sujet d'une importante fabrication, dont plusieurs détails sont tenus secrets en France, tandis qu'ils sont discutés publiquement en Angleterre, et vont s'améliorant chaque jour par la réunion des efforts de tous les bons esprits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poutres laminées, qui a su produire simplement des fers à double T de toutes dimensions, et à des prix variant de 15 à 25 livres par tonne. Elle emploie une modification du système imaginé par le directeur des forges de l'arsenal de Wolwich, M. Bartram. Ces poutres sont obtenues à l'aide d'une barre plate qui peut toujours être fabriquée en écartant suffisamment les cylindres du laminoir. Puis il n'est pas difficile de former les deux côtés de la poutre en forgeant la barre au blanc soudant, avec deux marteaux montés sur un même bâti. Les marteaux frappent latéralement sur les deux parties à façonner, et de la sorte des poutres de différentes saillies sont produites à l'aide d'une seule série de cylindres.

Pour obtenir la poutre de section A destinée au pont de l'*Achille*, deux barres ordinaires de fer à un seul T ont été soudées à une barre plate, jusqu'à la partie courbe, celle où la poutre approche du côté du vaisseau, et y est attachée; dans cette partie on soude une pièce triangulaire. La comparaison de l'apparence extérieure de ces poutres soudées et de celles obtenues par un moyen de rivets est tout à fait favorable aux procédés de la compagnie de Butterley. La gravure représente l'arrangement des parties prêtes pour la soudure (section A), et la pièce après la soudure.



La construction des chaudières de Cornouailles qui reposent sur des colonnes en fonte et qui sont posées horizontalement à une grande hauteur, directement au-dessus des fourneaux à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réchauffer et à pudler à Codnor Park (aux usines de la Compagnie de Butterley), est admirable. Il y a une lame d'eau autour du conduit en fer qui reçoit la fumée, qui est haut de 30 pieds, et chaque chaudière est en communication avec l'eau qui entoure ces conduits de fumée. L'économie de chauffage est obtenue très-simplement sans gêner le travail des fours à pudler, qui sont à réverbère, avec une sole de fonte garnie de battitures et de minerai d'hématite. L'air y est admis entre les barreaux comme dans les fourneaux Gallois. Environ 4 quintaux et demi de fer raffiné constituent une charge, et forment 2, 4 ou 5 loupes, selon le but qu'on se propose. Pour former les paquets, les fers à riblons sont placés à l'extérieur, parce que le fer en ayant été plus travaillé que celui qui vient d'être obtenu par le puddlage, la surface est plus unie.

Le minerai trouvé dans les cavités de Limestone du Derbyshire a été essayé par cette compagnie; la qualité était bonne, mais il était si impur qu'on n'a pu s'en servir.

Les spécimens envoyés par la Compagnie de Butterley sont les suivants :

1° Poutre laminée et soudée, saillies de 6 pouces 1/4; hauteur, 16 pouces; épaisseur 1/2 pouce; destinée au navire l'*Achille*.

2° Chevrons à 4 saillies comme les a fournis la Compagnie pour la serre tempérée de Kiew.

3° Plaque laminée, longueur 31 pieds 6 pouces, largeur 6 pieds, épaisseur 2 p. 3/8, d'une surface totale de 163 pieds carrés, pesant finie 7 tonnes.

4°, 5° Plaques de blindage de 14 pieds de long, 5 pieds de large, 4 pouces 1/2 d'épaisseur, poids de chaque (finies), 6 tonnes.

6° Tôles laminées pour chaudières, 12 pieds 9 pouces de long, 7 pieds 6 pouces de large, 1 pouce 1/4 d'épaisseur.

7° Maîtresse solive laminée et soudée, tête de 12 pouces de large, hauteur de la solive 3 pieds. Peut être produite sur toute longueur voulue.

8° Solive laminée, tête de 12 pouces, hauteur 2 pieds 6 pouces.

9° Solive laminée et soudée, tête de 6 pouces 1/2, hauteur 1 pied 9 pouces, épaisseur 1/2 pouce.

10° et 11° Solive patentée laminée, tête 6 pouces 1/2, hauteur 9 pouces, épaisseur 1/2 pouce.

12° et 13° Solive laminée, tête 4 pouces 1/2, hauteur 10 pieds, longueur 14 pieds et au-dessus.

14° et 15° Solive laminée, tête 6 pouces 3/8, hauteur 12 pieds, longueur 14 pieds et au-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16° Rail de 117 pieds de long, hauteur 5 pouces 1/4.

17° Barre pour tirant laminée, 1 pied de haut, 83 pieds de long, 1 pouce d'épaisseur.

Des sections de poutres brevetées, rivées sur l'axe neutre, et d'autres formes de solives figurent à l'Exposition.

Les plaques de blindage exposées sont faites avec le laminoir qui servait autrefois à produire des tôles pesant une tonne. Le fer est pudlé par la méthode ordinaire, et est fait avec le minerai de fer du pays (qui se rencontre avec la houille), sans aucun mélange. Les loupes sortant du four à pudler ne sont pas brisées pour être soumises à un triage, et c'est là la seule différence essentielle avec les méthodes du Yorkshire et du Derbyshire.

La qualité supérieure du fer de Lowmor peut être le résultat spécial de la bonté de la mine de fer et du charbon employés; mais plus probablement elle est due principalement à la sélection soignée de chaque morceau de fer dans le cours de la fabrication. Quelques filons de houille du Derbyshire, appartenant à la Compagnie de Butterley, sont de qualité excellente, sans trace de soufre, semblables à ceux du Staffordshire qui ont fait la réputation du fer de cette contrée, mais qui ne sont presque plus employés à cette fabrication aujourd'hui.

Les cylindres de 6 pieds 6 pouces, sur 22 pouces de diamètre, maintenant employés aux ateliers de la Compagnie à Codnor Park, seront remplacés, pour les grosses pièces, par deux paires de nouveaux cylindres de 3 pieds 6 pouces de diamètre, qui viennent d'être construits; chaque paire étant conduite par une machine de 120 chevaux, montée au-dessus du bâti qui porte les cylindres. Ces cylindres sont réunis par un engrenage porté par un arbre très-fort, de telle sorte que la puissance des deux machines motrices peut être, à volonté, appliquée à une seule paire. Les plaques de fondation sont fondues en deux pièces, pesant ensemble 25 tonnes. Les deux côtés de la cage pèsent 15 tonnes chaque, et sont assemblés avec la plaque de fondation qui repose sur le roc sans l'intermédiaire d'un châssis en bois comme on fait quelquefois. L'atelier du laminoir a 320 pieds de long et deux fois 80 pieds de large. Le fer employé à supporter le toit n'est pas d'un poids aussi grand que ses dimensions paraîtraient l'exiger, s'il n'était établi en tôle et construit dans le système de M. Humphrys de Deptford.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FER PUDLÉ.

Les recherches de Graham et les spéculations de Herschel, Brayley et autres savants, ont attiré l'attention sur la similitude d'état des substances fondues à des températures très-différentes et possédant des caractères physiques et des compositions chimiques diverses. Il en est résulté la division des substances en cristalloïdes et en colloïdes. Il est probable que quand le fer est amolli par le feu et liquéfié, il prend la constitution colloïdale. M. Graham remarque que l'acide silicique peut exister tantôt comme cristalloïde et tantôt comme colloïde, de même que la glace formée à 0° peut prendre l'état vitreux ou colloïde et est en réalité un verre de glace, tandis que celle formée à une température plus basse a, d'une manière très-marquée, toutes les apparences d'un cristalloïde. Ni les cristalloïdes, ni les colloïdes ne perdent leurs propriétés caractéristiques par la liquéfaction, et les recherches de Graham nous ont donné une vue plus précise sur les caractères de la matière passant de l'état liquide à l'état solide. Elles nous conduisent à une nomenclature et à une théorie qui peut nous servir à expliquer plusieurs opérations métallurgiques. Jusqu'à quel point le fer peut-il, dans le four à pudler, de cristalloïde passer en colloïde, ou devient-il un mélange des deux, s'il est vrai qu'un pareil passage d'un état dans l'autre se produise? C'est là l'objet d'une recherche intéressante.

Dans le four à pudler, le fer d'abord se débarrasse du silicium combiné, par suite de la grande affinité de celui-ci avec les autres substances étrangères mises en présence, comme cela doit être dans une opération d'affinage, aidée sans aucun doute par la légèreté et la grande fusibilité des composés siliceux. L'enlèvement du carbone du fer fondu est dû à la plus grande affinité du carbone pour les gaz en contact avec lui que pour le fer. Cette action doit être graduelle; elle peut alors être arrêtée à volonté. Environ 4 1/2 quintaux de fer sont généralement produits par chaque opération, et cette quantité est généralement divisée en deux, quatre ou six loupes par l'ouvrier, dans le but d'exposer toutes les parties à la flamme qui oxyde le carbone et réduit ce qu'il peut y avoir d'oxyde de fer formé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant la quantité de carbone enlevé, on a de l'acier pudlé, du métal homogène ou du fer pur.

Le système adopté pour obtenir de fortes loupes de métal non fibreux consiste à réunir deux balles ensemble sous le marteau à cingler, et en ajoutant successivement une mise à une autre mise, d'obtenir de grandes masses se brisant avec des fractures non fibreuses. On voit des exemples de ceci dans l'Exposition : l'acier pudlé de Firth, le fer pudlé ou le métal homogène de Lord Ward, et beaucoup d'autres variétés obtenues en raison des modifications du procédé de pudlage et de forgeage, dont l'objet est d'éviter la structure fibreuse pour les fers à rails, qui n'est pas désirable en raison de la tendance à une semblable texture que le laminage leur communique. Ils sont accompagnés de spécimens de fer possédant des fibres remarquables, ce qui est obtenu en laminant et réchauffant plusieurs fois jusqu'à ce que les fibres soient produites.

L'enlèvement du charbon par le pudlage est l'opération inverse de celle produite dans le four à cémentation pour convertir le fer en acier. Le procédé de cémentation pour faire de l'acier doit être réglé avec le plus grand soin, de telle sorte que le carbone puisse parvenir à la distance voulue de la surface de la barre de fer, et que la proportion convenable de carbone soit répandue dans sa masse.

Dans le procédé employé pour convertir la fonte en fonte malléable, celle-ci est portée à une température élevée en présence de l'oxyde de fer, et le carbone est enlevé, mais seulement à une certaine distance de la surface, par l'effet de sa plus grande affinité pour le peroxyde de fer chauffé que pour le fer pur avec lequel il est combiné.

Il est probable que le fer, quand il est chauffé, prend l'état colloïdal, et que cela surtout a lieu quand on réunit les pièces séparées en une masse en les soudant; quant à la dureté de l'état cristalloïde avec ses plans et ses angles, elle est remplacée dans l'état colloïdal, par la résistance de l'état amorphe, sur une épaisseur plus ou moins grande à partir de la surface, et par suite il n'est pas nécessairement vrai qu'une masse de fer forgé, bien que composée de pièces unies ensemble, soit plus faible aux surfaces de jonction que dans la masse de la pièce.

Plusieurs manufacturiers préfèrent doubler le fer à l'état de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loupes que de le réunir plus tard à l'état de barres ou de plaques, pensant arriver ainsi à une plus grande solidité. Il y a plusieurs opinions à cet égard; mais on doit observer que la Compagnie de Lowmor et les fabricants du meilleur fer du Yorkshire pensent qu'il est important de briser les blocs de fer pudlé en petits morceaux, afin d'examiner la fracture de chacun d'eux. Ils se fient entièrement à l'adresse de leurs ouvriers pour les souder ensuite ensemble, et parviennent ainsi à une grande régularité de fabrication.

La réussite dépend, avec l'habileté des contre-maîtres et des ouvriers, de la bonne construction des fourneaux, de la pureté des matériaux et de la bonne organisation du travail. C'est beaucoup trop l'usage de regarder la réunion faite à la forge ordinaire comme l'art tout entier du travail du fer à chaud, pendant qu'en fait de semblables travaux sont faits dans les bonnes usines à fer par des méthodes totalement différentes et dans des conditions bien plus avantageuses. Cela est si vrai que les mécaniciens, les constructeurs de locomotives notamment, évitent presque entièrement le forgeage à la main, et découpent les pièces dont ils ont besoin dans des masses de fer forgé, non que le fer corroyé soit par lui-même un produit inférieur quand il est chauffé dans des fours et des fourneaux convenablement construits, mais parce que cette opération, faite à l'aide de la forge ordinaire du forgeron, ne conduit pas avec certitude au résultat voulu. Herschel remarque que dans la soudure à chaud il doit se produire un regel, et je vais donner quelque idée de cette théorie ici, parce qu'il y a sans doute à en faire une application éloignée à l'art de la métallurgie.

Les cristaux de glace à certaines températures peuvent être réunis par compression en un bloc solide de glace, en tout semblable à une masse formée librement [1]. Dans le procédé consistant à réunir ensemble des pièces de fer par compression, à des températures peu distantes du point de fusion, on a l'exemple

1. La théorie du regel, fondée sur l'abaissement du point de congélation par l'effet de la compression, est une des plus curieuses applications de la théorie mécanique de la chaleur qui seule pouvait permettre de prévoir ce résultat. En donnant le moyen d'évaluer la grande quantité de chaleur que dégage le travail mécanique consommé par le travail de la forge, cette théorie permettra aussi d'éclairer diverses parties obscures de cette opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une réunion parfaite de particules mises en contact les unes avec les autres; et bien que les particules d'oxyde de fer ou autres substances gênent d'abord par leur présence le contact immédiat, la pression et la température élevée des gaz peut soit amener la réduction de l'oxyde, soit agir sur les matières étrangères, de telle sorte que les oxydes légers et les silicates deviennent libres de remonter à la surface par la puissance de diffusion qui appartient aux corps colloïdes.

Je pense que c'est pour cette raison que la ténacité du fer augmente jusqu'à un certain point quand on le travaille, tandis que le passage au marteau et au laminoir, longtemps prolongé, fait naître une structure cristalline au lieu d'une structure fibreuse. Quand un rail de fer fibreux est laminé froid sous une pression considérable, il perd la structure fibreuse et prend l'état cristallin.

On connaît plusieurs exemples d'unions de métaux tels que l'étain et le cuivre, produites sans que les deux éléments soient complétement fondus, des mélanges dans lesquels la cohésion résultant de l'attraction mutuelle des métaux est considérable, mais il n'y a pas à les citer ici, voulant seulement attirer l'attention sur ce fait que certains métaux, et parmi eux le fer, sont susceptibles de contracter une grande cohésion, sans passer par l'état de liquidité complète, comme d'autres métaux qu'il faut fondre. C'est de la sorte que les rubans du canon Armstrong sont réunis en cylindres sous la seule action du marteau, que un ou plusieurs cylindres formés d'hélices sont réunis ensemble au moyen de vis pour être placés dans le fourneau et ensuite soumis au marteau-pilon.

Les seuls auteurs qui aient traité le sujet des colloïdes et du regel sont, je crois, Graham (*Philosophical Transactions*) et Brayley (*Proceedings Royal Society*).

PLAQUES DE BLINDAGE.

Les matières employées pour fabriquer les plaques de blindage par les cinq établissements qui, en Angleterre, en ont produit jusqu'à ce jour, ont été exclusivement des fers anglais obtenus à l'aide des minerais habituellement exploités dans ces diverses usines. Il n'y a pas de mode de comparaison bien établi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour apprécier les qualités des fabrications différentes. On se contente de les soumettre à froid à l'action du marteau et d'écouter le son qu'elles rendent, mais surtout on refuse une fourniture d'après l'essai d'une pièce d'une fabrication qui résiste mal à l'action du boulet.

Les procédés employés dans les usines pour obtenir ces plaques sont ceux habituellement usités pour la fabrication des grandes tôles à l'aide du laminoir ou du marteau. Je n'ai pas à décrire ici une fabrication bien connue; mais on lira, j'espère, avec intérêt, quelques notes prises en suivant la fabrication des plaques de blindage.

De grandes masses de fer forgé, pesant de 5 à 15 tonnes, devant être formées de petits éléments, la première question qui se présente est celle-ci : Les parties soudées sont-elles moins résistantes que celles qui ne le sont pas? La réponse dépendra de la manière dont on concevra la soudure et le pudlage.

Dans le four à pudler, le métal est recouvert d'une couche de matières réfractaires et séparé du combustible par un pont. La fonte ou le fer affiné, ou tous deux mélangés, sont fondus par la chaleur provenant du feu fait de l'autre côté du pont, comme dans les fourneaux à réverbère ordinaires. L'action des gaz dans de semblables fourneaux a été expliquée par MM. Le Play, Percy et d'autres auteurs.

Le but que doit se proposer le fabricant, est d'obtenir des plaques dont le fer, nécessairement fibreux après avoir été soumis au marteau et au laminoir, ait des fibres croisées dans toutes les directions, afin qu'il n'y ait pas de plans de moindre résistance. On y parvient par le traitement suivant : — La charge du four à pudler de 4 quintaux 1/2 est divisée en loupes de 1 q. 1/2 chaque. Deux de ces loupes sont réunies et forment sous le marteau de forge un bloc de 3 quintaux. Ce marteau est préférable au marteau-pilon à vapeur, parce que le coup est toujours le même, tandis qu'avec le marteau à vapeur l'ouvrier peut le donner trop faible. Ces blocs sont ensuite réchauffés et laminés en bandes de 5 pouces de large, 3/4 de pouce d'épaisseur, et coupés en 3 ou 4 morceaux de 3/4 de quintal chaque, propres à former un paquet, ce qui donne le moyen d'examiner la qualité, qui est alors celle du meilleur fer. Deux ou trois de ces pièces, pesant 1 1/4 quintal ensemble, sont forgées avec deux ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trois pièces semblables faites avec des riblons, de manière à former alors un bloc de 2 1/2 quintaux.

La barre de fer de riblons, dont il vient d'être parlé, est faite de petits morceaux soudés ensemble et chauffés dans un four à petit fer. La loupe de petit fer est alors portée au marteau de forge et laminée en barres de 5 à 10 pouces de large et 3/4 de pouce d'épaisseur, puis coupée en pièces ayant après le travail un peu plus de longueur que les barres pudlées; elles sont formées de fer de qualité deux fois bonne.

Ce bloc de 2 1/2 quintaux est chauffé et laminé en une plaque de 3 pieds × 3 pieds sur 5/8 de pouce, et les bords dressés de telle sorte que le poids soit de 2 quintaux; la qualité obtenue répondant à celle d'un échantillon de fer trois fois bon. Quatre de ces plaques carrées sont chauffées et laminées ensemble pour former une plaque de 8 pieds × 4 pieds 3 pouces et de 1 pouce d'épaisseur, qui peuvent être dites d'un fer quatre fois bon et pesant 7 ou 8 quintaux. Quatre de ces plaques sont chauffées ensemble et laminées en une pièce de 10 pieds × 4 pieds 3 pouces × 4 1/2 pouces, donnant une qualité de fer cinq fois bon et pesant 26 quintaux. Quatre pièces semblables, pesant 1 tonne 1/2 chacune, sont chauffées et laminées, et d'une épaisseur de 6 pouces et d'une longueur de 10 pieds sont amenées à une épaisseur de 4 pouces 1/2 et étendues à 12 ou 14 pieds de longueur. Il est nécessaire de passer la plaque au laminoir deux ou trois fois, ce qui exige moins d'une minute pour chaque passe; malgré le poids de la plaque et celui des cylindres, ceux-ci sont arrêtés pour renverser le mouvement, afin d'éviter d'avoir à élever la plaque au-dessus des cylindres, opération qui offre de grandes difficultés. La qualité obtenue est six fois bonne, quel que soit le fer employé, le fer de riblons étant à la surface. Il n'est pas d'usage dans le langage commercial de désigner le fer le meilleur autrement que par qualité supérieure ou deux fois bon, mais il est important ici de rappeler le nombre de façons qu'il a supporté. Il n'y a pas de doute que le bon fer s'améliore par le chauffage et le façonnage répétés six ou huit fois, mais qu'il se détériore ensuite. En employant dès le début de gros blocs, on peut faire deux réchauffages de moins.

Je décrirai maintenant la fabrication au marteau des plaques de blindage. Les morceaux de fer sont choisis avec soin, chauffés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le four à réchauffer, laminés et coupés en morceaux de faible longueur. Ceux-ci sont forgés et laminés en barres, qui à leur tour sont réchauffées, doublées et laminées en plaques pesant 5 quintaux chaque et de 1 1/2 à 2 pouces d'épaisseur. Cinq plaques semblables sont portées au marteau, et soudées à une longue barre de fer portée par une grue qui conduit du four à un marteau de 5 à 7 tonnes. Ces plaques sont réduites par le martelage en une masse homogène, qui peut être dite la forme n°1, de l'épaisseur de 4 1/2 pouces, qui est réchauffée, sa surface unie, et son extrémité dressée. Elle est alors mise au feu pour être réunie à une série de plaques semblables composant la forme n° 2, et portée au blanc soudant sous le marteau. La plaque, composée des formes 1 et 2, pèse alors 2 tonnes 1/2 quand le soudage est complet. La surface de la plaque est dressée, et son extrémité préparée pour une réunion semblable à celle qui vient d'être décrite.

Il semble qu'il n'y a pas d'autres limites à la grandeur des plaques martelées que celles fixées par les dimensions des grues, des marteaux et des fours. Avec le nouveau marteau de M. Krupp, qui doit, dit-on, peser 20 tonnes, on pourra fabriquer des plaques de 12 pouces d'épaisseur, probablement sur des dimensions en largeur et en longueur supérieures à celles que l'on fabrique aujourd'hui. J'ai essayé de réduire en tableau les séries d'opérations rivales de laminage et de martelage; j'y ai réuni les poids employés, qui varient avec les dimensions des plaques à fabriquer et avec d'autres circonstances.

MM. Beale de Rotherham, qui sont entrés dans la carrière les premiers, ont produit une grande quantité d'excellentes plaques laminées, et les forges de la Mersey, comme les ateliers dits Thames-Iron-Works, en ont fabriqué au marteau de très-bonne qualité. John Brown de Sheffield, et la Compagnie Butterley, ont des ordres pour fabriquer des plaques laminées, et il en est déjà sorti de leurs ateliers. Mars et Cie ont aussi à fournir des plaques martelées, et disposent des moyens nécessaires pour les bien fabriquer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLAQUES DE BLINDAGE LAMINÉES.

1re OPÉRATION.	2	3	4	5	6	7	8	9
Pour à paquets. — Fer puddlé, 4 1/2 quint. / 3	3 loupes de 1 1/2 quintal.	2 loupes, chauffées et puddlées, doublées et laminées en une barre pesant 3 quintaux.	La barre puddlée pesant 3 quintaux est coupée en 4 pièces de 4 pieds × 5 pouces.	Deux barres de fer puddlé réunies et chauffées, avec 2 barres de ribions, forment un ensemble de 3 quintaux qui est forgé en une seule masse. (Fer 2 fois bon.)	La masse de 3 quintaux est chauffée et laminée en une plaque pesant 3 1/2 quintaux après dressage et de 3 pieds 6/8 de 3 pieds 6/8 de pouce. (Fer 3 fois bon.)	Quatre plaques chauffées et laminées ensemble, forment une plaque du poids de 8 quintaux et de 4 pieds × 4 pieds × 1 pouce après dressage. Ces plaques sont placées les unes sur les autres, de manière que les fibres soient dans des directions opposées. (Fer 4 fois bon.)	Quatre plaques dressées, chauffées et laminées en une mise de 10 pieds × 4 pieds 3 pouces × 11/2 pouce, pesant environ 26 quintaux. (Fer 5 fois bon.)	Quatre mises chauffées et laminées en une plaque de blindage de 4 1/2 pouces d'épaisseur 14 pieds × 4 pieds, pesant quand les extrémités rugueuses ont été enlevées, les bords planés, environ 4 1/2 tonnes. (Fer 6 fois bon.)
Pour à loupes. — Fer de ribions, 4 1/2 quint. / 3	3 barres de 1 1/2 quintal chaque.	2 barres chauffées, doublées et laminées ; poids 3 quintaux chaque. (Bon fer.)	La barre de fer de ribions, pesant 3 quintaux est coupée en 4 pièces de 4 pieds × 5 pouces.					

PLAQUES DE BLINDAGE MARTELÉES.

1re OPÉRATION	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fer de ribions, réuni et chauffé dans un four à réchauffer, réduit avec le marteau de forge ou le marteau-pilon à vapeur en une barre, pesant 1 1/2 quintal. (Bon fer.)	Deux de ces barres sont chauffées et réunies en une seule, pesant 3 quintaux, laminées et coupées pour soudages ultérieurs (Fer 2 fois bon.)	Paquet de barres réunies, de telle sorte que les fibres des barres soient dans des directions différentes. Poids 2 quintaux, divisé en 4 pièces.	Paquet chauffé et laminé en plaque, d'un poids de 2 quintaux dressées. (Fer 3 fois bon.)	Quatre plaques semblables sont réunies au marteau en une seule plaque ; poids 7 quintaux. Epaisseur 1 3/4 pouces, après dressage. (Fer 4 fois bon.)	Quatre plaques, chauffées et soudées sous le marteau, formant une mise destinée à fournir un des bords de la plaque de blindage, et pesant chacune 1 1/4 tonnes ; 4 mises semblables sont ainsi faites successivement. (Fer 5 fois bon.)	La mise n° 1, réchauffée, dressée au sifflet marteau, est soudée avec le n° 2, formant la 2e partie de la plaque, qui est disposée pour être prête à être soudée. (Fer 6 fois bon.) (Poids 2 1/2 tonnes.)	L'extrémité de la mise n° 2, réchauffée, martelée et dressée, est soudée avec une nouvelle mise. Le n° 3 est alors formé. (Fer 6 fois bon.) (Poids 3 3/4 tonnes.)	Le n° 3 réchauffé, fagonné et dressé, est soudé avec une autre mise pour former le n° 4. (Fer 6 fois bon.) Poids 5 tonnes.	Le n° 4 est fini, dressé (Fer 6 fois bon). Poids après plaquage 4 1/2 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUES ET BANDAGES EN ACIER FONDU.

Il y avait à l'Exposition deux excellentes séries d'échantillons de bandages en acier fondu, celle de Krupp d'Essen et celle de Naylor et Vickers de Sheffield. Le procédé de ces derniers est bien plus expéditif que le procédé allemand et par suite moins coûteux. A Sheffield le métal de plusieurs creusets, contenant environ 40 livres chaque, est réuni dans une poche et versé dans un moule en sable, revêtu avec un mélange spécial d'argile et de sable; il forme un anneau d'environ 4 et 1/2 pouces d'épaisseur. MM. Naylor emploient une machine faite par Creighton de Manchester, pour laminer ces anneaux en bandages. Les cylindres en sont petits et tournent verticalement (et non horizontalement comme dans la machine à faire des bandages de roues); ils sont maintenus par des pièces épaisses formant la partie supérieure du bâti, et disposés à droite et à gauche du milieu de la machine, deux paires de cylindres d'un côté et trois cylindres de l'autre. En passant entre les deux paires de cylindres, placés à différentes distances, le bandage est réduit à une épaisseur de 1 1/2 pouce. Il est alors réchauffé et porté à la partie droite de la machine où se trouvent les trois cylindres disposés en triangle. L'un d'eux a un axe fixe, tandis que ceux des deux autres sont mobiles. Ces derniers sont graduellement disposés par rapport au cylindre fixe au moyen de vis, de manière à fournir la courbe convenable pour chaque accroissement de diamètre du bandage. Le diamètre augmente en raison de la diminution de l'épaisseur, et par cette disposition la forme circulaire est toujours obtenue, quelles que soient les dimensions du bandage. La machine pèse environ 50 tonnes. Les bandages d'acier fondu coûtent environ trois fois le prix de ceux faits avec le meilleur fer du Yorkshire, et ceux faits par Krupp, par la méthode que nous allons indiquer, sont encore plus coûteux, par suite des frais qu'entraîne un procédé d'ailleurs excellent.

Un lingot d'acier fondu est forgé de la forme représentée *fig.* 1, et deux trous d'environ 2 pouces de diamètre sont percés au foret ou au découpoir à travers toute son épaisseur. Une fente est pratiquée pour les réunir, comme l'indique la figure,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis le bloc est chauffé et ouvert de manière à former un anneau d'acier fondu, *fig.* 2, qui est laminé ou forgé au marteau de manière à former un bandage. Un de ceux exposés a parcouru 66,179 milles sur le chemin de fer Eastern Counties, adapté à une machine pesant 28 tonnes, le poids des roues étant de 10 tonnes. Le plus grand bandage d'acier qui ait encore été fait a 75 pouces de diamètre et pèse 8 quintaux 1/4.

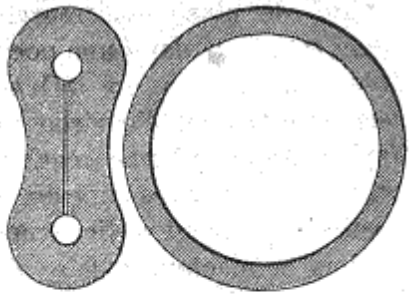


Fig. 1. Fig. 2.

Dans la notice publiée par M. Krupp, il est question de la difficulté de faire les bandages d'acier en même temps doux et forts. Il explique que son mode de fabrication est différent de la méthode anglaise; comme à Sheffield, il lui est aussi facile de convertir le fer en acier contenant 1/2 pour 100 (comme celui employé pour les carabines et les revolvers), qu'en acier renfermant 2 pour 100 de carbone, ainsi qu'on le trouve convenable pour les outils tranchants. M. Krupp commence avec sa prudence habituelle, en faisant d'abord doux les bandages, et les faisant ensuite de plus en plus durs à mesure que l'expérience l'y engage, et réduisant en même temps ses prix à mesure que la consommation augmente.

MM. Firth et Fils de Sheffield ont depuis plusieurs années produit des bandages et des essieux en acier pudlé, qu'ils vendent à peu près le même prix que ceux fabriqués avec du fer de Lowmor. Une coupe de cet excellent produit se voit dans la collection d'échantillons de MM. W. Bird et C^ie^. Ces fabricants commencent avec du fer contenant 4 pour 100 de carbone, quantité qui est réduite à 1 p. 100 et même moins, par les opérations du pudlage, comme il est utile de le faire en raison de l'usage auquel le métal est destiné.

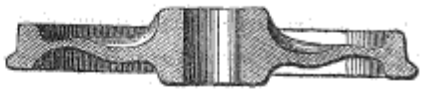
ROUES DE CHEMINS DE FER EN ACIER FONDU.

Ces roues sont fabriquées par Naylor et Vickers, de la forme représentée dans la section, *fig.* 3. Le prix de vente est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

35 livres sterling par tonne, ce qui est la conséquence de l'emploi de fer de Suède de bonne qualité dont il est fait usage, car d'ailleurs il n'y a pas de dépense de forge. L'acier passe des creusets dans une poche et de là dans un moule revêtu de substances assez réfractaires pour résister à l'action de l'acier fondu. Ce procédé est bien moins coûteux que celui de M. Krupp, qui forge un lingot d'acier fondu de manière à l'amener à la forme d'un disque A, *fig.* 5, puis le fait passer à travers une paire de cylindres, en changeant continuellement le point de la circonférence par lequel le disque d'acier se présente aux rouleaux. Celui-ci est de la sorte écrasé et étendu, la résistance du métal étant d'ailleurs beaucoup accrue par le laminage, pendant que le moyeu de la roue se produit en raison du moindre diamètre du milieu des cylindres. Le disque est alors martelé sur la tranche pour prendre la forme indiquée *fig.* 4, et enfin tourné. Le prix coté par M. Krupp, savoir 5 livres sterling pour une roue d'acier fondu pesant 300 livres, forgée et finie de cette manière indique que ce procédé de fabrication est arrivé à un degré extraordinaire de perfection et d'économie, car ce prix défie la concurrence des espèces de roues les moins coûteuses.

Fig. 3.



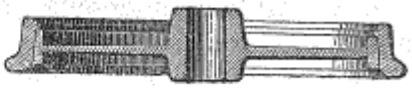


Fig. 4.

A

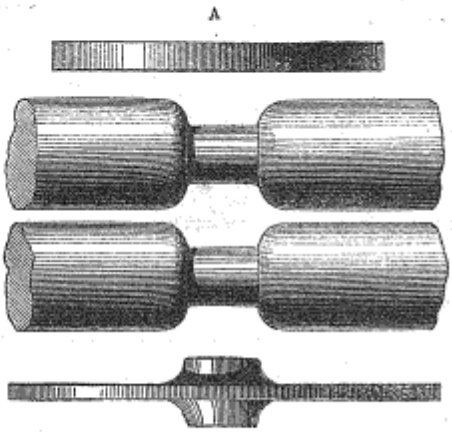


Fig. 5.

La Compagnie de Bochum (Westphalie) emploie une belle machine pour laminer les bandages d'acier fondu. Elle est de grandes dimensions et d'une construction un peu différente de celle de Creighton.

Naylor et Vickers donnent la table ci-après comme renfer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mant le résultat de leurs expériences sur leurs roues d'acier fondu. Il serait intéressant de les comparer avec ceux que donneraient les roues du système Krupp dans des expériences variées, car la valeur pratique de semblables roues dépend, en grande partie, de leur résistance à l'usure et aux chocs répétés pendant de longs voyages, qui n'est pas proportionnelle à la ténacité du métal exposé à un choc produit par un mouton. Pour faire cet essai, les roues sont montées sur un essieu solidement fixé ; le poids est attaché par un anneau à l'extrémité inférieure d'une barre de fer, dont l'extrémité supérieure pivote sur une poutre et qui a 24 pieds de longueur. Le point de suspension est exactement au-dessus de la roue. Par le moyen d'une chaîne et d'une poulie, le poids peut être élevé à diverses hauteurs.

Roues d'acier fondu. — 3 pieds 2 pouces de diamètre, avec un essieu en fer forgé du Yorkshire, bien soutenu. Poids du mouton 840 livres.

NUMÉRO du choc.	CHUTE en degrés.	CHUTE en pieds.	EFFET permanent sur la roue.	REMARQUES.
1 et 2	33° 1/4	4	Rien.	
3	41 1/4	6	»	
4	53 3/4	10	»	
5	53 3/4	10	»	
6	64 3/4	14	»	Fente en croix, un nouveau choc l'augmente.
7	64 3/4	14	»	
8	82	19	»	
9	90	24	»	Fente en croix, un nouveau choc l'augmente.
10	90	24	»	Le bâti de fondation (en fonte) est brisé en diverses places, il n'est plus possible de continuer l'expérience.

Naylor, Vickers et Compagnie fabriquent aussi des essieux en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acier fondu étiré à la forge; l'un d'eux a été essayé en octobre de la manière suivante :

Essieu en acier fondu n° 2. — Essayé le 3 octobre 1861. Diamètre de l'essieu au centre 3 $\frac{15}{16}$ pouces. Distance entre les supports 3 pieds. Poids du mouton 1,547 livres.

NUMÉROS des chocs.	HAUTEUR de chute.	MESURE Avant le choc.	MESURE Après le choc.	IMPRESSION du choc.	COURBURE totale.
1	2	. . .	. . .		
2	5	. . .	∪ $\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$
3	7 $\frac{1}{2}$	∩ $\frac{5}{8}$	∪ $\frac{3}{8}$	1	1 $\frac{5}{8}$
4	16	∩ $\frac{3}{8}$	∪ 2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{3}{4}$
5	15	∩ 2 $\frac{3}{4}$	∪ $\frac{13}{16}$	3 $\frac{9}{16}$	8 $\frac{5}{16}$
6	20	∩ $\frac{13}{16}$	∪ 2 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{5}{16}$	11 $\frac{5}{8}$
7	25	∩ 2 $\frac{1}{8}$	∪ 2 $\frac{9}{16}$	4 $\frac{11}{16}$	16 $\frac{5}{16}$
8	30	∩ 2 $\frac{9}{16}$	∪ 2 $\frac{5}{8}$	5 $\frac{3}{16}$	21 $\frac{1}{2}$
9	36	∩ 2 $\frac{5}{8}$	∪ 2 $\frac{3}{8}$	5	26 $\frac{1}{2}$
10	39 $\frac{1}{2}$	∩ 2 $\frac{3}{8}$	∪ 2 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{7}{8}$	31 $\frac{3}{8}$
				L'essai ne continue pas.	
11	36	∩ 2 $\frac{1}{2}$	∪ 1 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{4}$	35 $\frac{5}{8}$ [1]
12	39	∩ 1 $\frac{3}{4}$	∪ 3 $\frac{1}{4}$	5	40 $\frac{5}{8}$
13	39	∩ 3 $\frac{1}{4}$	∪ 2 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{3}{8}$	46
14	39	∩ 2 $\frac{1}{8}$	∪ 3 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$
15	39	∩ 3 $\frac{3}{8}$	. . .	. . .	. . .

[1] Essai continué le 7 octobre 1861.

Les forges de Monkbridge exposent des spécimens de bandages de fer et d'acier soudés par un procédé particulier, et amenés ensuite au laminoir à toute section [1].

CANONS.

Le canon d'acier de 9 pouces, exposé par M. Krupp, est fait

1. Voir, *Annales du Conservatoire*, la description donnée par M. Tresca de cette fabrication montée par M. Verdié, maître de forges à Firminy, qui a donné à ce produit le nom de *Produit mixte*. C'est le brevet de cet industriel que les forges de Monkbridge exploitent en Angleterre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec un lingot d'un poids de 25 tonnes, et forgé au marteau, tandis que le canon des forges de la Mersey est laminé d'une manière fort ingénieuse par le procédé patenté de M. Clay, dont je donnerai ici la description.

On se sert des cylindres ordinaires à surface lisse; mais, au lieu de vis pour déterminer leur écartement, des tiges de piston sont adaptées aux coussinets supérieurs du cylindre de dessus et celui-ci monte et descend avec ces tiges. Elles sont attachées à des pistons se mouvant dans des cylindres hydrauliques qui surmontent les deux montants. Ces cylindres portent des tuyaux de sortie fermés par une soupape, qui permet de régler à volonté la sortie de l'eau du cylindre. Supposons le cylindre rempli d'eau, les rouleaux donneront une certaine compression, soit à une loupe, soit à une barre poussée entre eux. Lorsque la valve viendra à être ouverte pendant que la barre de fer est entraînée afin d'obtenir la forme conique, la pression des cylindres sur la barre diminuera graduellement en proportion de l'eau qui s'échappe du cylindre, et du piston qui par suite s'élève. Une des extrémités de la barre est alors diminuée d'épaisseur pendant que l'autre est à peine altérée. La barre est ainsi passée entre les cylindres jusqu'à ce qu'elle ait pris la forme conique voulue. Quand il s'agit de forger un canon, si l'extrémité du côté de la bouche et celle du côté de la culasse doivent appartenir à des cônes très-différents, ou varier brusquement d'épaisseur, les cylindres peuvent être arrêtés en débrayant quand la partie de plus petit diamètre est finie, et ils sont alors disposés pour une opération suivante, la soupape étant ouverte pour une forme nouvelle. La soupape étant ajustée, la culasse est fabriquée à l'aide des mêmes cylindres. Les tourillons sont assemblés en dernier.

Cette méthode est applicable au laminage de toutes les pièces de forme conique. Inventée à Birmingham au commencement du siècle pour laminer les canons de fusil, elle a été appliquée à la fabrication des carabines d'Enfield, comme on le voit par l'exposition de la fabrique de Wolwich. La barre de fer de riblons ou la loupe est passée à travers des cylindres différents jusqu'à ce que les bords soient réunies, soudée et passée à travers des cylindres qui portent des parties de forme convenable pour allonger le canon à la longueur voulue et lui donner la forme conique demandée. De semblables cylindres peuvent être faits pour toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabrication spéciale, en faisant en sorte que la largeur et la longueur des barres soient en rapport avec celle du mécanisme, et il est probable que ce système de laminage conique, employé pour la fabrication des canons, est également bon pour de petites pièces.

Les canons d'acier, vendus jusqu'à ce jour par M. Krupp aux gouvernements étrangers à 1,200 liv. st. pièce, pourront désormais être produits mécaniquement à des prix très-modérés. On doit toutefois reconnaître à cet éminent fabricant le mérite d'avoir appliqué le premier de puissantes machines au travail de l'acier, et il a eu parfaitement raison de demander d'abord des prix élevés pour payer facilement ces machines avec le profit retiré des articles vendus, ce qui lui permettra par la suite de faire de grandes réductions de prix et de produire à bon marché.

L'exposition de M. Krupp contient :

Des bandages de roues de 34 à 58 pouces de diamètre, variant de 290 à 745 livres. Leur surface tournée ne présente pas un seul défaut, pas plus que ceux brisés ne montrent pas une paille. Des échantillons courbés en tout sens montrent la flexibilité du métal ;

Deux essieux de locomotive en acier fondu, avec des roues et bandages en même matière, prêts à être employés, pesant 1,550 livres ;

Un essieu principal de locomotive en acier fondu, avec des roues en fer forgé et des bandages d'acier fondu, qui ont parcouru 66,000 milles sur le chemin de fer Eastern Counties sans avoir été tournées ; la machine pesant 28 tonnes et le poids des roues étant de 10 tonnes ;

Une manivelle doublement coudée pour transatlantique à hélice, pesant 11 tonnes ; longueur 24 pieds, diamètre 15 pouces ;

Un arbre pesant 15 tonnes, forgé avec un lingot de 25 tonnes ;

Une partie d'ancre de navire pesant 1/2 tonne ;

Une hélice propulsive de 9 pieds de diamètre, en acier fondu ;

Une paire de rouleaux d'acier, durcis et polis pour laminer l'or : c'est la fabrication de ces petits articles, depuis quarante ans, qui a fait d'abord la réputation de M. Krupp.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin les bouches à feu suivantes :

	Diamètre de l'âme en pouces.	Poids en livres.
Canon de 4 se chargeant par la bouche.	3,41	595
Canon de 25 se chargeant par la culasse.	3,75	1,965
Canon de 40 —	4,75	3,612
Canon de 100 —	7,00	7,709
Canon de 68 — (pas fini).	8,12	8,365
Canon de » — —	9,00	18,000

Tous ces canons sont terminés intérieurement et extérieurement, à l'exception des deux derniers, qui n'ont pu être achevés en temps utile.

ACIER BESSEMER.

D'après l'expérience de cent années, on a reconnu dans tous les pays que certaines mines produisaient des fers à propension aciéreuse, et les produits de ces mines ont reçu des prix en rapport avec leur valeur. Le fer extrait de l'hématite prend rang maintenant parmi les fers à acier par l'introduction du procédé Bessemer, qui s'y applique heureusement à cause de son bas prix et de l'absence de soufre et de phosphore que cette méthode n'enlève pas entièrement. Il serait peut-être plus exact de dire que le fer extrait de l'hématite bessemerisé est un fer supérieur, que de l'appeler un véritable acier, car il faut toujours le mêler à du fer possédant une propension aciéreuse. Il n'entre pas encore parmi l'acier vendu aux fabricants de Sheffield. Le patenté a établi une petite fabrique bien plus destinée à l'expérimentation qu'à la production, et a préféré vendre des licences à d'autres personnes que de fabriquer lui-même. Une immense publicité a été donnée au procédé Bessemer, et plusieurs fabriques se montent dans divers pays. John Brown et la Compagnie Wear Dale fabriquent cet acier. Ces habiles manufacturiers s'appliquent, à l'exemple de M. Krupp, à la production d'articles chers, et demandent d'abord un prix élevé pour couvrir leurs grandes dépenses d'établissement, sans doute pour diminuer plus tard leurs prix, lorsque la consommation augmentera et que le prix de revient deviendra moindre. Malheureusement, à mon avis, M. Bessemer a trop parlé du bas prix auquel il pourrait livrer un article qui allait faire concurrence aux aciers connus dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commerce. Les inconvénients de ce plan sont évidents pour l'acquéreur de sa licence M. Brown, obligé de demander un prix rémunérateur qu'il obtient difficilement du public, qui attend de très-grands avantages par suite de tout ce qui lui a été annoncé. La demande a été jusqu'ici fort limitée, et a consisté surtout en rails, qui ont été vendus de 18 à 23 liv. st. la tonne par M. Brown. Ceux-ci sont bons dans certains cas, mais rencontrent la concurrence des rails en fer durcis par cémentation à la dépense de 1 l. st. par tonne, et aussi de celle des rails plaqués d'acier. L'acier pudlé de Firth, obtenu avec un mélange des meilleures fontes du Rhin au charbon de bois et de quelques-uns des meilleurs fers anglais au coke, peut être acheté au même prix que le fer de Lowmor; et s'il y avait une forte demande de rails d'acier, il n'est pas douteux qu'il serait employé à cet usage. L'acier pudlé fabriqué avec le fer du Rhin, et fondu par la méthode de Sheffield dans des creusets d'argile, est, pense-t-on, la substance employée par M. Krupp pour la fabrication des magnifiques spécimens qu'il expose. Il est également employé par la Compagnie Bocchum [1].

M. Bessemer, d'ailleurs, fond quelquefois son acier après l'avoir bessemérisé dans des creusets d'argile. Je ne sais pas quels sont, parmi les échantillons exposés, ceux qui sont produits de la sorte, ni dans ses listes de prix ce qu'il cote comme acier *direct* ou bien comme acier seulement; il n'y a pas de classification de ce genre parmi les échantillons. La preuve de la bonté de l'acier produit par l'ingénieux système que Bessemer a fait breveter, serait qu'il pût se vendre sur le marché de Sheffield comme une substance propre à être fondue pour produire les premières qualités d'acier. Après de longues recherches, M. Leplay perdant toute foi dans les rapports publiés sur les qualités du fer en France et dans d'autres pays, et sur leurs propensions aciéreuses respectives, préfère adopter les prix des fers des différentes mines comme criterium de leur valeur relative. Les marchands de Sheffield ne sont intéressés dans aucune mine particulière, et les

1. L'usine de M. Krupp renferme aujourd'hui quatre cents fours de fusion, recevant chacun de deux à vingt-quatre creusets qui contiennent chacun 35 kilogrammes d'acier pudlé obtenu par le traitement des fontes miroitantes du pays de Siegen. On réunit les produits d'un nombre suffisant de ces fours pour couler les grandes pièces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acheteurs veulent toujours en avoir pour leur argent. L'expérience de plus d'un siècle a fixé la valeur relative de toute marque de fer bien connue. Le procédé Bessemer a été introduit en Suède, et appliqué aux produits des mines qui fournissent des minerais convenables pour fabriquer de bon fer, et lorsque le métal Bessemer sera un article de vente sur le marché de Sheffield, on aura une mesure exacte de sa valeur. Il y a cent ans le gouvernement et plusieurs compagnies en France assurèrent que le fer de France était le meilleur du monde pour fabriquer de l'acier. C'était une erreur, comme le prouve le fait que jamais du fer français n'a été vendu à l'étranger dans un but semblable. Les Français prohibèrent l'introduction dans leur pays du fer de Suède qualité supérieure, à cause de cette malheureuse prévention en faveur de leurs propres produits. Quand les barrières ont été levées, les fers de Suède ont commencé à être employés en France, et la réputation des produits français fabriqués en acier a immédiatement gagné. Quant à l'applicabilité du procédé Bessemer pour obtenir des lingots de grandes dimensions pour arbres à manivelles, canons, etc., je pense qu'il y a des difficultés pratiques qui empêchent ce procédé de tenir ce qu'il a promis sous ce rapport, difficulté dont on pourra, j'espère, triompher. Tel est le court intervalle de temps pendant lequel le fer décarburé est mélangé à une substance fortement carburée, pour produire un acier régulier modérément carburé.

La forme de la cornue rend l'état d'imparfaite liquidité, ou, si l'on préfère, d'imparfaite solidité très-incommode; elle gêne pour diriger le métal où il doit être porté. Aussitôt que la couleur de la flamme qui paraît au-dessus du vase qui renferme la charge de fer fondu montre que le carbone a été enlevé, la soufflerie est arrêtée, et immédiatement une charge de fonte au bois, comme celle du Rhin, à propension aciéreuse, dont il a été parlé, y est versée. Le vent est alors rendu, et le temps nécessaire pour l'union parfaite des deux éléments n'est que de quelques moments, pendant lesquels le carbone est réduit à la proportion voulue par le vent. Dans la fabrication ordinaire de l'acier fondu, l'acier n'est pas détérioré pour être resté fondu même deux heures entières dans le creuset, et l'ouvrier ne verse jamais le contenu du creuset avant d'être assuré que l'acier est homogène et exactement à la température convenable, bien qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'y ait qu'une seule nature de substance dans le pot. Ces précautions offrent beaucoup plus de difficulté avec deux espèces de matériaux dans un vase fermé, comme dans l'appareil Bessemer; et il paraît nécessaire, pour la perfection du travail, que le métal soit renfermé dans un vase auquel la chaleur puisse être appliquée pendant un temps suffisant par des moyens artificiels, de manière à donner le temps nécessaire pour l'union parfaite des substances. Il y aurait à se rapprocher de l'ancien procédé de Sheffield, de l'emploi du creuset.

FORGEAGE DU FER ET DE L'ACIER.

Les remarques que nous avons faites à propos de la fabrication des plaques de blindage nous dispensent d'entrer dans de longs détails relativement au travail du fer forgé.

Un grand progrès a été accompli dans le travail du forgeron par la construction du marteau à vapeur dans ces dernières années. En disposant de bons et nombreux fourneaux à réchauffer près des marteaux à vapeur, et en se spécialisant dans certains travaux de forge, on peut arriver à une grande rapidité dans la fabrication en même temps qu'à une qualité supérieure des produits. L'essieu à manivelles pour locomotives, exposé par MM. Taylor frères, est annoncé comme fait en une demi-journée; mais nous ferons remarquer que ces essieux sont consommés en de telles quantités que le maître de forges peut avoir des ordres sur ses livres pour cent ou cent cinquante à la fois, et qu'il peut prendre par suite les meilleures dispositions pour former ses ouvriers et bien organiser son travail. Quand il y a beaucoup d'hommes employés et beaucoup de fourneaux pour préparer le travail pour un seul marteau à vapeur, il est économique de payer, même un prix très-élevé, le forgeron qui dirige le travail, pour s'assurer un ouvrier supérieur; et quand même les salaires seraient extraordinairement élevés, la qualité du travail le sera encore plus.

Taylor frères exposent aussi quelques barres pour les rubans des canons Armstrong; elles proviennent d'un mélange de fonte de Yorkshire, à air froid, et de fonte au bois de Suède, mêlées pour l'affinage et pudlées avec beaucoup de soin. La fracture

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est excellente, et plus compacte que celle d'un fer d'essieu. On ajoute quelquefois au produit suédois un autre de l'Inde.

Pour arriver à cette manière de procéder, une longue série d'expériences sur les qualités du fer forgé obtenu par des mélanges de fonte de diverses qualités a été faite par les producteurs de fer du Yorkshire, qui a eu une si grande réputation. Je crois que M. Taylor a été pendant plusieurs années le directeur ou le contre-maître des forges de M. Cooper à Leeds, et on doit croire que les mélanges de fer dans différents buts sont basés sur les résultats d'expériences faites dans quelques-unes des meilleures forges. Je ne connais pas les proportions de fer de Suède employé pour le fer à canon employé pour les rubans des canons Armstrong, mais j'ai été informé par d'autres sources qu'une addition de 15 0/0 de fonte de Suède au bois, ajoutée à 85 0/0 du meilleur fer de Yorkshire, produit un excellent résultat.

L'acier est continuellement employé à de nouveaux usages. La fabrication de Sheffield a fait de grands progrès depuis 1851, et MM. Firth et Fils ont fondu des lingots d'acier fondu de plus de 5 tonnes pour canons; mais malheureusement l'emploi de l'acier n'a pas reçu d'encouragements de Wolwich, ce qui est bien à regretter, car il ne peut être douteux que l'acier fondu ne trouve de nombreux emplois dans l'artillerie. Il en est ainsi par exemple pour les canons en acier pour carabines. L'acier fondu de Sheffield est coupé en petites longueurs de 12 pouces, percées, chauffées et laminées à la longueur du canon qui est ensuite alésé et rayé. Le supplément de dépense nécessaire pour remplacer le fer par l'acier est insignifiant, et cependant permet d'obtenir un canon de qualité vraiment supérieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 4.

ASSAINISSEMENT

ET MISE EN VALEUR

DES LANDES DE GASCOGNE,

PAR M. J. CHAMBRELENT,

Ingénieur des ponts et chaussées.

Nous devons à l'amitié de M. Chambrelent de pouvoir reproduire ici l'intéressante notice qu'il a publiée à l'occasion de l'Exposition de Londres. Depuis 1849, époque où il a fait la première application de son mode de culture des Landes, il a eu bien souvent à expliquer, à faire comprendre son système (nous dirons un mot en terminant pour montrer comment il n'y est pas toujours parvenu, malgré la simplicité de sa méthode), aussi est-il arrivé à le formuler avec une netteté parfaite. Nous croyons que ces pages resteront comme la forme définitive de l'Exposition des principes simples et féconds auquels la France va devoir, dans peu d'années, la mise en valeur de 800,000 hectares de terres incultes dont on n'avait jamais su tirer parti, et l'enrichissement de deux départements de la France.

C. L.

Toute l'étendue de terrains connue sous le nom général de *Landes*, qui se trouve comprise entre la mer et les vallées de la Garonne et de l'Adour, présente une superficie d'environ 8,000 kilomètres carrés, dont la presque totalité, il y a dix ans, était encore inculte et inhabitée. On n'y trouvait de loin en loin que quelques chaumières isolées et quelques bouquets de pin, inaccessibles l'hiver par l'inondation des terrains environnants.

Cet immense désert est cependant placé aux portes d'une des plus grandes villes de France et sous un des climats de l'Europe le plus favorable à la végétation. Il est traversé aujourd'hui par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le chemin de fer de Bayonne, destiné à devenir, par son prolongement sur Lisbonne, l'une des lignes les plus importantes pour les transits avec l'Amérique, et il va être bientôt relié, dans toute son étendue, à cette grande artère, par des routes agricoles qui, partant des différentes gares, iront porter dans tout le pays le bienfait de nombreuses et faciles communications.

On conçoit de quelle importance était la mise en culture d'un si vaste territoire placé dans des conditions si favorables. Depuis longtemps de nombreux essais avaient déjà été faits dans ce but; mais tentés le plus souvent sans une étude approfondie de ce singulier pays, ils avaient toujours échoué : d'abord, parce qu'avant de les entreprendre on n'avait pas même songé à mettre ces terrains dans des conditions normales de culture, et d'un autre côté, parce que tandis qu'on s'efforçait, par des peines infinies et d'énormes sacrifices d'argent, de donner au terrain des qualités que la nature lui avait absolument refusées et de lui demander des produits incompatibles à son sol, on méconnaissait d'autres qualités non moins précieuses dont il était largement doté, et qui, avec de faibles efforts, devaient porter dans cette terre la richesse et la fécondité.

Nous allons présenter une description succincte de la configuration et de la constitution du sol des Landes et l'on verra combien la mise en culture du terrain résultait naturellement d'une étude attentive et raisonnée du pays.

Configuration et constitution du sol des landes.

Les landes de la Gascogne forment un vaste plateau presque entièrement horizontal, placé à une hauteur de 80 à 100 mètres au-dessus de la mer.

Le terrain qui le forme est composé d'un sol maigre et sablonneux, sans aucune trace d'argile ou de calcaire, d'une épaisseur moyenne de $0^m,60$ à $0^m,80$, reposant sur un sous-sol imperméable.

Ce sous-sol imperméable, qui présente une épaisseur moyenne de $0^m,30$ à $0^m,40$, et qui est connu dans le pays sous le nom d'*alios*, est composé d'un sable ordinaire, agglutiné par des matières végétales qui forment une sorte de ciment organique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'existe sur le plateau aucune source, aucune trace d'eau à la surface pendant l'été; mais en hiver, au contraire, les eaux pluviales, si abondantes sur ces côtes de l'Océan, s'abattent pendant plus de six mois sur ce plateau, et n'y trouvent ni écoulement intérieur, ni écoulement superficiel; elles y restent stagnantes jusqu'à ce qu'elles aient été évaporées par les chaleurs de l'été. Ainsi, l'inondation permanente l'hiver, la sécheresse absolue d'un sable brûlant l'été, tel est le caractère principal du terrain.

Qu'on se figure maintenant l'effet de ce passage continuel d'une inondation de six mois à une longue sécheresse, et on aura l'idée de la stérilité du sol pour toute culture, et de son insalubrité pour les animaux et les malheureux habitants qui y travaillent. On comprendra quels mécomptes devaient accompagner tous les essais tentés avant qu'on ait pensé à y faire disparaître ces deux causes, si nuisibles à tout développement agricole quelconque.

Nécessité d'un assainissement préalable. — L'assainissement préalable n'était donc pas seulement une amélioration utile pour les landes, c'était une condition indispensable de leur mise en culture, et l'on peut dire sans hésiter que la cause principale qui a fait échouer jusqu'ici tant d'entreprises dans ce pays, c'est de n'avoir pas reconnu cette indispensable nécessité d'assurer, avant tout essai de culture, l'écoulement des eaux superficielles.

Il est vrai que le terrain des landes avait toujours été considéré comme ayant par lui-même si peu de valeur, et qu'en général les procédés de desséchement d'un terrain marécageux nécessitent des dépenses si considérables, que jusqu'ici, même ceux qui avaient constaté la nécessité du desséchement, avaient reculé devant les dépenses à faire.

On ne saurait penser, du reste, pour peu qu'on y réfléchisse, à appliquer à ces terrains le drainage proprement dit avec des conduits souterrains. La faible valeur des landes relativement au prix élevé du drainage, l'impossibilité de trouver des terres argileuses dans le pays, la couche imperméable d'alios qu'il faudrait percer, enfin la nature des cultures, consistant principalement en essences forestières qui étendent leurs racines en tous sens, sont autant de causes qui rendront toujours impossible ce mode de drainage dans les landes. Un seul grand propriétaire a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voulu le tenter malgré toutes ces raisons, et il y a fait pour cela des travaux très-coûteux, auxquels il a dû renoncer complétement au bout de deux années.

Système d'assainissement appliqué en 1849. — Si cependant on étudie avec soin la configuration générale du plateau des landes, on reconnaît un fait remarquable qui règne sur toute l'étendue du pays, et qui doit rendre l'asséchement très-simple et très-peu coûteux. Sur tout le plateau il existe, depuis le faîte jusqu'au versant des vallées, dans les deux sens perpendiculaires, une pente générale excessivement régulière; sur aucun point le terrain ne forme cuvette de manière à nécessiter des travaux spéciaux pour l'écoulement des eaux. Cette pente est tellement faible, que les moindres accidents ou plutôt les simples irrégularités du terrain la contrarient et empêchent l'eau d'en suivre la déclivité. Mais ces irrégularités, qui entravent ainsi l'écoulement, n'ont jamais plus de $0^m,30$ à $0^m,40$ de hauteur maximum, de telle sorte que, si sur un point quelconque de la lande, on ouvre un fossé de $0^m,40$ à $0^m,50$ de profondeur, dont le plafond soit dressé suivant un plan bien parallèle à la pente générale du terrain, on est certain que ce fossé pourra être exécuté dans toute son étendue sans nécessiter des déblais de plus de $0^m,60$ à $0^m,70$ de profondeur, et qu'il écoulera parfaitement toutes les eaux qui y arriveront; traversant d'ailleurs un terrain de sable très-perméable, il attirera à lui les eaux superficielles jusqu'à une assez grande distance; et comme la pente de ce fossé, tout en étant bien suffisante pour l'écoulement des eaux, n'est jamais de plus de $0^m,001$ à $0^m,003$ par mètre, les eaux y couleront toujours lentement et régulièrement sans en corroder les bords. Par suite de la perméabilité du terrain, il suffira du reste que ces fossés soient à des distances encore assez grandes les uns des autres pour obtenir le desséchement complet du terrain.

C'est ce système d'assainissement qui a été appliqué d'abord par nous en 1849 aux landes de Saint-Alban que nous avons mises en exploitation; ces landes étaient si inondées qu'on ne pouvait y circuler la moitié de l'année que sur de hautes échasses. Des fossés de $1^m,20$ de largeur en gueule, sur $0^m,40$ de profondeur, ont été ouverts dans le sens de la plus forte pente et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une direction perpendiculaire. La longueur totale des fossés a été de 400 mètres par hectare.

L'effet de ces fossés, qui constituaient un véritable drainage à ciel ouvert, fut complet et immédiat. Le terrain fut si bien asséché, que pendant les plus fortes pluies d'hiver, pendant que l'eau coulait abondamment dans tous les fossés et avec une remarquable régularité, le terrain ne présentait nulle part à la surface la moindre trace d'eau stagnante; toute l'eau pluviale qui tombait traversait immédiatement le sol pour se rendre aux fossés, sans qu'on en vît même courir la moindre partie à la surface du sol.

On peut d'ailleurs se faire une idée de la régularité et de la faible vitesse avec laquelle l'eau coulait dans les fossés, par ce fait que depuis plus de douze ans que nos 200 kilomètres de fossés reçoivent toutes les eaux de la propriété et même une assez grande partie des eaux supérieures, il ne s'y est pas produit la moindre corrosion.

Le sol ainsi assaini pouvait recevoir toutes les cultures compatibles avec sa nature; mais dans un tel terrain, composé d'un sable pur, sans mélange de calcaire et d'argile, et privé de population, la culture immédiate en grand des céréales ne pouvait se faire qu'avec d'énormes dépenses. C'est à peine si dans des terres de bonne qualité où ne manquent ni les engrais ni la population, la culture des céréales peut payer le cultivateur : que serait cette culture aujourd'hui dans les terres maigres des landes, où manquent à la fois les amendements, les bras et les engrais!

La culture forestière, au contraire, qui réussit si bien d'elle-même sans soins et sans efforts, sur les points isolés où le sol est naturellement assaini, indiquait clairement ce que nous avions à faire d'abord pour la mise en valeur immédiate de toute cette vaste étendue de terrain, où l'on ne pouvait appeler tout de suite toute la population nécessaire pour y développer de riches cultures.

Climat. — Le terrain sablonneux des Landes, si propice aux essences forestières, est placé d'ailleurs sous un des climats de France les plus favorables à la végétation. L'air y est vif; il y règne, dès le mois de mars, un soleil déjà chaud et fécondant;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il y tombe toujours aussi, du mois de mars au mois de mai, des pluies fréquentes provenant du voisinage de l'Océan et des vents de mer qui règnent souvent sur la côte, mais dont les landes sont en partie garanties par les hautes dunes qui longent le littoral.

Ces eaux de pluies restant toujours stagnantes à la surface, par suite de l'imperméabilité du sous-sol et de l'horizontalité du terrain, tous les semis de glands faits jusqu'ici n'avaient pu y réussir facilement, malgré les excellentes conditions climatériques du pays, parce que pendant les deux mois du printemps, au moment de la germination naturelle, la chaleur solaire qui devait faire germer la graine était entièrement absorbée par l'eau qui couvrait le sol. Ce n'était guère que vers le milieu de juin, ou tout au plus à la fin de mai, que la terre, dégagée des eaux pluviales de l'hiver, recevait la chaleur nécessaire à la plante. Le gland germait bien alors quelquefois, mais avec peine; puis, quand arrivait la chaleur du mois de juillet, le plant à peine naissant ne pouvait résister au soleil brûlant de cette saison, et mourait en juillet pour n'avoir pas pu naître en avril. Pour les semis de pins, le mal n'était pas aussi grand, parce que cette essence pouvant végéter à peu près à toute époque de l'année, et résistant mieux aux chaleurs de l'été, triomphait plus facilement des mauvaises conditions du terrain; mais sa végétation n'en souffrait pas moins, et en ne commençant à pousser qu'au mois de mai ou de juin, il était naturellement bien moins développé que s'il avait pu profiter dès le mois de mars de la chaleur solaire de cette époque, qui allait en quelque sorte s'éteindre dans l'eau qui baignait le sol où il se trouvait. Sur quelques points même où l'eau séjournait jusqu'au milieu de l'été, la graine elle-même ne pouvait germer. Aussi, au milieu des semis de pins tentés jusqu'ici dans la lande non assainie, parmi des arbres jaunâtres et souffrants qui disputaient chaque printemps à l'eau une partie de la chaleur nécessaire à leur végétation, voyait-on de nombreux vides où le pin n'avait jamais pu sortir et où toutes les dépenses de défrichement et de semis avaient été faites en pure perte.

En semant, au contraire, sur le terrain assaini de manière à ce que l'eau ne fasse que traverser le sol, le gland et la graine de pin ont pu germer partout dans le courant de mars, sous la double influence des pluies du printemps, dont l'eau ne fait que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traverser et arroser la terre, et d'un soleil déjà chaud à cette époque, dont toute la force est employée à féconder la végétation; et au mois de juillet, les jeunes plantes, qui ont poussé promptement leurs racines dans un sol léger et très-divisé, se trouvent assez profondes et assez fortes pour résister au soleil et pouvoir reprendre dès les premiers jours du printemps leur active végétation.

Un fait qui s'est présenté d'une manière remarquable, et qu'il était facile du reste de prévoir, c'est que dans ces parties basses où le pin ne pouvait venir parce que la graine y était noyée, la végétation s'est développée après l'assainissement avec une activité bien plus grande encore que sur les autres points. Les eaux y avaient entraîné, en effet, chaque hiver, tous les détritus végétaux ou animaux, tous les engrais que les moutons y avaient déposés; de telle sorte que ces parties, perdues jusqu'ici pour toute végétation, se sont trouvées, par le fait du desséchement, être les parties les plus fertiles de la lande.

Après avoir appliqué, à l'automne de 1849, le système d'assainissement que nous venons d'indiquer, sur les landes de Saint-Alban, situées sur une des parties du plateau les plus fatiguées par les eaux, nous y fîmes exécuter au mois de mars des semis de pins et de chênes. Ces semis réussirent si bien, qu'en 1855 nous pûmes envoyer à l'Exposition universelle de Paris des sujets qui avaient jusqu'à 4 mètres de hauteur, $0^{m},10$ de diamètre.

Ces résultats parurent si remarquables au Jury international, qu'il voulut faire visiter sur les lieux les semis faits, qui se développaient alors sur une étendue de 500 hectares. Cet examen fit reconnaître :

1° Que la bonne venue des arbres était aussi remarquable sur toute la surface des landes assainies;

2° Que le système d'assainissement appliqué à ces landes était aussi simple que peu coûteux;

3° Que le même système pouvait être appliqué avec la même facilité sur toute l'étendue des 8,000 kilomètres carrés de terres incultes et insalubres qui existaient encore sur cette partie du sol de la France, et en permettre une mise en valeur rationnelle.

Le Jury international fit constater aussi, que sur tous les points

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où le terrain des landes se trouvait naturellement dans les conditions d'assainissement où nous pouvions mettre toute l'étendue des Landes, au moyen de nos fossés d'écoulement, il existait des arbres déjà âgés qui s'étaient développés chaque année d'une manière aussi remarquable que ceux venus dans les landes inondées, après notre assainissement préalable, ce qui ne pouvait laisser de doutes pour l'avenir des semis faits dans ces derniers terrains.

Depuis 1855, nos semis de 1850 et tous ceux qui ont été faits depuis ont continué à se développer avec une vigueur au moins aussi grande; on peut en juger par les sujets que nous avons envoyés cette année à l'Exposition universelle de Londres : des chênes venus de glands semés en 1850 présentent des hauteurs de tige qui vont jusqu'à 7^{m},80, et une circonférence de 0^{m},70 au collet.

On ne peut citer, dans l'histoire de la végétation en France, rien d'aussi remarquable que le développement de ces jeunes arbres. M. Duhamel du Monceau, dans son grand ouvrage des semis et plantations, cite comme exemple de belle venue de chêne, un semis fait en 1732, dans un excellent terrain de sable gras, qui fut bien cultivé pendant les premières années, et qui présentait en 1759, c'est-à-dire après vingt-huit ans de pousse, un taillis de 22 à 25 pieds de haut, où beaucoup d'arbres avaient 12 à 14 pouces de diamètre. Nos semis, qui n'ont que onze ans, présentent une hauteur à peu près égale, et un diamètre de plus des deux tiers des autres.

Les sujets que nous avons envoyés à Londres ne sont pas, du reste, des sujets exceptionnels et beaucoup plus beaux que l'ensemble de ceux qui existent dans nos semis. En 1859, lors de l'Exposition de la Société philomathique de Bordeaux, le jury d'agriculture nomma une sous-commission pour visiter nos semis dans toute leur étendue. On peut voir, par le rapport fait à la suite de cet examen, ce qu'est l'ensemble des arbres sur toute la surface de nos landes assainies. La belle venue des chênes, dit le rapport, est parfaitement égale sur toutes les parties consacrées à cette essence; et quelque remarquables que fussent les sujets exposés, il eût pu en être pris de plus beaux sur le domaine.

Une des objections qui avaient été faites dans le principe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre notre système, c'est que les fossés d'écoulement ouverts dans un terrain sablonneux s'ébouleraient et se combleraient promptement, et qu'ils cesseraient de fonctionner au bout de peu de temps. On verra aussi, par l'extrait du rapport de la commission de visite des lieux, en 1859, que les fossés ouverts depuis dix ans sont en parfait état de conservation. Ce fait, qui paraît assez surprenant, était cependant facile à prévoir pour qui a bien étudié le sol des Landes. Bien que ce sol soit formé d'un sable fin et meuble, sa surface est couverte d'une abondante végétation de bruyère, dont les racines forment dans l'intérieur du terrain, jusqu'à la profondeur de l'alios, une sorte de trame assez serrée, qui donne de la consistance au sable et en prévient l'éboulement. D'un autre côté, l'égalité de la pente générale du sol nous a permis de dresser le plafond de nos fossés suivant une pente tellement uniforme et des lignes tellement droites, que l'eau y coule avec une parfaite régularité, sans jamais y causer de corrosions. C'est ainsi que nos fossés, après une durée de douze ans, se trouvent dans l'état de parfaite conservation constaté par le jury de Bordeaux en 1859.

Une autre objection encore plus sérieuse avait été produite contre l'avenir de nos semis. Quelques personnes avaient fait observir que le sous-sol imperméable des landes, qui règne à $0^{m},60$ environ au-dessous de la surface du terrain, étant un tuf d'une nature particulière qui ne peut être traversé par les racines des arbres, il était à craindre que, lorsque les racines arriveraient à ce terrain, elles ne pourraient point pivoter, et que, par suite, le développement de la tige s'en ressentirait. Nous avions déjà répondu à cette objection en faisant remarquer combien le pivot de l'arbre, qui ne reçoit jamais l'humidité ni la chaleur fécondantes de l'atmosphère, était moins important que les racines traçantes, pour le développement de l'arbre ; mais il était encore mieux de répondre à l'objection par le fait lui-même. Pour cela, nous avons fait enlever les arbres envoyés à l'Exposition de Londres avec toutes leurs racines. On verra combien peu ces racines ont pivoté, sans que cependant le développement des arbres ait cessé d'être de plus en plus remarquable.

Pour faire comprendre encore mieux combien le pivotement de la racine a peu d'influence sur le développement de la tige, nous avons présenté aussi un jeune pin pris dans un semis qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été fait en 1855, dont le pivot avait déjà commencé l'année dernière à s'émousser contre le tuf, et qui néanmoins a présenté cette année-là une longueur de pousse énorme de 1^{m},60 pour les deux pousses du printemps et de l'automne. On verra, au surplus, par le peu de développement de cette racine, combien le pin des Landes se nourrit peu dans le sol, et combien sa végétation se fait principalement dans l'air.

Débouché des produits. — En présence de la grande production de bois que devait amener l'ensemencement forestier d'une si vaste étendue de terrain, il est naturel de se préoccuper du débouché de ces bois.

Culture des pins. — Après vingt ans, les pins des Landes peuvent être résinés, et alors ils donnent des produits dont on est toujours sûr de trouver un facile débouché.

Mais pendant les vingt premières années du semis, on ne peut tirer des éclaircies qu'il faut faire au fur et à mesure de la croissance des arbres, que des bois de chauffage ou des bois d'œuvre.

L'exploitation des éclaircies de jeunes pins en bois de chauffage ne donne qu'un combustible de faible valeur sous un gros volume, et qui paye à peine le transport, pour peu que le semis soit à une grande distance de Bordeaux.

Quand les semis ont sept ans, on peut y trouver des échalas pour les vignobles du département. C'est déjà un produit qui peut donner en moyenne 15 à 18 fr. par hectare, et dont la consommation annuelle est considérable dans la Gironde.

De douze à vingt ans, les éclaircies de semis de pins peuvent donner des chevrons pour charpente, des poteaux télégraphiques et autres bois d'industrie; mais les éclaircies de cet âge ont trouvé depuis quelques années, en Angleterre, un autre débouché important qui tend à s'agrandir de plus en plus. Il a été demandé, en effet, ces dernières années, aux propriétaires des Landes, une grande quantité de poteaux de pins pour le fonçage des puits de mine, dans les exploitations houillères. Il a été expédié notamment, au port de Troom, en Écosse, pour les mines du duc de Portland, sept navires chargés de ces poteaux de pins.

Les dimensions exigées pour les poteaux sont de 0^{m},06 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre au petit bout, et 2m,50 de longueur minimum. On voit, par le sujet que nous avons exposé à Londres, que dès l'âge de onze ans nos pins des landes assainies peuvent satisfaire à ces conditions.

Le prix des poteaux envoyés en Écosse a été de 6 shellings les 100 pieds anglais, livrés sur le quai de Troom, soit environ 7 fr. 50 les 31 mètres courants.

Les navires qui transportent les poteaux de Bordeaux à Troom reviennent à Bordeaux chargés de charbon. On voit dans quelles conditions avantageuses de transport peuvent se faire les envois de pins, et quel débouché nous pouvons espérer, pour les éclaircies de douze à vingt ans, des semis qui se font sur une grande échelle, depuis quelques années, dans les landes assainies.

A vingt ans, les pins peuvent être résinés, et donnent alors des produits divers dont l'emploi se généralise de plus en plus dans le commerce, et dont on est toujours sûr de trouver un débouché facile et avantageux, quelle qu'en soit la quantité à écouler.

A trente ans, un hectare de landes peut contenir 200 arbres, donnant en moyenne un revenu, en produits résineux, de 20 c. par arbre, soit 40 fr. de revenu annuel [1].

Ce produit peut se maintenir au moins trente ans, si le pignadas est bien aménagé. A mesure que les arbres grossissent, il peut être bon de les éclaircir de manière à en réduire le nombre à 150 par hectare; mais alors le produit de chaque arbre augmente, et maintient à peu près le chiffre du revenu, indépendamment de la valeur des sujets abattus.

A soixante ans, les 150 arbres restants, après avoir été résinés pendant trente ans, peuvent avoir une valeur nette de 10 fr. au moins, ce qui peut donner un produit de 1,500 fr, par hectare, non compris la valeur du sol qui reste après la coupe des arbres.

Si l'on remarque à quel prix on peut avoir encore aujourd'hui un hectare de landes, assaini et ensemencé, on peut juger de

1. Depuis l'année dernière, par suite de la guerre d'Amérique, le prix de la résine a plus que doublé, de telle sorte que les belles plantations de pins ont donné jusqu'à 100 francs de revenu net par hectare. Il est probable que ce prix de la résine ne se maintiendra pas aussi élevé qu'il l'a été en 1861, mais il ne redescendra jamais aux prix anciens, et l'on peut affirmer que dans l'avenir le produit d'un hectare de pins ne sera jamais moindre de 50 à 60 francs. Il est peu de terrains qui donnent un revenu aussi considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avantage que peuvent présenter, pour l'avenir des familles, des propriétés semées en pins.

Culture du chêne. — Pour les semis de chêne, les résultats sont encore plus avantageux. Le bois de chêne a toujours été le bois le plus recherché, soit pour les constructions en charpente, soit pour la marine; on peut être assuré d'un débouché d'autant plus avantageux, dans l'avenir, pour ces bois, qu'ils deviennent chaque jour de plus en plus rares en France et même en Europe, et qu'on est obligé de les faire venir d'Amérique, où le chêne est d'une qualité bien inférieure.

Un fait important, qui donne encore plus de valeur aux résultats obtenus par la culture des chênes dans les landes et qu'on ne saurait trop signaler aux agriculteurs du pays, c'est que ces chênes, venus si rapidement, donnent néanmoins des bois d'une qualité supérieure.

Le caractère, en effet, le plus remarquable du chêne des Landes, venu dans un terrain assaini, c'est que, contrairement à la règle presque universelle parmi les végétaux ligneux, l'énorme hâtiveté du bois ne règne pas aux dépens de sa qualité. Ce fait si important nous a été confirmé par plusieurs ingénieurs des constructions navales, et il est signalé depuis longtemps dans l'ouvrage : *Des Forêts de la France* (page 151), de M. de Bonnard, inspecteur général des constructions maritimes, comme le résultat d'une enquête faite sur les lieux en 1822 par des hommes spéciaux.

M. de Bonnard, après avoir expliqué combien il serait heureux, pour les besoins de la marine, qu'on pût asseoir dans les Landes une grande institution forestière, ajoute :

« Il est fâcheux qu'un si brillant aperçu soit gâté, quant à « présent, par deux grands empêchements, par le manque d'un « bon débouché pour extraire du pays l'approvisionnement « qu'on y créerait, et *par l'état de marécage malsain dû au défaut « d'écoulement des eaux hivernales sur le sol plane et imperméable « des Landes.* »

Notre système d'assainissement fait entièrement disparaître le plus grand des deux obstacles. D'un autre côté, le chemin de fer de Bayonne et les routes agricoles que l'État fait exécuter en ce moment assurent au pays des débouchés, qui pourront d'ail-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs être augmentés au fur et à mesure que les produits développés dans les landes assainies augmenteront de valeur.

Depuis notre Exposition de 1855, sur laquelle le jury international avait fait un rapport si favorable, la presque totalité des landes appartenant aux particuliers ont été assainies et mises en valeur.

Une loi du 19 juin 1857 a prescrit, en outre, l'assainissement et la mise en valeur de toutes les landes communales existant dans les deux départements de la Gironde et des Landes.

Dans la discussion de cette loi au Corps législatif, la Commission chargée d'examiner la loi cita dans son rapport les résultats que nous avions obtenus par nos travaux de 1849 et que nous avions fait connaître en 1855, ainsi que la faible dépense qu'ils avaient nécessitée. Ces résultats répondaient d'une manière péremptoire à ceux qui prétendaient qu'il n'y avait pas plus de raison d'ordonner la mise en valeur des landes de Gascogne, que celle de toutes les autres landes du sol de la France. Nulle part ailleurs on ne pouvait, avec la même dépense, obtenir des résultats plus certains et aussi considérables.

Les travaux d'assainissement et d'ensemencement faits par les communes sont payés avec le prix d'une portion de leurs landes, vendue avec la condition imposée aux acquéreurs d'y faire eux-mêmes des travaux semblables.

Aujourd'hui, l'assainissement et la mise en valeur de toutes les landes de Gascogne s'exécutent avec la plus grande activité dans les départements de la Gironde et des Landes; et dans quelques années, toute cette vaste étendue de terrains arides et insalubres, où avaient échoué jusqu'ici toutes les entreprises qu'on y avait tentées, auront disparu sous de magnifiques forêts de pins et de chênes, où les nations voisines, et notamment l'Angleterre, viendront chercher les bois nécessaires à leur industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CULTURES DIVERSES.

Fabrique d'engrais. — Tabac. — Pommes de terre. — Prairies. Nature des eaux et puits d'eau potable.

Quoique la culture forestière doive être longtemps encore la base des grandes exploitations dans les Landes, à côté de cette culture il faut développer, mais en marchant lentement, et au fur et à mesure que les ressources le permettent, une culture qui puisse appeler et nourrir la population qui doit servir à cette exploitation, et surtout la formation de prairies pour les chevaux et les bœufs destinés au transport des bois.

Dans le terrain maigre et sablonneux des Landes, l'élément le plus essentiel pour la culture est le fumier, et il est d'autant plus rationnel de chercher à en avoir le plus possible, que ce sol sablonneux, avec une quantité suffisante de fumier, est un des sols qui se prêtent le mieux à la culture.

L'on ne pouvait songer à suffire aux besoins de la culture avec le fumier du bétail actuel des Landes, car le peu de fumier que fournissent les maigres et chétifs troupeaux de ces contrées, exigerait qu'on consacrât à ces troupeaux la presque totalité des immenses déserts où chaque mouton est obligé de parcourir plusieurs hectares pour trouver une nourriture qui peut à peine le soutenir.

Ce qui manque, du reste, le moins dans les Landes, c'est la litière. Les bruyères, les fougères, les herbes de toutes sortes qui couvrent tout le sol des Landes, la feuille de pin elle-même, conviennent très-bien à la confection du fumier; elles contiennent jusqu'à 0,40 pour 100 d'azote, d'après les analyses qui en ont été faites avec le plus grand soin.

Avec cette abondance de litière et un très-grand centre de population relié aux landes par un chemin de fer, nous avions les deux éléments nécessaires pour une production en grand d'engrais qui a pu s'établir d'une manière simple et économique.

Les vidanges de Bordeaux, que les entrepreneurs étaient obligés de porter à de grandes distances de la ville, et les urines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils jetaient le plus souvent à la rivière, sont transportées le matin au chemin de fer, sur lequel nous avons pu obtenir un tarif spécial, et dirigées sur un point des landes de Saint-Alban, où on les emploie, soit dans leur état naturel, pour la fermentation des litières, soit à des productions de poudrette, pour desservir les parties des landes les plus éloignées où les transports des composts seraient trop coûteux.

Avant leur arrivée au chemin de fer, les matières et les urines sont désinfectées par une dose de sulfate de fer de 2 kilogrammes environ par hectolitre, qui fixe le carbonate d'ammoniaque en le transformant en sulfate. La désinfection est si complète, que tous les trains peuvent se charger des transports sans le moindre inconvénient. La dépense est, du reste, insignifiante : elle n'est que de 14 à 20 centimes par hectolitre.

A l'avantage de faire disparaître la mauvaise odeur des matières, le sulfate de fer joint un autre avantage plus grand encore : c'est de retenir dans les matières les principes volatils les plus favorables à la végétation, et de conserver ainsi la richesse de l'engrais.

Du reste, notre engrais de vidange, dont la composition est si variée, est un de ceux qui conviennent le plus au sol si maigre des Landes, surtout à cause des carbonates et des phosphates calcaires qu'ils lui apportent et qui manquent si complétement dans le sol.

L'analyse de cet engrais a donné les résultats suivants :

1° *Matières volatiles.*

Eau et produits volatils ou combustibles, non compris l'azote	36,47	
Azote	1,99 —	38,46

2° *Cendres.*

Sels solubles dans l'eau	0,92	
Résidu argilo-siliceux insoluble dans les acides	40,05	
Alumine, peroxyde de fer et phosphate	12,74	
Chaux	3,34	
Acide carbonique ou pertes	4,49 —	61,54
	100,00 —	100,00

Cette fabrique d'engrais, établie dans les Landes depuis 1857,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a permis surtout d'introduire dans notre exploitation une culture des plus riches, celle du tabac. Cette culture nous donne un très-grand produit par elle-même, mais elle a surtout l'avantage de préparer parfaitement le sol pour y former des prairies. Il a été planté, en 1861, 246 hectares de landes en tabac dans le département de la Gironde. Il est probable que cette surface s'étendra chaque année davantage, à mesure que se développera, dans les landes, la population qu'y appellent les semis de pins et de chênes.

Une autre culture assez productive et répandue dans toutes les fermes, c'est celle de la pomme de terre, qui a aussi l'avantage de bien préparer le sol pour des prairies.

La prairie est, sans contredit, après l'exploitation forestière, la culture la plus rationnelle des Landes, où se trouve un sol frais jusqu'au commencement de juin, époque de la fenaison, qui devient tout à fait sec au moment de la maturité des céréales, et qui se trouve, du reste, privé des bras nécessaires à la culture des céréales.

Notre fabrique de Saint-Alban, située sur le bord du chemin de fer, ne fournit pas seulement des engrais aux landes de la Gironde : il s'y fabrique des poudrettes qu'on expédie aussi dans le département des Landes. En 1861, il en a été expédié plus de 1,400 hectolitres au domaine impérial de Solférino, où ces poudrettes ont été signalées comme un des meilleurs engrais à employer.

Cet engrais, en se répandant de plus en plus dans les Landes, permettra d'y développer chaque année davantage les cultures, et par suite les prairies. Celles-ci, en favorisant l'élève du bétail, créeront à leur tour une nouvelle source d'engrais, qui augmentera encore par elle-même le développement des cultures.

Nature des eaux. — Une des causes qui nuisent le plus au développement agricole dans les Landes, c'est la mauvaise qualité des eaux qui servent à l'alimentation des hommes et des animaux. C'est là un des plus grands obstacles dont on doit chercher à triompher ; car tant qu'on ne réussira pas à assurer aux habitants et au bétail une boisson pure et saine, on ne peut espérer de voir se développer dans le pays la population qui doit en assurer la mise en valeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi que nous l'avons dit, il n'existe aucune source d'eau vive sur tout le plateau des Landes. La seule eau qu'on y trouve pour la boisson des hommes et des animaux provient d'une nappe générale située sous la couche aliotique, à 1m,20 environ au-dessous du sol. Les puits ne consistent ainsi que dans de simples trous, creusés à travers l'alios pour arriver à la nappe d'eau placée immédiatement au-dessous.

L'eau de cette nappe provient des premières eaux pluviales de l'automne qni tombent sur le sol des Landes; ces eaux, après avoir lavé le terrain et entraîné tous les détritus végétaux et animaux qui s'y trouvent en abondance, passent à travers les interstices assez nombreux de l'alios, et vont se loger dans le banc de sable qui se trouve immédiatement au-dessous. Elles y restent stagnantes, toujours chargées d'abondantes matières organiques, parmi lesquelles se trouve principalement de l'albumine végétale.

Ces eaux sont généralement d'un aspect jaunâtre, d'une saveur âcre; aucune végétation, aucun roulement sur le sable ou le gravier, ne contribue à les purifier ou à les aérer, ainsi que cela a lieu pour les eaux courantes. Placées d'ailleurs presque au niveau du sol, elles sont glaciales en hiver et tièdes en été.

De telles eaux, où la putréfaction de l'albumine végétale développe des produits azotés, sont généralement bonnes pour l'arrosage des terres, et la facilité de les avoir, l'été, sur un point quelconque de la lande, par un simple trou de 1m,20 de profondeur, en fait une ressource précieuse pour la culture du pays. Nous les avons utilisées avec avantage dans certaines cultures, notamment celle du tabac, et on peut les considérer comme devant être d'une grande importance pour les cultures que l'avenir développera dans les Landes avec la population.

Mais on comprend, en même temps, combien de telles eaux doivent être funestes pour la boisson des hommes et des animaux; pour assurer une bonne exploitation agricole, il fallait absolument avoir une eau plus saine.

Au-dessous du banc de sable dans lequel se tient cette nappe d'eau, il existe des gisements d'argile et de calcaire sous lesquels il n'est pas douteux qu'on pût trouver de l'eau plus pure que celle qui existe immédiatement au-dessous de l'alios; mais des sondages de plus de 20 mètres de profondeur, que nous avons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faits sur différents points, n'ont pas atteint ces couches, et il est probable, d'après l'étude géologique du pays, que les bancs d'argile ou de calcaire se trouvent à une trop grande profondeur pour aller chercher l'eau des puits ordinaires en dessous.

Mais au fur et à mesure que l'eau impure de la surface descend à travers le sable, elle se débarrasse peu à peu des matières organiques qu'elle tient en suspension; de telle sorte que la même eau, prise à une profondeur de quatre mètres par exemple, offre un degré de pureté plus grand que celle prise à la surface. Si, de plus, on fait passer cette eau prise à 4 mètres à travers une forte couche de calcaire et de gravier argileux, elle finira par se dépouiller du restant des matières organiques et sortira de cette couche artificielle tout à fait pure.

Pour appliquer cette idée, nous avons construit un puits de 4 mètres de profondeur seulement, pour rendre la dépense le moins élevée possible. Les parois ont été cimentées de manière à être imperméables. L'eau n'y arrive maintenant que par la partie inférieure; nous avons mis, en outre, au fond, une couche de $0^{m},50$ de gravier argileux et de pierrailles calcaires qui n'étaient que les débris de la taille de nos pierres; l'eau, en sortant de cette couche, se trouve pendant quelques jours un peu blanchâtre, mais elle reprend bientôt sa limpidité et se trouve entièrement débarrassée de toute matière organique; elle est, au contraire, chargée d'un peu de bicarbonate de chaux dont elle était privée avant d'arriver au puits, puisque c'était de l'eau pluviale, mais qu'elle y a pris en passant à travers notre filtre artificiel. Or, comme on le sait, la présence des sels calcaires en petite quantité dans l'eau est favorable aux conditions hygiéniques de l'eau. L'eau distillée est reconnue moins bonne à l'estomac que celle qui contient une petite proportion de bicarbonate de chaux.

Des puits semblables ont été construits dans toutes les communes des Landes du département de la Gironde. Cette substitution d'une eau pure et saine à la mauvaise eau que buvaient les habitants, a été une des plus grandes améliorations apportées à la salubrité du pays. Dans un grand travail de desséchement qui s'exécute aujourd'hui sur une longueur de 100 kilomètres, sur le versant occidental du plateau des Landes, entre la Gironde et le bassin d'Arcachon, dans la partie du pays où les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fièvres sévissaient avec le plus de force, nous n'avons pas eu de malades depuis trois ans dans des chantiers de plusieurs centaines d'ouvriers, et ce résultat est principalement dû aux précautions prises pour assurer de la bonne eau aux travailleurs.

Tel est l'ensemble des mesures prises pour obtenir l'assainissement et la mise en valeur des Landes de Gascogne, et qui assurent aujourd'hui à la France la conquête pacifique de ce vaste territoire.

NOTE.—La nécessité si bien démontrée par M. Chambrelent par un raisonnement si clair et bien plus péremptoirement encore par une expérience si probante, de faire précéder toute plantation dans les Landes de l'établissement de fossés assurant l'écoulement des eaux stagnantes, est à peine généralement comprise aujourd'hui. Il se trouve encore quelques personnes, et il s'en trouvait surtout beaucoup, il y a quelques années, qui pensaient que l'on pouvait se dispenser de semblables travaux, qui n'en appréciaient pas l'absolue nécessité. Je n'en citerai pour exemple que quelques passages d'un rapport inséré au *Moniteur* du 11 octobre 1859 sur les cultures des domaines impériaux des Landes, et certes les ingénieurs chargés de leur direction sont des hommes plus éclairés que la plupart des propriétaires des Landes.

Après avoir rendu compte de divers modes d'ensemencement, le rapport dit qu'on a ensemencé en pins une étendue de 354 hectares par un mode particulier, dit à la canne. « Nous devons avouer, y lit-on, que ce semis a mal réussi. Nous « ne croyons pas toutefois devoir condamner définitivement, d'après cette expé- « rience, ce mode d'ensemencement très-rapide et très-économique. En effet, le « semis exécuté de cette manière a été fait en *juillet*, en vue d'expérimenter les « semis tardifs que plusieurs praticiens du pays considèrent comme les plus effi- « caces ; mais nous croyons *définitivement* que les mois de juin, de juillet et d'août « sont la saison la plus défavorable aux semis de pins et que la campagne du « printemps doit finir en mai et celle d'automne ouvrir en septembre. »

On voit que la conséquence définitive à laquelle arrive l'auteur du rapport n'est autre chose que la reconnaissance du principe essentiel posé par M. Chambrelent de semer en mai, mais sans ajouter qu'un bon résultat n'est assuré qu'en opérant sur un terrain asséché, mis à l'abri des inondations pluviales, précaution sans laquelle on n'obtient guère de meilleurs résultats qu'en juillet, l'humidité faisant alors autant de mal que la sécheresse plus tard.

Parlant d'un autre mode d'ensemencement dit à la pelle, appliqué sur une étendue de 300 hectares, *semis qui n'a pas complétement réussi*, dit le rapport, on ajoute :

« Ces considérations *nous mettent sur la voie* de certaines précautions à prendre « pour assurer la réussite de ce semis et obvier à ses inconvénients.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 1° Quand le sol de la lande est inégal et couvert de mottes saillantes, les « incisions doivent, autant que possible, être pratiquées sur ces mottes, et non « dans les flaches qui sont à leurs pieds ;

« 2° Si le sol de la lande est uni et naturellement sec, ou s'*il a pu être parfaitement assaini*, cette précaution, quant au choix des emplacements, devient « inutile. »

Autrement dit, l'expérience poursuivie par des ingénieurs de talent les ramène forcément encore à assainir d'abord le sol, c'est-à-dire toujours à reconnaître et à suivre les règles fixées par M. Chambrelent, qui aura eu l'honneur de déterminer toutes les conditions nécessaires et suffisantes pour la solution du grand problème de l'assainissement économique des Landes, grande opération à laquelle son nom restera justement attaché.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 5.

MACHINES LOCOMOTIVES,

PAR M. EUG. FLACHAT.

L'Exposition des machines-locomotives reflète suffisamment les progrès qui s'accomplissent dans l'exploitation des chemins de fer. La rapidité de marche, l'accroissement de l'effort de traction et du poids servant à l'adhérence en font le caractère principal.

Elle constate également, dans la construction des machines, un progrès sensible emprunté à l'industrie en général, tel que l'application de l'appareil Giffard pour l'alimentation; celle des foyers fumivores; l'emploi de l'acier dans la constitution métallique de la machine; le séchage de la vapeur; l'accouplement d'essieux moteurs non parallèles, et l'application d'appareils destinés à permettre aux essieux parallèles de se prêter au passage des machines dans les courbes de faible rayon.

Avant de décrire spécialement chacun de ces progrès, dans les machines exposées, jetons un coup d'œil sur l'ensemble :

RAPIDITÉ DE LA MARCHE.

Les machines, dites express, exposées par l'Angleterre, montrent presque exclusivement la tendance à accroître la rapidité de marche.

Les moyens employés sont un léger accroissement de la surface de chauffe qui, cependant, ne dépasse guère 100 mètres carrés; des foyers plus spacieux, parce que la houille, qui se sub-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stitue rapidement au coke à raison des avantages qu'elle offre, exige plus d'espace dans le foyer; l'élévation de la pression de vapeur; l'augmentation du poids servant à l'adhérence; un grand diamètre de roues motrices; un fort approvisionnement d'eau et de combustible permettant de franchir de grandes distances sans arrêt.

En France, les machines express du type Crampton l'emportent en puissance et en stabilité sur la plupart des machines anglaises; mais le type ordinaire n'en diffère que par des points secondaires.

Ce qui diffère le plus, c'est le train express lui-même qui est léger en Angleterre, et qui ne peut l'être au même degré en France. Il nous faut donc obtenir la vitesse sans sacrifier la puissance.

Tel est le but de l'un des types nouveaux exposé en dessin par la Cie du Nord et en voie d'exécution chez MM. Gouin et Cie.

La Cie du chemin du Nord se dispose à atteindre les vitesses anglaises par des machines ayant 167 mètres de surface de chauffe, et un poids adhérent de 21,400 kilogrammes au lieu de 14,000 kilogrammes, conciliant ainsi un grand accroissement de puissance avec la rapidité de la marche de la machine. Cet accroissement dans le poids adhérent est obtenu au moyen de deux essieux moteurs indépendants, mus par deux paires de cylindres, non conjuguées, attachées chacune à un essieu moteur.

L'Autriche tente d'accroître la vitesse de marche en améliorant la stabilité de la machine et la régularité de son travail.

A cet effet, elle essaye quatre cylindres conjugués, au lieu de deux, afin d'annuler les effets perturbateurs de la force centrifuge et du mouvement alternatif sur les organes en mouvement.

Les machines express anglaises n'apportent à la France aucune donnée nouvelle profitable dans la construction des machines destinées au même service. Dans ce pays, les trains express peuvent être fréquents et légers. En France, le trafic ne comporte pas la fréquence des trains express, leurs arrêts doivent être plus nombreux, ils sont moins payés, ils doivent être par conséquent plus lourds.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Plusieurs avantages très-sérieux favorisent en Angleterre l'installation des services rapides, à savoir : des profils horizontaux; un combustible de meilleure qualité; une circulation de voyageurs plus active entre les grands centres de population, et des tarifs supérieurs de 60 à 80 p. 100 aux tarifs français.

L'horizontalité des tracés des grandes lignes anglaises est due à la configuration générale du sol, qui est plus plat que le sol français.

La qualité du combustible permet d'obtenir une température plus élevée dans des foyers de moindres dimensions qui permettent à leur tour des machines plus légères.

La circulation des voyageurs par les trains express est telle, qu'il suffit, à l'express de Londres à Édimbourg, de s'arrêter 9 fois dans 645 kilomètres; celui de Londres à Holyhead ne s'arrête que 4 ou 5 fois dans le parcours de 424 kilomètres, tandis que l'express de Paris à Bordeaux est forcé de s'arrêter 15 fois dans un parcours de 584 kilomètres pour prendre des voyageurs. L'express de Paris à Marseille s'arrête 30 fois dans 862 kilomètres.

Ainsi, en Angleterre, l'étape moyenne est de 71 à 94 kilomètres.

En France, elle est de 29 à 39 kilomètres.

Quant au tarif, le maximum en est réglé : en France, à 11 cent. par kilomètre, dont 0f,01 revient à l'État; en Angleterre, le tarif pour les express est de 16 à 18 cent.

Sur le réseau de l'Ouest français on a dû adopter, pour le service des express, des machines à deux essieux couplés ayant 22,440 kilogrammes de poids adhérent, et 113m.q. de surface de chauffe.

Telles sont les différences capitales qui excluent toute possibilité de comparaison entre les machines express anglaises et celles qui conviennent à l'exploitation des chemins français.

ACCROISSEMENT DE L'EFFORT DE TRACTION.

Les machines express et les machines à marchandises, exposées par l'Angleterre, n'offrent rien de nouveau sur ce point important. On ne remarque du moins qu'un très-faible accroissement de la surface de chauffe, et encore dans les machines express cet accroissement est-il compensé par celui du diamètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des roues motrices. Il en est tout autrement en France, puisque le Nord reconnaît la nécessité de construire des machines express dont la surface de chauffe est de 167 mètres. Ce même chemin et ceux d'Orléans et du Midi donnent à leurs nouvelles machines à marchandises 213 et 209 mètres de surface de chauffe.

Le trafic est, en Angleterre, très-divisé entre les chemins de fer.

De Liverpool à Hull, la traversée de l'Angleterre, qui a 210 kilomètres de largeur, est occupée par 6 voies ferrées; entre Newcastle et Carlisle, où cette largeur se réduit à 97 kilomètres, il y a trois lignes de chemin de fer. Dans cette situation, les moyens employés par la concurrence pour attirer le trafic sont : la fréquence des départs et la promptitude des livraisons; mais comme cela ne constitue entre les diverses compagnies que de très-faibles différences, le trafic est à peu près également réparti entre elles, et par conséquent faible, relativement au nombre de trains. Aussi, comparativement à la France, les trains sont-ils légers aussi bien dans le service des marchandises que dans celui des voyageurs, et aucune exigence ne porte les ingénieurs à sortir des types connus de machines. Ajoutons que les voies navigables et la voie maritime prennent une forte part du transport des matières.

Telle n'est pas la situation en France. Les chemins de fer y jouent un rôle plus étendu. Non-seulement le cabotage, les rivières et les canaux prennent dans les transports une part beaucoup moindre, mais les centres manufacturiers étant beaucoup plus distants, les bassins houillers éloignés des grands centres de population et des gîtes métallurgiques, on demande aux chemins de fer d'annuler ces différences et de mettre toute la surface du pays dans des conditions identiques de production. Il faut donc que les transports soient faits par grandes masses, à grande distance et à bas prix.

On voit, par ce peu de mots, combien sont aventurées les comparaisons sur lesquelles des esprits purement spéculatifs s'exercent pour démontrer l'infériorité de l'exploitation française sur celle des chemins de fer anglais. Si les types du matériel des chemins anglais étaient substitués aujourd'hui, en France, au matériel de nos chemins de fer, l'insuffisance en serait immédiatement démontrée, surtout en ce qui concerne le transport des marchandises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUGMENTATION DU POIDS SERVANT A L'ADHÉRENCE.

La puissance des machines dépend de deux conditions principales : la surface de chauffe et le poids servant à l'adhérence.

En Angleterre, où l'on n'est pas sorti des anciens types, le poids servant à l'adhérence est de 14 tonnes au maximum pour les machines à un seul essieu moteur qui font exclusivement le service des grandes vitesses sur les lignes à faibles inclinaisons. Il est de 11t,5 par essieu, pour les machines à deux essieux moteurs qui font le service des voyageurs sur les lignes à profil accidenté.

Il est de 10t,5 à 11 tonnes par essieu pour les machines à trois essieux couplés faisant le service des marchandises.

Il n'existe pas en Angleterre, à notre connaissance, de machines à quatre essieux couplés.

En France, le poids servant à l'adhérence est le même pour les mêmes types, à l'exception des machines à un seul essieu moteur, où il atteint rarement 13 tonnes.

Mais la plupart des chemins de fer français ont adopté un type de machine à quatre essieux couplés, dans lequel le poids servant à l'adhérence est de 10 à 11 tonnes par essieu ; le chemin du Nord essaye, en outre, des machines à quatre cylindres et à deux groupes de trois essieux couplés, dont le poids servant à l'adhérence sera de 54 tonnes en moyenne.

Le procédé employé pour augmenter dans une grande proportion le poids servant à l'adhérence est d'intéresser à ce poids les approvisionnements d'eau et de combustible que la machine doit indispensablement transporter avec elle. Il est, en effet, logique d'utiliser ce poids, et il existe déjà un très-grand nombre de machines express, mixtes et à marchandises, sur lesquelles cette disposition est heureusement réalisée. Engerth l'a tentée pour les machines de grande puissance ; mais il a échoué dans les moyens de transmettre la puissance motrice aux essieux du tender. Le Nord est plus heureux : une première tentative est celle des machines dites *pour fortes rampes*, qui donnent d'excellents résultats, mais dont l'approvisionnement est faible.

Une seconde tentative, à laquelle s'attache le plus vif intérêt parce qu'elle se recommande par un grand sens pratique, est la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle machine à quatre cylindres et à six essieux couplés par groupes de trois.

En résumé, le poids servant à l'adhérence s'exprime, suivant le nombre des essieux, par les chiffres suivants :

			France.	Angleterre.
Machines à	1	essieu moteur.....	11 à 12,5 tonnes.	14 tonnes.
—	2	—	21 à 22,5 —	23 —
—	3	—	31 à 34 —	33 —
—	4	—	42 à 43 —	» —
—	6	—	58 —	» —

Si on rapproche l'accroissement du poids servant à l'adhérence, qui est dû à la France, de l'augmentation de surface de chauffe dont elle a également pris l'initiative, il sera facile de reconnaître que ce pays est poussé dans cette voie par des besoins spéciaux et des intérêts différents de ceux qui sont le mobile des ingénieurs anglais.

APPLICATION DE L'INJECTEUR GIFFARD POUR L'ALIMENTATION.

Les locomotives exposées sont munies d'injecteurs Giffard. Le chemin de fer d'Orléans présente une modification qui simplifie cet appareil, dont l'application se généralise de plus en plus. Depuis la découverte de cet appareil, des savants ont cherché à déterminer les données théoriques du remarquable phénomène dont la découverte est due à Giffard. En France, MM. Combes, membre de l'Institut, et Carvallo, ingénieur des ponts et chaussées, Résal, ingénieur des mines, Reech, directeur de l'École de génie maritime, et Minary, ingénieur civil ; à l'étranger, MM. Reinhart et Robinson ont étudié, mais ils n'ont pas complétement expliqué la relation des lois physiques et mécaniques qui produit le merveilleux résultat que présente le fonctionnement de cet appareil.

Peut-être de nouvelles simplifications surgiront-elles de la solution théorique que l'industrie demande encore à la science.

Peut-être aussi le fait que l'appareil Giffard cesse de fonctionner quand la température de l'eau à injecter s'élève entre 35 et 45 degrés contient-il la clef du phénomène ? Toujours est-il que les analyses scientifiques du travail de l'appareil ne tiennent pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte de ce fait, qui, dans la pratique, a été un obstacle sérieux à son application.

Nous insérons ici la définition des causes physiques qui nous paraissent donner l'explication la plus simple des effets produits par l'appareil Giffard, elle est due à M. Benoit-Duportail, ingénieur du matériel à la Cie de l'Ouest.

« Le jeu de l'appareil Giffard, considéré en lui-même au point de vue purement matériel et sans tenir compte des causes qui produisent le phénomène, est très-simple : »

« La vapeur arrive dans une tuyère conique convergente convenablement disposée; en en sortant, elle entre dans une autre pièce conique convergente, que l'on désigne sous le nom de *cheminée* dans laquelle elle aspire l'eau froide par entraînement ; à l'extrémité de cette cheminée, le mélange de vapeur condensée et d'eau entre par un ajutage divergent dans la chaudière avec une pression suffisante pour vaincre la pression intérieure. »

« Voilà le fait matériel. »

« Mais ce que l'on ne comprend pas au premier abord, c'est comment le mélange de vapeur condensée et d'eau aspirée peut être introduit dans la chaudière, par la pression de la vapeur venant de cette chaudière, pression qui, par suite du circuit parcouru, est inférieure à celle de la chaudière elle-même. Ce fait ne peut pas s'expliquer simplement par des équations entre des forces, des quantités de mouvement ou des travaux mécaniques; le jeu de l'appareil repose nécessairement tout entier sur un phénomène physique qui se produit au moment du passage dans les tuyères. »

« Voici l'explication à laquelle l'analyse des effets produits m'a conduit et qui me paraît assez simple : »

« Si la conicité de la tuyère d'arrivée et celle de la cheminée sont convenables, la pression de la vapeur diminue en passant dans ces deux pièces; il se produit à la fois une aspiration d'eau froide et une condensation partielle de la vapeur; mais la vapeur en entrant dans la cheminée n'a pas le temps de perdre la vitesse V qu'elle acquiert en passant par la tuyère, à la base de laquelle elle est soumise à la pression P de la chaudière et à l'extrémité de laquelle la contre-pression qu'elle rencontre est seulement égale à la pression atmosphérique; le mélange en conséquence acquiert une vitesse V′ supérieure à celle due à la hauteur de ce même mélange qui correspondrait à la pression de la chaudière;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfin la veine formée par ce mélange, rencontrant une résistance à son entrée dans la chaudière, se trouve alors, en vertu de la vitesse V′, susceptible de vaincre une pression P′ supérieure à la pression P de la vapeur elle-même, et c'est par suite de ce fait que l'introduction a lieu. »

« Cela me paraît expliquer d'une manière complète, à l'aide des principes classiques de la science et sans laisser aucun point obscur ou merveilleux, toutes les phases du phénomène. »

Outre les avantages reconnus de l'appareil qui ont fait renoncer à celui de l'échauffement de l'eau dans le tender, il a sur les pompes ordinaires l'avantage précieux d'être indifférent à la vitesse de marche, tandis que les très-grandes vitesses sont toujours une épreuve pour les pompes; il permet enfin l'alimentation en repos, ce qui dispense de l'usage du petit cheval.

FOYERS FUMIVORES.

L'Exposition est riche en foyers propres à la combustion de la houille sans production de fumée. Les machines anglaises étaient munies de foyers dits de Cudworth, Beattie, Ramsbottom, Frodsham, Connor, etc. Les machines françaises avaient le foyer Belpaire (Belge), le foyer Tenbrink; celui de M. Toni Fontenay était exposé en dessins.

L'usage de la houille dans les foyers de locomotives s'est rapidement répandu.

Certaines houilles se brûlent dans les foyers construits pour brûler du coke, sans qu'il en résulte d'inconvénients sensibles. L'habileté du mécanicien et du chauffeur entre pour beaucoup dans ce résultat. En France, sur quelques chemins de fer, mais à de grandes distances de Paris, ainsi qu'en Allemagne, en Italie, en Suisse, la houille est brûlée sans soins ni précautions dans les foyers ordinaires, ce qui incommode les voyageurs et les riverains.

Les foyers à brûler de la houille qui se recommandent le plus sont ceux dans lesquels le mécanicien et le chauffeur peuvent, en marche et sans quitter leur plate-forme, voir le foyer, y envoyer l'air que la grille ne peut fournir assez abondamment pendant certaines phases de la combustion; piquer la grille sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les barreaux ou la nettoyer par-dessus; rester maîtres, en un mot, de l'état du foyer, soit pour activer ou régler la combustion, soit pour renouveler son alimentation. Quant au mélange de l'air avec les gaz produits de la combustion, les uns l'obtiennent par des chicanes disposées devant les orifices d'appel, les autres par la longueur seule du foyer.

A l'exception du foyer Belpaire, qui a pour objet de brûler la houille à l'état de très-menus fragments, tous les autres se ressemblent. En Angleterre, les ingénieurs donnent la préférence aux dispositions que commande la nature de la houille, sans rien changer à la forme générale du foyer.

En France, il en est à peu près de même : le foyer Tenbrinck paraît réunir, à l'avantage de se prêter aux formes des foyers actuels, les dispositions les plus favorables.

Il est à désirer cependant que le concours reste ouvert. Les nombreuses variétés de houille, les conditions encore insuffisantes de la combustion dans les divers foyers connus, le faible rendement en vapeur que donne, dans tous, le combustible, font une loi de laisser la plus grande liberté d'initiative sur la forme et les dispositions des foyers.

EMPLOI DE L'ACIER DANS LA CONSTITUTION MÉTALLIQUE DES MACHINES.

La fabrication de l'acier a révélé des progrès qui sont un des côtés saillants de l'Exposition de 1862.

L'acier, dont le défaut d'homogénéité a donné lieu, depuis plusieurs années, à de grands mécomptes, s'est présenté en blocs fondus dont la texture et le grain avaient la même finesse et la même homogénéité au centre que sur le périmètre.

Ces mêmes blocs, travaillés au marteau-pilon, offrent un grain plus fin encore, une texture plus homogène, plus égale; et la résistance du métal fondu, dépassant déjà de beaucoup celle du fer, est accrue par ce travail dans une énorme proportion.

Les méthodes pour obtenir l'acier se sont en outre améliorées; le procédé Bessemer se présente comme un moyen rapide et économique d'affinage. La haute température à laquelle le métal est soumis dans l'opération n'a pas cependant produit tout ce qu'on en attendait; elle devait éliminer l'arsenic, le soufre, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phosphore, le silicium, contenus dans la fonte, mais le silicium seul semble disparaître ou au moins fortement diminuer.

Il en résulte que, pour obtenir de bons produits avec ce procédé, il faut d'abord des fontes pures, exemptes d'arsenic, de soufre, de phosphore; car ce que l'on demande à l'acier comme au fer, c'est de pouvoir être travaillé facilement à chaud comme à froid, et sans rien perdre de sa qualité.

Les pièces en acier exposées par M. Krupp ont produit une grande sensation. Il a manqué à la France de voir figurer à l'Exposition la plaque tournante en acier fondu de MM. Petin et Gaudet, et leur éperon de frégate cuirassée qui est la plus grande et la plus difficile pièce d'acier qui ait été fabriquée.

L'Angleterre, quoiqu'elle n'ait pas atteint la perfection et l'ampleur des produits de Krupp, a cependant exposé de beaux spécimens de pièces entrant dans la composition des machines locomotives.

Ces machines ont beaucoup à gagner par l'amélioration des métaux qui entrent dans leur composition : la construction de la chaudière, celle des bâtis et des roues, celle du mécanisme verraient leur poids diminuer très-notablement si un métal ayant une résistance double et triple de celle du fer pouvait être substitué à celui-ci. La machine locomotive n'est pas, comme on le croit, une machine légère: son mécanisme est relativement très-lourd, et les forces centrifuges que développent les mouvements soumettent les pièces en frottement à de telles pressions, qu'il a fallu en accroître les surfaces au point d'en faire ressembler les articulations à celles d'un géant sur des membres d'enfant. On tourne ainsi dans un cercle vicieux.

UTILISATION DE LA VAPEUR. — SÉCHAGE.

L'ébullition tumultueuse, qui résulte dans les foyers des locomotives de l'extrême activité de la construction, a pour effet d'envoyer dans les cylindres de la vapeur mélangée avec une forte quantité d'eau.

C'est là le défaut capital de l'appareil, qui, dans les machines, sert à la génération de la vapeur.

Les appareils sécheurs offrent au passage de la vapeur qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rend aux cylindres des surfaces échauffées sur lesquelles les gouttelettes d'eau transportées par suite de la vitesse d'écoulement se convertissent en vapeur. Il s'y produit donc plutôt un séchage qu'un surchauffage de la vapeur.

Le surchauffage, lorsqu'il est poussé trop loin, fait gripper les tiroirs et les surfaces en contact des pistons et des cylindres. Il faut que la vapeur conserve une certaine humidité qui lui laisse sa propriété lubrifiante; en outre, l'appareil doit être disposé de manière à ne présenter aucun obstacle au libre passage de la vapeur, afin de ne pas diminuer la pression par l'accroissement de la vitesse d'écoulement, car les fluides perdent en pression dans les conduites ce qu'ils gagnent en vitesse d'écoulement.

A cette double condition les appareils sécheurs paraissent fort utiles comme annexes aux chaudières tubulaires de grande puissance dans lesquelles le tumulte de l'ébullition, activé par une combustion très-intense, est encore aidé par l'émission rapide de vapeur résultant du faible diamètre des roues et de la grande capacité des cylindres.

Bien peu d'expériences ont été faites jusqu'à ce jour pour constater l'influence de la vitesse d'écoulement de la vapeur dans le conduit de distribution sur les conditions mêmes de l'ébullition. Ce qui est bien connu des mécaniciens, c'est l'élévation apparente du niveau de l'eau dans la chaudière lors de l'émission continue de la vapeur. Cela fournit la preuve de la diminution de la densité du liquide contenu dans la chaudière, qui devient un mélange d'eau et de vapeur. On sait que lorsque l'émission de vapeur est supérieure à la production, la quantité d'eau transportée par la vapeur augmente au point que la chaudière se viderait en quelques minutes.

La sensibilité de l'appareil est telle, à cet égard, qu'elle s'oppose souvent à l'entière ouverture du régulateur, même lorsque l'introduction dans les cylindres n'a lieu que pendant une partie de la course du piston. On comprend, en conséquence, combien peut être utile un réservoir de vapeur dans lequel la pression se rétablit ou se maintient par une production supplémentaire dans l'appareil lui-même.

Les avantages sont alors une ébullition moins tumultueuse, moins de perte de pression dans le conduit d'émission, un meilleur emploi dans l'expansion résultant d'une élévation de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression initiale de la vapeur à son entrée dans les cylindres, et une économie sur la consommation de combustible.

Les sécheurs de la compagnie du Nord ont une surface de chauffe de 12 à 14 mètres équivalent à 7 pour cent environ de la surface totale.

ACCOUPLEMENT DES ESSIEUX NON PARALLÈLES.

Appareils et moyens destinés à permettre aux essieux parallèles de se prêter au passage des machines dans les courbes de faible rayon.

L'intérêt qui s'attache aux solutions propres à faire franchir aux machines avec sécurité des courbes de faible rayon s'accroît tous les jours. Le rayon des courbes diminue nécessairement devant les obstacles qu'oppose au tracé d'un chemin de fer un pays accidenté. En France, des courbes de 250 mètres ont été adoptées exceptionnellement, mais le minimum de 300 mètres est aujourd'hui inscrit dans plusieurs cahiers des charges.

En Allemagne, dans la traversée du Sœmmering, le rayon des courbes descend jusqu'à 186 mètres; le trafic y est considérable. Le chemin minier de Steierdorf, dans le Bannat, a des courbes de 114 mètres.

En Espagne, les rayons minima des courbes dans le passage du Guadarrama sont de 400 mètres, et de 300 mètres dans la traversée des Pyrénées. Ces courbes se trouvent sur des inclinaisons de $0^{m},015$.

Aux abords des plateaux comme des montagnes, les rides de soulèvement constituent souvent des vallées tortueuses. Les extrémités des contre-forts, qui descendent dans ces vallées, pénètrent de chaque côté dans le thalweg. Elles le repoussent et tourmentent sa direction rectiligne.

Il y a alors un grand intérêt à diminuer les rayons des courbes des chemins de fer; cela permet de suivre les mouvements du sol en se dispensant de souterrains ou de tranchées profondes, de grands remblais ou de viaducs.

Là où, comme dans les Pyrénées, un tracé à rayons de 300 mètres exige une dépense de 600,000 francs par kilomètre pour les terrassements et les travaux d'art seulement, un rayon de 150 mètres eût probablement réduit la dépense aux deux tiers; mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il eût fallu alors que le matériel fut disposé pour franchir ces courbes sans perdre les qualités qui permettent de grandes vitesses sur les autres parties du tracé où les courbes sont à grands rayons. La question est donc très-complexe.

Autant il est facile de construire un matériel spécial pour franchir des courbes de très-faible rayon, autant il est difficile d'en construire un qui se prête à un usage également bon sur les lignes à courbes de grand et de faible rayons. Il y a plus ; à mesure que le trafic augmente sur les lignes les plus commodes et les plus largement construites, les machines doivent être plus puissantes ; leur base motrice, c'est-à-dire la distance entre les essieux moteurs, doit s'étendre, et la relation entre cette base et le rayon des courbes devient une difficulté nouvelle. Il en est de même des véhicules dont les dimensions s'accroissent aussi progressivement. Les moyens dont l'art dispose aujourd'hui pour permettre à la base motrice des machines de franchir des courbes de faible rayon, se classent en deux catégories :

Ceux qui laissent les essieux parallèles en faisant varier seulement leur position transversalement à l'axe de la voie ;

Ceux qui séparent les essieux par groupes conjugués, et qui, laissant parallèles entre eux les essieux de chaque groupe, rapprochent l'axe des groupes d'une direction perpendiculaire à la tangente des courbes de la voie.

Dans la première catégorie se rangent : le jeu laissé aux fusées des essieux dans les boîtes ; le jeu laissé dans le châssis aux boîtes elles-mêmes des essieux ; la suppression du boudin d'une ou de plusieurs roues, les osselets de M. Polonceau et les plans inclinés de M. Forquenot placés entre la boîte et la tige des ressorts ; enfin le système des ressorts horizontaux de M. Caillet, tendant à faire reprendre à l'essieu sa situation normale dans les alignements.

Dans la seconde catégorie se place au premier rang le système de M. Beugniot, qui a pris naissance en Amérique. Les quatre essieux moteurs d'une machine sont conjugués, deux par deux, à un châssis indépendant du châssis principal, qui pivote suivant l'impulsion que lui transmettent, dans les courbes, les saillies des roues de ces essieux.

Ce sont encore les systèmes de M. Gouin et de M. Larpent qui, au moyen d'un arbre intermédiaire à balancier, permettent d'ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coupler des essieux dans des positions variables horizontalement et verticalement.

C'est aussi une disposition proposée par M. Engerth, et exposée cette année par la Compagnie autrichienne des chemins de fer de l'État.

C'est enfin l'application du truck ou bogie exposée en dessin par MM. J.-J. Meyer, sur une machine à six essieux couplés par groupe de trois, chaque truck ayant ses trois essieux mus par une paire de cylindres.

Le truck ou bogie est employé exclusivement en Amérique, en Angleterre et en Suisse, pour étendre la base de support des machines et pour les véhicules. Ce système se prête mieux que les autres à un usage général sur les divers tracés, et c'est pour cela qu'il s'est étendu : mais c'est comme véhicule, comme support sur la voie seulement et non pour le faire servir à la base motrice des machines. L'application proposée par MM. J.-J. Meyer et fils permettra l'usage des machines les plus puissantes sur des courbes de très-faible rayon.

A l'aide d'un jeu donné aux fusées dans les boîtes des essieux extrêmes, la machine à quatre cylindres et à six essieux couplés par groupe de trois, exposée en dessin par la Compagnie du Nord et en construction chez M. Gouin, *pourra passer facilement* dans des courbes de 200 mètres de rayon, malgré l'écartement de 6^{m},17 qui existe entre les essieux. Mais il faut s'entendre sur la signification de ces mots : *passer facilement*.

Sur une ligne comme celle du Nord, où des courbes de 200 mètres de rayon ne se rencontrent que dans les changements de voie et par conséquent pendant des instants très-courts, ce qui suffit, c'est que la machine n'éprouve pas des torsions susceptibles de la faire dérailler. On dit alors qu'elle *passe facilement*. Mais ce n'est pas là une solution applicable aux chemins où les courbes de 200 mètres de rayon seraient nombreuses.

Ce qu'il importe d'obtenir, c'est que le travail de la machine ne soit que faiblement absorbé par la résistance qu'elle éprouve à son passage dans les courbes de faible rayon. Il ne faut donc pas s'étonner que d'autres moyens que ceux qu'emploie la Compagnie du Nord soient recherchés.

Nous nous arrêtons ici dans l'examen des perfectionnements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généraux que l'Exposition de 1862 a constatés dans la construction des locomotives. Nous allons y revenir en détail, mais en suivant le même ordre.

Nous comparerons successivement entre elles, et avec le matériel actuel, les machines à voyageurs et les machines à marchandises exposées, aux points de vue de leur puissance de production de vapeur, du poids servant à l'adhérence, de leur effort de traction comparatif, en un mot, de l'utilisation du métal pour produire le maximum de puissance et de vitesse de marche.

Enfin nous décrirons brièvement les foyers fumivores exposés et les appareils de séchage de la vapeur.

PRÉCIS DES MÉRITES SPÉCIAUX CONSTATÉS CHEZ LES EXPOSANTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

EXPOSITION FRANÇAISE.

L'exposition française était représentée par cinq exposants : Madame Veuve Polonceau; J.-F. Cail et Cie, Parent, Schaken, Caillet et Cie; la Compagnie du chemin de fer d'Orléans; la Compagnie du chemin de fer du Nord, avec MM. Ernest Gouin et Cie; MM. J.-J. et A. Meyer.

Madame Veuve Polonceau a exposé le modèle au $\frac{1}{10}$ d'une *machine à marchandises à huit roues couplées*, projetée par son mari.

Ce qui caractérise surtout cette étude, c'est l'emploi d'un essieu coudé auxiliaire, ne portant rien du poids de la machine, et destiné seulement à recevoir le mouvement des pistons et à le transmettre aux roues motrices qui sont portées sur quatre-essieux droits. L'écartement des essieux extrêmes n'est que de 4 mètres pour des roues de 1m,25.

Pour faciliter le passage de la machine dans les courbes de faible rayon, la machine est munie des osselets et de l'attelage à balancier.

La surface de chauffe est de 200 mètres carrés et le poids de la machine pleine eût été de 42 tonnes.

J. F. Cail et Cie, *Parent*, *Schaken*, *Caillet et Cie*, ont exposé *une*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine à six roues couplées pour service mixte. Cette machine, qui a déjà parcouru 21,000 kilomètres, faisait un service mixte de voyageurs et de marchandises dans les districts du centre du chemin d'Orléans, où les courbes sont nombreuses et à faible rayon, et où les inclinaisons sont fortes. — L'écartement des essieux extrêmes est de 3m,48 et le diamètre des roues de 1m,52.

Cette machine est munie des ressorts horizontaux de M. Caillet et du système d'attelage à balancier de Polonceau.

Les roues en fer forgé ont leurs contre-poids en fer soudés.— Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier fondu. — Le châssis est d'une seule pièce avec les plaques de garde. L'alimentation est faite au moyen de deux injecteurs Giffard.

La Compagnie du chemin de fer d'Orléans a exposé *une machine à voyageurs à un seul essieu moteur*, construite dans les ateliers de la Compagnie et munie d'un foyer Tenbrinck, des osselets, et de l'attelage à balancier de Polonceau. Elle est alimentée par un injecteur Giffard à débit constant de M. Pradel.

Les fusées des essieux sont graissées à l'huile au moyen de tampons graisseurs, placés dans le dessous des boîtes. Les tôles fournies par MM. Petin et Gaudet pour la chaudière sont de grandes dimensions. L'enveloppe du foyer est d'une seule pièce.

Les cylindres et tout le mécanisme de la distribution sont extérieurs.

L'écartement des essieux extrêmes est de 4m,30; la surface de chauffe est de 101 mètres.

Les roues de support pleines en fer sont forgées par le procédé Arbel. Les bandages sont en acier naturel d'Allevard; les essieux sont en fer fin. La machine pèse vide 25960 kilog., et en service 28940 kilog. Le poids servant à l'adhérence est en moyenne de 12700 kilog.

La Compagnie d'Orléans a exposé, en outre, le dessin d'*une machine à marchandises à huit roues couplées*, en construction chez MM. Cail et Ce. Cette machine a un foyer Tenbrinck dont la surface de chauffe est de 10mq,40. L'écartement des essieux extrêmes est de 4m,08 et les roues ont 1m,287 de diamètre. La surface de chauffe totale est de 205 mètres carrés. La machine pèsera vide 37500 kilog., pleine 43000. Ce poids sert à l'adhérence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Compagnie du Midi a également adopté ce type, mais sans disposition spéciale du foyer.

La Compagnie du chemin de fer du Nord exposait une de ses *machines à marchandises* dites *de fortes rampes à quatre essieux couplés*.

Cette machine tender est munie d'un foyer Belpaire pour brûler des menus; elle porte au-dessus de la chaudière un sécheur et une cheminée horizontale.

La longueur des tubes n'est que de 3m,5. Cette faible longueur permet d'en diminuer l'épaisseur. La machine est alimentée par deux injecteurs Giffard. Le châssis est formé d'une seule pièce de chaudronnerie. L'attelage se fait sur un ressort Brown au moyen d'un crochet à longue tige articulée avec une espèce de cheville ouvrière rapprochant le plus possible le centre de l'attelage de l'essieu d'arrière. Les roues sont entièrement en fer forgé et les contre-poids venus de forge. La machine vide pèse 35 tonnes, pleine 43; le poids moyen servant à l'adhérence est de 39 tonnes. La surface de chauffe est de 167 mètres carrés. L'écartement des essieux extrêmes est de 3m,33 et les roues ont 1m,065 de diamètre. Le jeu laissé dans les boîtes à graisse permet de passer en vitesse dans des courbes de 200 mètres de rayon.

La Compagnie du chemin de fer du Nord expose également les dessins d'*une machine à voyageurs à quatre cylindres et à deux essieux moteurs indépendants* et ceux d'*une machine à marchandises à quatre cylindres et à six essieux moteurs*.

Ces deux types de machines en construction actuellement chez MM. Gouin et Cie, ont une surface de chauffe de 167 mètres carrés dans la machine à voyageurs, et de 213 mètres carrés dans la machine à marchandises. Le poids moyen servant à l'adhérence est de 19 tonnes dans la première et de 54 dans la seconde.

La machine à quatre cylindres, à voyageurs, est montée sur 5 paires de roues, dont 3 paires porteuses de 1m,06 de diamètre, et 2 paires motrices de 1m,60. Ces dernières sont mues chacune par deux cylindres de 0m,36 de diamètre et de 0,34 de course. Avec un diamètre de roues motrices relativement faible, qui a l'avantage de diminuer le poids mort, on espère obtenir la même vitesse de marche qu'avec les grandes roues de 2m,30, tout en di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minuant la vitesse des pistons. Il aura suffi de réduire la course des pistons. Pour une vitesse de marche de 72 kilomètres, la vitesse des pistons qui est actuellement de 3m,33 pour les roues de 2m,10, ne sera que de 2m,70 dans les machines nouvelles. L'écartement des essieux extrêmes est de 5m,17, il assure une grande stabilité; le jeu laissé aux trois essieux porteurs dans les boîtes à graisse permet de passer en vitesse dans des courbes de faible rayon.

L'emploi d'un double mécanisme ne paraît pas présenter de difficulté : les deux distributions de vapeur sont commandées par le même levier de changement de marche; il y a deux régulateurs distincts pour avoir la faculté de régler l'admission de la vapeur dans les cylindres de chaque groupe. Enfin la diminution de poids des pièces du mouvement et de la course, en atténuant l'influence perturbatrice résultant du mouvement alternatif de ces pièces, donne à la machine à quatre cylindres une plus grande stabilité.

Le centre de gravité y est plus élevé, à la vérité, que dans les machines Crampton, mais il est plus bas que dans les machines express à grandes roues généralement employées en Angleterre. Cette machine sera en état de remorquer quinze voitures de voyageurs à 72 kilom. à l'heure, ou vingt-quatre voitures à 50 kilomètres sur une rampe de 5 millim.

Dans la machine à six essieux moteurs et à quatre cylindres, l'écartement extrême des essieux est de 6 mètres; mais un jeu de 3 centim. des deux essieux extrêmes permet de passer dans des courbes de 200 mètres de rayon. La faible vitesse à laquelle marchent les machines à marchandises et leur longue base rendent cette disposition sans influence sur la stabilité et en particulier sur la faculté de résister au mouvement de lacet.

Cette machine pourra remorquer un train de 240 tonnes sur rampe de 20 millimètres; avec une machine de renfort on remorquera un train de 220 tonnes environ de poids brut sur rampe de 40 millimètres et de 160 tonnes sur rampe de 50 millimètres.

Ces trois types, comme le prouve le tableau qui précède, sont d'une grande légèreté relative. Le poids en métal par mètre carré de surface de chauffe qui était, par exemple, de 526 kilog. dans les petites locomotives à marchandises du Nord, de 417 dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyennes, de 349 dans la grosse Engerth, n'est que de 258 kil. dans la locomotive pour fortes rampes envoyée à l'Exposition.

Afin que le ciel du foyer de ces machines ne soit pas découvert à la descente sur des pentes un peu fortes, on lui donne une légère inclinaison montant de l'avant vers le fond du foyer; si cette inclinaison est de 20 millim. par exemple, le ciel du foyer deviendra horizontal sur une pente de 20 millimètres, et il sera recouvert d'une couche d'eau d'égale épaisseur sur toute sa surface.

Mais comme les niveaux d'eau ordinaires ne suffiraient pas pour indiquer au mécanicien qui ne connaît pas parfaitement le profil de la ligne, si le niveau de l'eau est convenable pour une rampe ou une pente que l'on va rencontrer sans en être prévenu, il y a sur le côté de la machine un deuxième indicateur de niveau. Ce niveau placé au milieu des différentes intersections des plans d'eau qui résultent des différentes inclinaisons de la machine dans les deux sens, est réglé de façon à indiquer au mécanicien les limites qu'il ne doit pas dépasser pour franchir les pentes et rampes sans inconvénient.

MM. J.-J. et A. Meyer, dont le premier est l'inventeur d'une détente variable très-répandue, exposent les dessins d'une *locomotive tender articulée à douze roues couplées et à quatre cylindres*. Il s'agit d'un projet, mais l'étude en est très-détaillée, et la solution qu'elle offre du problème de machines puissantes, pouvant circuler facilement dans les courbes de faible rayon, paraît très-satisfaisante. Le mémoire qui accompagne le dessin rappelle que, sur beaucoup de lignes, une adhérence de 40 tonnes est devenue insuffisante; que la nécessité de construire des chemins de fer à bon marché force à adopter chaque jour de plus fortes rampes et des courbes de plus petits rayons; que c'est à ces conditions-là seulement que beaucoup de lignes pourront être prolongées et d'autres réunies; qu'il faut que les locomotives aient, dans certains cas particuliers, une adhérence de 50, 60 et 80 tonnes, tout en conservant la flexibilité nécessaire pour circuler dans des courbes de faible rayon; que la décomposition des trains et l'emploi de machines de secours sont deux moyens dont on ne connaît que trop les inconvénients et la cherté.

La locomotive proposée par MM. Meyer se compose d'une chaudière unique portée sur deux trains moteurs à six roues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couplées chacun, et mis en mouvement chacun par deux cylindres ; les caisses à eau sont placées à l'avant, la soute à combustible à l'arrière; la répartition des poids est telle que le centre de gravité passe par l'essieu milieu de chaque train. La chaudière repose sur l'avant-train par l'intermédiaire d'un unique pivot-support sphérique, et sur l'arrière, par deux pivots-supports demi-sphériques placés, latéralement au foyer, au-dessus de l'essieu du milieu. Cette disposition permet à l'avant-train de prendre, par rapport à la chaudière toutes les positions nécessitées par les courbes ou les irrégularités de la voie.

L'avant-train est relié à l'arrière-train par une bielle rigide dont le tourillon d'avant est le pivot d'articulation même de l'avant-train, et dont le tourillon d'arrière est au-dessus du premier essieu de l'arrière-train, de sorte que cet essieu est constamment sollicité pendant la marche en courbe à entrer dans la courbe.

Les supports demi-sphériques ou pivots articulés de l'arrière-train reposent sur deux patins à base plate qui peuvent glisser en avant et en arrière sur un tasseau plat armé de rebords latéraux.

Lorsque la machine entre dans une courbe, l'un des patins recule tandis que l'autre avance ; le jeu transversal des patins nécessaire à ce mouvement dans les rebords latéraux des tasseaux est très-faible.

Le tourillon de la barre d'attelage du convoi est placé au-dessus de l'essieu d'arrière de l'arrière-train. Le changement de marche a lieu au moyen du même levier et de la même barre pour les deux trains.

La sortie de la vapeur a lieu par des tuyaux articulés à rotule et en caoutchouc consolidé par du fil d'acier enroulé en spirale. L'alimentation se ferait au moyen d'un ou de deux injecteurs Giffard.

L'ensemble du mécanisme est extérieur. Le poids total servant à l'adhérence serait de 60 tonnes, soit 10 tonnes sur chaque essieu. L'écartement des essieux extrêmes de chaque train est de $2^{m},60$ et le diamètre des roues de $1^{m},20$. La flexibilité de la machine ainsi disposée est telle qu'elle passera facilement dans des courbes de 80 à 100 mètres de rayon.

Les auteurs du projet comptent sur un effort de traction de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10,000 kilos, soit $\frac{1}{6}$ du poids servant à l'adhérence susceptible de remorquer à la vitesse de 16 kilom. des trains de 2,300 tonnes sur niveau, de 340 tonnes sur rampes de 25 millimètres, et de 155 tonnes sur rampes de 60 millimètres, machine comprise.

MM. Meyer donnent à leur type de locomotives le nom d'*universel*, parce que la disposition de ces deux trucks indépendants, mus chacun par deux cylindres, permet aussi bien, suivant eux, d'augmenter le nombre des roues, que de construire sur ce type des machines express, des machines mixtes ou des machines à marchandises.

La note de ces messieurs contient le croquis d'une machine à grande vitesse à 4 cylindres et à 6 essieux, dont 2 sont montés sur grandes roues motrices, et 4 sur de petites roues porteuses;

Celui d'une machine mixte à 4 cylindres et à 6 essieux, dont 4 moteurs munis de grandes roues et 4 porteurs;

Une machine à marchandises à 4 cylindres et à 16 roues motrices par 2 groupes de 8; une machine à 6 cylindres et à 18 roues motrices par 3 groupes de 6; et enfin une machine à 8 cylindres et à 24 roues motrices, montée sur 4 trains.

EXPOSITION ANGLAISE.

L'examen des locomotives anglaises de l'Exposition de 1862 démontre que les conditions de l'exploitation et les exigences du service sont différentes en France et en Angleterre.

Tandis que l'exploitation française, poussée en avant par des exigences toujours croissantes, abandonne ses anciens types de machine devenus impuissants, ou les améliore, l'exploitation anglaise se contente d'un léger accroissement dans la puissance et la vitesse de ses machines. Le type à quatre essieux couplés, qui est déjà insuffisant en France, n'est pas même encore appliqué en Angleterre.

Nous avons dit les causes pour lesquelles l'Angleterre n'offre aucune nouvelle disposition de machine-locomotive. Ses anciens types lui suffisent avec un léger accroissement dans la puissance, c'est-à-dire dans la surface de chauffe et le poids servant à l'adhérence. C'est ainsi que le poids porté par l'essieu moteur des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machines express atteint souvent 14 tonnes; 11 1/2 sur les machines à deux essieux couplés, et 10 1/2 à 11 sur les machines à trois essieux couplés. La pression de la vapeur est plus élevée, les foyers plus spacieux, les roues motrices plus grandes', et l'approvisionnement d'eau et de combustible plus considérable.

Ces modifications permettent de remorquer, à vitesse égale, des trains un peu plus lourds que par le passé; elles ont surtout pour but d'augmenter la vitesse, qui est le point principal sur lequel se porte la concurrence entre les lignes anglaises. Mais si l'Angleterre ne présente aucune disposition d'ensemble nouvelle, son exposition est du plus haut intérêt, au point de vue des dispositions de détail et de la perfection de l'exécution. On sent que chacune des pièces est travaillée par un outil spécial, et que la main-d'œuvre se réduit de plus en plus au simple montage des machines. Le choix d'excellentes matières est très-apparent, ainsi que la tendance à la simplification dans la forme et à la réduction du nombre des pièces. Les roues motrices sont exclusivement en fer, les bandages en acier fondu, ainsi que les essieux et plusieurs pièces du mécanisme. Le travail de l'acier nécessite l'emploi d'outils très-résistants, et la transformation des machines-outils. Sous ce rapport, l'Allemagne entre dans la même voie que l'Angleterre : la maison Borsig, de Berlin, expose une machine dont les pièces d'acier n'ont été dressées et ajustées qu'après la trempe.

FOYERS.

La variété des foyers fumivores destinés à brûler la houille est beaucoup plus grande en Angleterre qu'en France. Les machines exposées offrent, sous ce rapport, plusieurs dispositions très-dignes d'être étudiées.

Nous citerons le foyer Mac-Connell, en usage depuis plusieurs années sur le *North-Western*, qui se compose d'une chambre de combustion s'étendant bien au delà de la grille, séparée en deux parties, ainsi que la grille, par un bouilleur vertical qui va presque jusqu'à la plaque tubulaire. Il y a deux portes, deux grilles, et pour ainsi dire deux foyers qu'on charge alternativement. Cette grande capacité de la chambre de combustion per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met un mélange complet de l'air et des gaz combustibles, et produit, en conséquence, la fumivorité.

Le foyer Clark, dans lequel le mélange de l'air et des gaz est produit, au moyen de jets de vapeur, par les deux faces latérales du foyer. Nous citerons, en outre, le foyer Ramsbottom, appliqué sur la machine *Lady of the Lake*, du *North-Western*, dans lequel l'air est introduit par deux ouvertures carrées placées au-dessous des tubes, par conséquent sur la face postérieure du foyer et munies de clapets pour modérer l'admission. Au-dessus de ces ouvertures se trouve une voûte en briques réfractaires qui avance d'une quantité presque égale à la demi-profondeur du foyer et qui force l'air à passer sur la surface du combustible et à produire des remous en changeant brusquement de direction pour entrer dans les tubes.

Le foyer Cudworth, de la machine exposée par MM. Sharp, Stewart et C^ie^. Ce foyer se compose d'une longue grille de 2^m^,40 fortement inclinée, qu'on peut piquer par le dessous et nettoyer en marche; elle est terminée par une petite grille horizontale à renversement. La boîte à feu contient un bouilleur longitudinal occupant un peu plus de la demi-longueur de la grille et qui la sépare pour ainsi dire en deux grilles distinctes desservies chacune par deux portes spéciales superposées.

Le foyer Connor, appliqué sur la machine express de MM. Neilson et C^ie^, de Glascow, offre un *rabat* en briques réfractaires disposé exactement comme celui de M. Ramsbottom; seulement l'introduction de l'air a lieu par la porte.

Le foyer Frodsham, employé sur le *Eastern-Counties*, consiste principalement dans un rabat placé derrière la porte d'introduction d'air, et dans l'emploi de jets de vapeur dans l'intérieur du foyer, de façon à mélanger les gaz combustibles avec l'air nécessaire à leur combustion.

Nous citerons encore le foyer employé par M. Jenkins sur le *Lancashire* et *Yorkshire*, et qui se compose d'un rabat fixé au-dessous des tubes avec prise d'air par trois rangées horizontales de trous sur la face postérieure, et une rangée sur la face antérieure du foyer.

Nous citerons enfin, comme le résumé le plus complet des tentatives faites dans cette voie, les nombreux foyers de M. Beattie, sur le *London and North-Western*. Les premiers foyers con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sistaient en deux grilles distinctes à la suite l'une de l'autre, desservies chacune par une porte, et dans l'intervalle desquelles se trouvait un bouilleur transversal en métal percé de trous. Sur la première grille, on chargeait de la houille ; sur la seconde, du coke ; derrière ces grilles, se trouvait une chambre de combustion, profonde, séparée en deux parties par un bouilleur vertical.

Aujourd'hui on ne charge plus qu'avec de la houille, le bouilleur est agrandi et reporté plus au fond du foyer.

L'Exposition anglaise se composait de :

12 machines dont :

4 machines express ;
4 — à marchandises ;
4 — de petites dimensions pour houillères et travaux de terrassement.

Sur ces 12 machines, 4 seulement ont des cylindres intérieurs ; et sur les 20 qui composaient l'exposition de toutes les nations, 6 seulement avaient des cylindres intérieurs.

MACHINES EXPRESS.

Les 4 machines express exposées ont les roues motrices placées entre les roues de support. La surface de chauffe, quoique plus grande qu'autrefois, n'atteint pas encore 100 mètres carrés pour les machines dont la largeur de voie est $1^m,50$. Le diamètre des roues motrices est, en général, de $2^m,10$ à $2^m,50$. Les roues, de $2^m,70$, sont les plus grandes que l'on puisse trouver sur les machines express des lignes anglaises. Un poids de 12 à 14 tonnes est porté par les roues motrices. — C'est le dernier mot de ces machines sous ce rapport.

La C^ie^ du *London and North-Western* expose 2 machines : l'une, construite aux ateliers de Wolverton, par M. Mac-Connell, l'autre, aux ateliers de Crewe, par M. Ramsbottom.

1° La machine de M. Mac-Connell est à cylindres intérieurs, dont la course est $0^m,61$. Les roues motrices ont $2^m,30$ de diamètre. La surface de chauffe n'atteint pas 80 mètres. Les bandages, les manivelles, et l'essieu coudé sont en acier de Krupp.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elle est munie d'un injecteur Giffard. Le tender est à 6 roues et porte des balanciers compensateurs entre les roues du milieu et celles d'arrière. L'ensemble pèse avec 8 tonnes d'eau et 2 tonnes de coke, 54 tonnes, soit 675 kilos par mètre carré de surface de chauffe. Le foyer disposé pour brûler de la houille est de la forme décrite précédemment, sous le titre de foyer Mac-Connell.

2° La machine de M. Ramsbottom est à cylindres extérieurs, de 0m,407 de diamètre, et de 0m,61 de course. Les roues motrices ont 2m,33 de diamètre. La base a une longueur de 4m,70. La surface de chauffe est de 91 mètres carrés, dont 7m,75 au foyer. Le poids servant à l'adhérence est de 11 1/2 tonnes. La machine est munie de deux injecteurs Giffard. Le tender à 6 roues porte 8 tonnes d'eau et 2 de combustible. L'ensemble pèse plein 53 1/2 tonnes, soit 575 kilos par mètre carré de surface de chauffe. Le foyer est disposé pour brûler de la houille et de la forme des foyers Ramsbottom. Le soupapes de sûreté et les pistons sont d'un modèle nouveau dû à M. Ramsbottom.

Enfin, cette machine porte un appareil spécial inventé également par M. Ramsbottom, pour l'alimentation d'eau sans arrêt. Sur la voie se trouve une rigole en fonte de 400 mètres environ de longueur, de 0m,40 de largeur, et 0m,13 de profondeur, pleine d'eau. Le tender porte un large tuyau mobile, recourbé en avant à sa partie inférieure. Lorsque la machine arrive en vitesse, près de la rigole, on fait plonger le tuyau recourbé, et 5 à 6 mètres cubes d'eau sont introduits dans le tender en moins d'une minute. Toutefois l'eau ne commence à entrer dans le tender que lorsque la vitesse du train est de 36 kilomètres à l'heure. Cette rigole, établie sur le chemin de Chester à Holyhead, permet un service régulier et journalier de 136 kilomètres sans arrêt. Depuis l'époque où cet appareil a été installé, environ 7,000 mètres cubes d'eau ont été pris par les machines. La Cie du *London and Nord-Western railway*, se dispose à installer ces rigoles dans d'autres stations.

Comme détail intéressant, nous rappellerons que, le 7 janvier 1862, l'emploi de ce moyen a permis à une machine de franchir sans arrêt et en 2 heures 25 minutes les 210 kilomètres qui séparent Holyhead de Stafford.

3° Le *Caledonian railway* exposait une machine de M. Connor, construite chez M. Neilson et Cie. Cette machine est à cylindres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extérieurs, de 0m,61 de course, et à double châssis extérieur et intérieur. Le diamètre des roues motrices est de 2m,50. La surface de chauffe est de 99 mètres carrés (extérieurement). La longueur des tubes est de 3m,50; leur nombre, 192; leur diamètre extérieur, 47 millimètres 1/2.

Le foyer est fumivore, et de la forme indiquée précédemment, sous le titre de foyer Connor.

L'essieu moteur est en acier fondu et fabriqué dans les ateliers du *Caledonian railway;* les bandages sont en acier fondu de Krupp. Le poids de la machine pleine est de 31 tonnes; en lui supposant un tender à 6 roues, le poids par mètre carré de surface de chauffe serait de 530 kilos. C'est la plus légère des express exposées par l'Angleterre. Le poids sur l'essieu moteur est de 14 tonnes 1/2.

La 4e machine express est exposée par Beyer, Peacock et Cie, et destinée au chemin de fer du Sud-Est du Portugal, dont la voie est de 1m,68.

Les cylindres extérieurs ont 0m,41 de diamètre, et 0m,56 de course. Le diamètre des roues motrices est de 2m,14. La base est de 4m,67. La surface de chauffe est de 122mq, dont 9m,50 au foyer. La longueur des tubes est de 3m,35; leur nombre 215; le poids servant à l'adhérence 11 tonnes; le tender contiendra 10 tonnes d'eau et 1 1/2 de charbon.

MACHINES MIXTES ET A MARCHANDISES.

1° *Machine mixte à 4 roues couplées du South-Eastern-Connties railway*, projetée par M. Robert Sinclair et construite dans les ateliers de Robert Stephenson, à Newcastle. Cette machine a parcouru 72,000 kilomètres sans autres réparations que celles de peinture et du tournage des roues motrices.

Elle a des cylindres extérieurs placés horizontalement, de 0m,61 de course. Le diamètre des roues motrices est de 1m,83. Les bandages sont en acier de Krupp, et une paire de bandages qui ont parcouru 110,000 kilomètres sans être tournés, est exposée avec la machine. L'usure de ces bandages est d'environ 6 millimètres. La machine est munie d'injecteurs Giffard. La surface de chauffe totale est de 94 1/2 mètres carrés, dont 88 pour les tubes (extérieurement). Le poids de la machine pleine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est de 30 tonnes, dont 20 sur les 4 roues motrices; le poids du tender plein est de 23 tonnes. Ces poids correspondent au chiffre de 560 kilogr. par mètre carré de surface de chauffe. La machine est munie du foyer Frodsham décrit précédemment.

2° *Machine à 4 roues couplées,* exposée par S. W. G. Armstrong, construite dans ses ateliers de Elswick Works, près Newcastle. Cette machine destinée à l'*East-Indian railway*, a une largeur de voie de 1m,68, et des cylindres extérieurs de 0m,56 de course. Cette machine a 9m,30 de surface de foyer, et seulement 95 mètres carrés de surface extérieure des tubes.

3° *Machine à 6 roues couplées à cylindres intérieurs* de 0m,61 de course, exposée par W. Fairbairn et Sons, de Manchester, construite sur les plans de M. Kirtley. Le diamètre des roues est de 1m,68; le châssis est double. L'essieu coudé repose sur 4 boîtes à graisse. Le nombre des tubes est de 180; leur diamètre 54 millimètres; leur surface de chauffe de 106 mètres carrés. La porte du foyer est formée de 2 vantaux s'ouvrant horizontalement.

4° *Machine à 6 roues couplées, à cylindres extérieurs* de 0m,43 de diamètre, et de 0m,61 de course, construite par MM. Sharp, Stewart et Cie, de Manchester. Diamètre des roues 1m,68; la base est de 4m,73; poids de la machine pleine, 32 tonnes, dont 11 1/2 sur l'essieu moteur du milieu. Il y a un double châssis extérieur et intérieur; l'essieu coudé est porté par 4 boîtes à graisse. Le générateur est alimenté par deux Giffard. La surface de chauffe totale est de 108 mètres carrés, dont 11 au foyer. Le nombre des tubes est de 189.

Le foyer fumivore est celui que nous avons décrit précédemment sous le titre : Foyer Cudworth. Les bandages sont attachés aux roues, de façon à ne pouvoir pas s'en séparer en cas de rupture.

Nous avons indiqué les moyens employés par les ingénieurs français pour accroître la puissance des machines dans le but de leur faire gravir de fortes inclinaisons ou de remorquer des trains très-pesants, tout en prenant les précautions nécessaires pour leur permettre de passer sans fatigue dans des courbes de faible rayon. Il est curieux de comparer ces moyens avec les dispositions prises récemment par les ingénieurs anglais dans les mêmes circonstances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces circonstances se présentent dans l'Inde, sur le chemin de fer *Great Indian peninsula*, où se trouvent deux fortes inclinaisons : l'une, celle de Bore-Ghaut, a 25,200 mètres de longueur et franchit 564 mètres de hauteur. C'est une inclinaison moyenne de 22^{mm},4 par mètre. La rampe n'est pas régulière; elle s'élève à 27 millimètres sur 7,200 mètres.

La machine le *Bore-Ghaut*, construite à Manchester sur les dessins de M. J. Kershans, ingénieur, par MM. Sharp, Stewart et C^{ie}, est à 10 roues, dont 6 motrices, situées à l'arrière et couplées. Les quatre roues de support sont à l'avant; leurs essieux sont montés sur un truck ou bogie. Le diamètre des roues motrices est de 1^{m},32, celui des roues de support est de 0^{m},84; la distance entre les essieux extrêmes est de 6^{m},09.

Le poids porté par les six roues motrices est de 37,500 kilogrammes; les roues du bogie portent 11,500.

Le poids total de la machine est ainsi de 49 tonnes, y compris son eau d'approvisionnement (4,775 litres) et son combustible [1].

La surface de chauffe est de 134 mètres carrés, dont 120 en tubes et 14 en foyer.

Le bogie placé à l'avant peut pivoter et glisser à la fois : de plus, les roues de l'essieu moteur intermédiaire ont leurs bandages sans saillies et tournés cylindriquement.

Ces dispositions permettent à la machine de passer sans effort dans des courbes de 150 mètres de rayon, malgré le grand écartement des essieux et la rigidité des châssis intérieurs et extérieurs qui ont, tous deux, la longueur de la machine et sont très-solidement établis.

La machine est munie de quatre freins à sabots, système Laignel, glissant sur les rails, et qui peuvent porter le poids entier qui pèse sur les roues motrices. Cette disposition a pour but de ménager les bandages qui, sur des pentes aussi longues, ne pourraient glisser sur les rails sans être rapidement altérés.

L'ingénieur et les constructeurs espèrent que cette machine remorquera un train de 200 tonnes, au moins, sur le Bore-Ghaut. Cela est difficilement admissible.

Un train de 200 tonnes exigera, sur la rampe de 27 milli-

1. Ces chiffres sont extraits de *l'Artizan*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres, un effort de traction de 31k,25 par tonne, soit pour 200 tonnes. . . . . 6,250 kil.

La machine pèse 49 tonnes; à elle-seule, elle exigera. 1.530

L'effort total de traction serait donc de. . . . . 7,780 kil.

Le poids adhérent étant de 37,500 kil., l'effort de traction serait le cinquième environ $\left(\frac{1}{4,82}\right)$ de ce poids. Or on sait que le rapport habituel de l'effort de traction au poids adhérent est de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$. Si même on compare les poids maxima autorisés par les ordres de service sur la plupart des chemins de fer, avec l'effort de traction que ces poids supposent, on trouve que cet effort n'atteint jamais le cinquième du poids adhérent des machines qui remorquent ces trains. Pour les machines qui portent leur approvisionnement, la proportion $\frac{1}{7,5}$ est d'autant plus convenable que l'approvisionnement diminue rapidement en marche.

Si on compare la surface de chauffe avec l'effort de traction sur lequel l'ingénieur paraît compter, on arrive à des chiffres également impossibles.

L'effort de traction de 7,780 kil. qu'on espère tirer de 134 mètres de surface de chauffe et à la vitesse de 24,500 mètres à l'heure, correspond à 58 kil. par mètre carré.

Or, dans les machines dont il s'agit, l'expérience indique 36 kil. pour l'expression habituelle du rapport de l'effort de traction à la surface de chauffe et à la vitesse de 16 à 18 kilom. seulement. L'effort de traction pouvant être, au maximum, élevé au septième du poids adhérent, quand la surface de chauffe est suffisante, il serait ici de 5,350 kil., et cela correspondrait à 40 kil. par mètre carré de surface de chauffe, c'est-à-dire à un produit encore considérable. La machine remorquerait dans ce cas 171 tonnes, dans lesquelles elle entrerait elle-même pour 49 tonnes. Il resterait 122 tonnes de poids brut, correspondant à 85 tonnes de poids net, au lieu de 140 qu'on paraît attendre.

En se fondant sur l'expérience acquise pour obtenir un effort de traction de 7,780 kil., nécessaire pour remorquer un poids de 200 tonnes sur une rampe de 27 millimètres, les ingénieurs fran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

çais auraient construit une machine ayant 215 mètres de surface de chauffe et 50 à 60 tonnes de poids adhérent. Des machines ayant ces proportions se construisent en ce moment dans les ateliers de MM. Gouin, sur les dessins de la Compagnie du Nord, qui entend les appliquer à un service de trains très-pesants.

Rien de particulier dans la machine anglaise ne fortifie d'ailleurs l'espoir que ses auteurs manifestent; les cylindres ont, il est vrai, un grand volume; mais le diamètre des roues motrices est proportionnel. Le foyer, qui dans nos plus puissantes machines a 10 mètres de surface de chauffe, en a 14 dans celle-ci; mais la surface tubulaire est relativement très-faible : l'expérience indique d'autres proportions.

Rien ne peut, du reste, mieux caractériser l'infériorité de cette machine comparativement à celle des chemins de fer français, que le rapprochement suivant : son poids est, par mètre carré de surface de chauffe, de 365 kil., tandis que, dans les machines récemment construites et en construction, il s'est abaissé, en France, à 319 et aujourd'hui à 258 kilogrammes.

MACHINES DE PETITES DIMENSIONS POUR TRAVAUX DE TERRASSEMENTS ET POUR MINES.

Ces petites machines, au nombre de 4, sont surtout remarquables par la solidité et par la simplicité de leur construction. Elles prouvent la tendance de spécialiser de plus en plus les machines aux besoins à desservir.

EXPOSITION BELGE.

La Société anonyme de Couillet expose une machine à marchandises à 6 roues couplées, à cylindres intérieurs.

Le diamètre des roues est de $1^{m},46$; la surface de chauffe de 114 mètres carrés, dont $7^{m},80$ au foyer; le poids de la machine pleine est de 33 1/2 tonnes; le poids maximum par paire de roues est de 11 tonnes. La course des pistons est de $0^{m},60$; leur diamètre $0^{m},445$; la base est de $4^{m},00$.

La machine porte un foyer Belpaire, dont nous avons donné précédemment la description; l'essieu d'arrière est placé au-dessous de ce foyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION ALLEMANDE.

Cette exposition comprend 4 machines, dont 2 pour l'Autriche, 1 pour la Prusse, et 1 pour la Saxe royale.

Cette exposition est très-remarquable sous le rapport de la perfection de l'exécution, de la nouveauté des dispositions, et du rôle que joue l'acier dans ces machines.

1° *Machine locomotive express* (Dupleix), exposée par M. Haswell, directeur de la Société autrichienne de Vienne.

Voici les raisons par lesquelles M. Haswell explique les dispositions qu'il a adoptées pour cette machine.

« Les forces qui naissent de l'inertie des masses animées d'un mouvement alternatif ont pour résultat, comme on le sait, de produire un *mouvement saccadé longitudinal d'avant en arrière, et d'arrière en avant,* dont l'intensité croît avec la grandeur relative des masses à mouvement alternatif par rapport à la masse entière. Elles tendent aussi, à cause de l'action des pistons, tantôt concordante, tantôt opposée, et changeant alternativement de direction, à faire tourner la machine horizontalement autour de son centre de gravité, de gauche à droite et de droite à gauche, c'est-à-dire à produire ce qu'on appelle le *mouvement de lacet*. Elles produisent enfin d'autres mouvements désordonnés, comme le *roulis* ou balancement de la machine autour de son axe longitudinal; l'*ondulation* de toute la masse qui porte sur les ressorts de suspension; le *galop*, ou les élans autour d'un axe transversal horizontal.

« Enfin l'inertie des manivelles et des pièces qui s'y attachent produit une force centrifuge dont la composante verticale tend à surcharger et à décharger alternativement les roues motrices.

« On peut empêcher le mouvement longitudinal saccadé et le mouvement de lacet au moyen de contre-poids exerçant une action égale et opposée à celles des masses en mouvement. Mais le poids lui-même de ces contre-poids exerce une action verticale intense dont le résultat est, soit de soumettre les bandages et les rails à des efforts supérieurs à ceux que nécessite leur conservation, soit de réduire l'adhérence et de produire la tendance au patinage et au déraillement. »

L'ingénieur s'est donc proposé de réaliser, sans le secours des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contrepoids, l'équilibre horizontal et vertical des masses en mouvement. Dans ce but, les 2 cylindres ordinaires sont remplacés chacun par 2 cylindres superposés, d'une surface moitié moindre, dont les axes sont situés dans un plan incliné à l'horizon. Les tiges des pistons sont convergentes et l'intersection de l'angle qu'elles font est presque horizontale; leur mouvement est alternatif; elles se terminent par des glissières situées au-dessus du second essieu porteur.

A ces deux tiges s'attachent deux bielles agissant sur l'essieu moteur par une double manivelle, dont les deux tourillons sont aux extrémités d'un même diamètre. On se fera une idée très-nette du fonctionnement de ce mécanisme en supposant que la manivelle double représente la base d'un triangle dont les bielles sont les deux autres côtés, et dont les tiges des pistons sont les prolongements de ces côtés.

Les épreuves ont confirmé les prévisions de l'ingénieur. La machine ayant été suspendue et les roues motrices animées d'une vitesse correspondante à une vitesse de marche de 154 kilomètres, le déplacement horizontal n'a été que de $2^{mm},2$ et le déplacement vertical de 5 millim. Tandis qu'une machine exactement du même type, mais avec deux cylindres ordinaires et des contre-poids, a donné, pour une vitesse de 80 kilomètres seulement, un déplacement horizontal de $6^{mm},60$ et de 42 millimètres verticalement.

La machine Dupleix est alimentée par deux injecteurs Giffard; elle a ses roues motrices à l'arrière; leur diamètre est de $2^{m},065$; la charge sur les roues motrices est de 12,500 kilogr. La surface de chauffe totale est de 125 mètres carrés, dont 7,80 au foyer. On voit que les machines autrichiennes à grande vitesse se rapprochent davantage, sous le rapport de la surface de chauffe, des machines françaises que des locomotives anglaises.

Le constructeur de cette machine pense qu'indépendamment de l'avantage qu'offre cette disposition de pouvoir atteindre, en toute sécurité, les plus grandes vitesses, il y a lieu d'espérer qu'en raison de la suppression des actions perturbatrices les plus graves, les conditions d'usure de la machine seront améliorées, et que la conservation de la voie fera plus que compenser l'excédant d'entretien du double mécanisme résultant de l'emploi de quatre cylindres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Machine à marchandises* (Steierdorf) à cinq essieux couplés, exposée par la même société.

Cette machine, destinée au chemin de fer d'Orawitza à Steierdorf (Bannat), qui présente sur 17 kilomètres des rampes de 20 millimètres, et des courbes de 114 mètres de rayon, offre une disposition d'accouplement de cinq essieux permettant le passage dans des courbes de 90 mètres de rayon.

L'étude de cette disposition, provoquée par M. Engerth, pour remplacer l'accouplement à engrenage, qu'il ne considérait lui-même que comme une solution temporaire et incomplète du problème, a pris pour point de départ un mode d'accouplement par l'intermédiaire d'un faux essieu proposé par M. Kirchweger, directeur du service des machines du Hanovre.

Après beaucoup d'essais et de tâtonnements, l'un des ingénieurs de la société autrichienne, M. Pius Fink, proposa la combinaison qui a été définitivement appliquée à la machine Steierdorf. En voici la description sommaire : l'essieu d'avant du tender porte au-dessus de lui, au moyen de deux supports à tourillons sphériques, un faux essieu qui est maintenu à une distance sensiblement constante de l'essieu d'arrière de la machine (essieu moteur) au moyen de deux tiges guides assemblées aux coussinets du faux essieu et de l'essieu moteur, et portant deux articulations sphériques.

L'essieu moteur et le faux essieu portent chacun une manivelle dont les boutons sont réunis par une bielle inclinée à tourillons sphériques. Cette bielle laisse en dedans la bielle d'accouplement des roues du train de la machine, ainsi que la bielle motrice.

Enfin, les manivelles du faux essieu et du premier essieu du tender, portant des tourillons sphériques, sont réunies par une bielle pendante qui est toujours verticale en voie droite.

Quand la machine passe dans une courbe, le premier essieu du tender et le faux essieu changent de position relative. L'essieu du tender prend une direction normale à la courbe, tandis que le faux essieu conserve une direction parallèle à l'essieu moteur. Dans ce changement de position, les supports du faux essieu s'inclinent; celui-ci descend par conséquent d'une petite quantité tout en restant horizontal, et tout en restant à la même distance de l'essieu moteur; le parallélogramme formé par les manivelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du faux essieu et de l'essieu moteur, par la grande bielle inclinée et par les tiges guides, s'aplatit ou s'ouvre suivant la direction de la courbe; le second parallélogramme, formé par le support, les manivelles du faux essieu, du premier essieu du tender et par la bielle pendante, se déforme également, et la bielle pendante cesse d'être verticale.

Ce système d'accouplement permet de transmettre à l'essieu du tender les forces agissant sur l'essieu moteur; il n'a aucune tendance à déplacer les essieux et il ne modifie en rien leur charge.

La machine est attelée au tender par une cheville ouvrière. Elle est munie d'un frein à vapeur dont les quatre sabots agissent sur le sommet des roues du deuxième et du troisième essieu de la machine.

Les données principales de la construction sont :

Poids total servant à l'adhérence, y compris les approvisionnements de service, 46^{t},750; surface de chauffe 122 mètres carrés; diamètre des roues, 1 mètre; surface de la grille, 1^{m},40; le poids porté par chaque essieu ne dépasse pas 9,500 kil., à cause de la faible dimension des rails.

Les essais ont montré que cette machine est susceptible de franchir des rampes allant jusqu'à 25 millimètres, et de passer dans des courbes de 100 mètres de rayon.

3° *Machine à marchandises* à quatre roues couplées de Borsig à Berlin.

Ce type est exclusivement adopté sur la ligne de Cologne à Minden pour le service des trains mixtes et des trains de marchandises. On le trouve, en outre, sur un grand nombre de lignes allemandes. Les particularités qu'offre cette machine sont : une détente variable à double tiroir applicable exclusivement aux machines à marchandises; une suspension à compensation destinée à maintenir une répartition constante du poids sur les trois essieux; l'ensemble de la machine repose sur trois points. Les bielles d'accouplement sont d'une grande légèreté apparente, elles sont en acier fondu et n'ont été dressées qu'après la trempe; les tiges de piston, les bielles, les manivelles sont en acier fondu; les boîtes à graisse en fer forgé.

La surface de chauffe est de 93^{m},50, dont 6 au foyer; le nombre des tubes est de 156; leur longueur, 4^{m},20; leur diamètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extérieur, 49 millimètres. Les cylindres ont 0m,43 de diamètre et 0m,56 de course. Le poids porté par les deux essieux moteurs est de 24 tonnes; le poids total de la machine et du tender en marche est de 50 tonnes, soit 535 kil. par mètre carré de surface de chauffe. Le tender, avec ses formes massives qui datent de quinze ans, fait contraste avec la machine si légère d'apparence et si bien étudiée.

4° *Machine de montagne* à quatre roues couplées exposée par Hartmann, à Chemnitz.

Le caractère particulier de cette machine est un truck ou bogie d'une disposition nouvelle, placé à l'avant de la machine, et qui lui permet de passer dans des courbes de 85 mètres de rayon. Le châssis de ce truck, qui n'est supporté que par un seul essieu, est triangulaire; il est attaché à une espèce de cheville ouvrière qui lui permet de se mouvoir transversalement dans une certaine limite; ce truck supporte le corps de la chaudière par trois points qui permettent également un mouvement transversal. Cette locomotive a des cylindres extérieurs de 0m,38 de diamètre et 0m,56 de course; le diamètre des roues motrices est de 1m,37. Le poids porté par un essieu est de 10 tonnes 1/2 au maximum. La surface de chauffe est de 78m²,40, dont 6,40 au foyer. Le nombre des tubes est de 148; le poids de la machine pleine est de 28 tonnes.

Nous terminerons cet exposé en reproduisant ici la conclusion de notre rapport sur les locomotives.

L'excellence de la fabrication des machines locomotives est due principalement à l'emploi de machines-outils spéciales. Sous ce rapport, l'outillage des ateliers anglais et allemands, qui se renouvelle chaque jour en se spécialisant, est aujourd'hui très-supérieur à celui des ateliers français. Pour faire cesser cette cause d'infériorité dans la fabrication des machines, nous demandons l'application des droits d'entrée du feraux outils étrangers servant à travailler le fer pour la fabrication des machines.

D'autre part, l'acier fondu, mais un acier fondu d'une qualité analogue à celle de l'acier de cémentation fondu ou de l'acier Krupp, est destiné à rendre de grands services à la construction des machines locomotives. Il importe donc, pour stimuler la fabrication de cet acier et en accroître la consommation, d'ou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vrir le marché français aux qualités d'acier que jusqu'à ce jour l'Allemagne et l'Angleterre ont seules pu nous fournir.

Un autre point sur lequel se porte l'attention, en France, parce qu'il y constitue un obstacle de plus en plus sérieux aux progrès mécaniques, c'est l'influence de la législation des brevets. Depuis plusieurs années, un flot immense de brevets s'élève comme un rempart presque inaccessible devant les moindres comme devant les plus larges modifications du matériel des chemins de fer. Dans le vaste champ des dispositions mécaniques plus ou moins ingénieuses, appliquées, puis délaissées, puis reprises en partie et appliquées de nouveau avec succès, l'ignorance, la spéculation ou l'intrigue ont tout ramassé et se sont approprié à la fois ce qui se fait, ce qui ne se fait plus, et ce qui a quelque chance d'être de nouveau appliqué.

A mesure que la science découvre un principe nouveau, une loi, un corps ou de nouvelles propriétés d'un corps, une nuée de soi-disant inventeurs en traduisent immédiatement les applications à toutes les industries et s'emparent de l'usage le plus simple qui en pourrait être fait.

Cette lèpre des faux inventeurs est facile à reconnaître aux marques d'ignorance que constate la rédaction même du plus grand nombre de brevets. Elle monte et tend à couvrir le corps tout entier de l'industrie; elle constitue elle-même une industrie, une profession qui veille aux portes des ateliers, des bureaux de dessin, des laboratoires; qui s'y introduit indiscrètement, déloyalement, pour épier les progrès des idées ou de l'étude, les devancer et s'en attribuer la propriété. Aujourd'hui, le secret d'une amélioration doit être bien gardé si son inventeur veut avoir le temps d'en faire l'essai. Il y a plus : l'employé le plus honnête, l'agent que sa situation attache aux travaux de l'industrie, devient incertain de savoir s'il gardera et exploitera lui-même, ou s'il laissera à celui pour lequel il travaille, les idées que la situation qui lui a été faite fait germer et éclore en lui.

A part la moralité négative d'une institution qui assure une prime aux plagiaires et aux employés indiscrets ou infidèles, si l'on considère le développement inouï de l'envahissement par les brevets, du domaine de l'industrie et de la science, on reconnaît qu'il y a une impossibilité réelle à ce qu'un état de choses si contraire à tout progrès se maintienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous présenterons enfin une dernière considération dont l'Exposition montre l'opportunité. Les ouvriers anglais et allemands, employés dans la construction des machines, possèdent, plus que les ouvriers français, les notions scientifiques spéciales à leur industrie. Pourquoi? Ils n'ont pas l'intelligence plus apte à l'étude; ils n'ont pas plus d'intérêt à s'instruire, non; mais il leur est plus facile d'acquérir ces notions. L'enseignement entre, à cet égard, dans le courant des habitudes de l'ouvrier anglais. Des institutions gratuites et spéciales pour la jeunesse et pour l'adulte offrent à la fois l'occasion de l'activité intellectuelle et du repos physique. L'adulte, qui y est conduit par le sentiment de son intérêt et de son devoir, y entraîne l'apprenti, et l'habitude les y ramène chaque jour.

En France, de généreux et habiles efforts se font dans cette voie : trois écoles d'arts et métiers forment des hommes auxquels la carrière est ouverte, et dont le plus grand nombre atteint de belles positions dans les rangs du travail; puis viennent quelques centres d'enseignement gratuit. Mais ces rares institutions, au lieu d'être voisines du domicile de l'ouvrier, l'appellent à de grandes distances, exigent un changement de tenue et deviennent ainsi inconciliables avec le besoin de repos qui suit la fatigue de la journée. Il faut cependant un enseignement scientifique à l'ouvrier mécanicien. Sans cet enseignement professionnel, la France restera inférieure aux autres nations dans les arts mécaniques. L'adresse et l'intelligence ne suffisent plus, il leur faut un guide; les sciences exactes peuvent seules le donner. Où trouver une occasion plus belle et plus opportune de provoquer l'intervention du gouvernement?

Les tableaux qui suivent montrent l'augmentation progressive de la puissance des machines des différents types pendant ces dernières années, et la réduction du poids de métal par mètre carré de surface de chauffe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines express.

ANNÉES.	NORD.		EST.		ORLÉANS.	
	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.
	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2
1845 à 50	9,2 à 11,0	62 à 78	8,4 à 9,8	65 à 72	7,6 à 11,4	70 à 79
1850 à 55	11,0 à 12,0	78 à 94	9,8 à 10,3	72 à 97	11,4 à 12,3	79 à 86
1855 à 60	»	94 à 99	»	»	»	»
1860 à 62	12,0 à 13,6	»	»	»	12,3 à 13,0	86 à 101

Machines mixtes.

ANNÉES.	NORD.		EST.		ORLÉANS.	
	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.
	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2
1845 à 50			14,5	65	17,2 à 20,4	83 à 104
1850 à 55	15,2 à 22,4	74 à 125	14,5 à 18,6	65 à 89	20,4 à 22,4	104 à 116
1855 à 60			18,6 à 21,5	89 à 99	22,4 à 24,0	116 à 128
1860 à 62	22,4 à 21,4 (1)	125 à 164	»	»	»	»

1. Express et trains ordinaires de voyageurs.

Machines à marchandises.

ANNÉES.	NORD.		EST.		ORLÉANS.	
	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.	Poids servant à l'adhérence.	Surface de chauffe.
	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2	tonnes.	m.2
1845 à 50	21,0 à 23,2	67 à 74	24,6	86	22,3 à 28,9	69 à 114
1850 à 55	23,2 à 33,9	74 à 126	24,6 à 26,8	86 à 100	28,9 à 30,7	114 à 137
1855 à 60	33,9 à 40,3	126 à 197	26,8 à 39,4	100 à 196	30,7 à 37,0	137 à 140
1860 à 62	40,3 à 54,0	197 à 213	30,9	125	37,0 à 38,0	140 à 209

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *représentant la diminution progressive du poids des machines-locomotives, par mètre carré de surface de chauffe.*

MACHINES.	ANNÉES de construction.	NOMBRE d'essieux moteurs.	SURFACE de chauffe.	POIDS A VIDE de la machine et du tender.	POIDS D'EAU dans la machine et le tender, combustible et outils.	POIDS de la machine et du tender avec les approvisionnements.	Poids de l'ensemble par mètre carré de surface de chauffe. à vide.	avec les approvisionnements.	OBSERVATIONS.
A VOYAGEURS.									
Système Stéphenson.....	1846	1	74m².00	27.100k	8.600k	35.700k	366k	483k	
Buddicom.....	1846	1	62 .58	22.200	7.600	29.800	355	476	
Crampton.....	1849	1	106 .00	32.400	11.400	43.800	324	438	A 7 atmosphères.
South-Eastern.....	1859	1	103 .00	34.000	11.000	45.000	330	436	
Crampton nouvelles.....	1860	1	97 .39	34.300	12.000	46.300	354	477	A 8 atmosphères.
Sturrock (Great Northern).....	1862	1	98 .00	45.250	16.400	61.650	462	631	A 9 —
Mac. Connel (exposée).....	1859	1	80 .00	39.500	14.500	54.000	494	675	— London et North-western.
Ramsbottom-Northwestern (exp.)	1862	1	92 .90	38.500	15.000	53.500	415	575	
Neilson et Compagnie (exposée)	1862	1	100 .00	37.800	15.200	53.000	378	530	
Haswell, ch. autrichiens (exposée)	1862	1	124 .92	39.700	19.330	59.030	316	471	Caledonian rail-way.
4 cylindres, Compagnie du Nord	1862	2	167 .00	35.600	12.600	48.200	213	290	En essai. Gouin.
MIXTES.									
Stéphenson transformée.....	1849	2	74 .00	29.200	8.600	37.800	395	510	Nord.
— (exposée).....	1860	2	96 .75	38.000	15.300	53.300	383	530	North-Eastern.
Engerth.....	1856	2	125 .50	36.300	11.100	47.400	290	378	Nord.
A MARCHANDISES.									
Bourbonnais.....	1858	3	133 .00	36.650	14.350	51.000	275	382	
Petites (Système Stéphenson)...	1846	3	74 .00	29.400	9.600	39.000	397	527	Nord.
Moyennes Creusot.....	1852	3	126 .60	38.900	12.800	51.700	308	408	Nord.
Engerth (Grosses).....	1856	4	197 .00	45.800	17.000	62.800	232	319	Nord et Est.
— (Haswell exposée)....	1862	5	122 .91	35.174	11.576	46.750	286	380	Bannat-Autriche.
Fortes rampes, Comp. du Nord..	1859	4	124 .00	27.100	9.500	36.600	218	295	Nord.
id. id. nouvelles.....	1862	4	167 .00	31.700	11.500	43 200	190	258	Sécheur allongé, 9 atm.
Orléans et Midi, nouvelles.....	1862	4	205 .00	52.000	17.500	69.500	254	339	En construct. Cail, et Cie
4 cylindres, 6 essieux couplés..	1862	6	213 .00	42.500	14.100	56.600	200	264(1)	— Gouin. Nord.

1. La différence de 6 kilos avec le poids de la machine à fortes rampes nouvelle, n'indique pas une infériorité dans le rapport du poids brut à la surface de chauffe, puisque l'approvisionnement d'eau entre pour 12 kilos de plus dans cette machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES INDUSTRIES TEXTILES

à l'Exposition de Londres.

PAR M. ALCAN.

Nous nous proposons d'analyser et de résumer l'état des progrès tel que nous avons pu l'apprécier dans les diverses branches de la fabrication des tissus. Quoique nous ayons consacré plus de soixante jours à cet examen, nous ne pouvons nous flatter de n'avoir rien omis, dans les neuf classes qui comprennent les matières premières, les moyens mécaniques, les procédés, les appareils et les produits de dix nations au moins, qui ont pris part au concours des industries textiles. Avec le fâcheux arrangement actuel, et la disposition des objets par nationalité, les neuf classes dont nous avons à rendre compte, forment environ soixante-dix expositions, séparées souvent l'une de l'autre de près d'un kilomètre! Si, au temps matériel nécessaire aux visites et aux investigations, l'on ajoute les mille causes intéressantes qui arrêtent ou détournent le visiteur dans ses excursions, tantôt pour examiner un objet en dehors de sa spécialité, tantôt pour recueillir un renseignement profitable, ou prendre part à l'une de ces mille causeries provoquées par le milieu spécial où l'on se trouve, on se rendra facilement compte des obstacles particuliers qui s'opposent à l'appréciation prompte de ces grandes solennités industrielles. Malgré le charme de ces sortes d'obstacles, il devient de plus en plus urgent de changer les errements suivis jusqu'ici, et de *fusionner* désormais les produits similaires dans un même département, au lieu de les disséminer dans les quatre points cardinaux de ces immenses bazars. L'œil pourra embrasser et comparer simultanément les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

objets réunis et éclairés de la même manière, sans être distrait ni fatigué, après de longues pérégrinations où la vue est constamment excitée. La modification dans le classement des objets est d'ailleurs à l'ordre du jour; si elle est réalisée, elle ne saurait manquer de raviver l'intérêt que présentent les expositions internationales.

L'attrait augmenterait encore si les objets sans intérêt d'aucune sorte pouvaient être exclus et remplacés par ceux dont l'industrie tire un profit véritable et qui font souvent défaut aux expositions. Ces réflexions se sont présentées à notre esprit précisément devant l'exposition des machines et outils employés dans les arts textiles, en constatant certaines abstentions qui eussent pu figurer avec éclat dans le palais de Kensington. Nous en signalerons quelques-unes dans le courant de ce travail, afin de donner une idée plus complète des moyens dont les transformations des substances filamenteuses sont en possession.

REVUE DES MOYENS EXPOSÉS DANS LA SEPTIÈME CLASSE.

Ces moyens sont généraux et spéciaux. Lorsqu'ils sont destinés au tissage et à ses opérations préparatoires, ils sont presque indistinctement applicables à toutes espèces de fils, quelles que soient leur nature et leur origine. Les modifications dans ce cas ne changent en rien leurs organes, ni leur disposition générale.

Il faut au contraire des machines et des moyens distincts pour transformer les matières premières en fils. Chaque substance exige un outillage et des préparations qui lui soient propres. De là des assortiments spéciaux dans les filatures de coton, de chanvre, de lin, de la laine courte lisse, de la laine vrillée, de la laine longue, de la soie grége, moulinée, des bourres, des déchets, etc.

Les machines à épurer et à apprêter les étoffes, varient à leur tour, non-seulement avec la nature, mais avec le genre du tissu. Les moyens pour apprêter une étoffe en substance végétale ou animale ne sont en général pas les mêmes. Ils varient également avec les caractères de l'article, suivant qu'il est ras ou duveteux. Le mérinos, le drap, les velours de laine, les moquettes par exemple, quoique obtenues par la même substance exigent des apprêts spéciaux. Il en est de même des taffetas, des satins, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moires, et des peluches, qui sont finis par trois modes particuliers. Ces exemples suffisent pour faire comprendre que l'examen des machines à filer et à apprêter doit avoir lieu par spécialité, tandis que les observations sur les machines à tisser peuvent être généralisées.

Les diverses substances sont loin d'être également représentées à l'Exposition. Il n'y en a vraiment qu'une, celle du coton, dont presque toutes les machines se retrouvent même en plusieurs exemplaires. Elles y sont catégorisées comme dans les usines, en trois assortiments de machines, pour travailler les fibres longues, courtes et ordinaires. Le Royaume-Uni a seul exposé dans cette spécialité. Les autres contrées semblent spontanément et simultanément baisser pavillon devant la puissance productrice des Anglais dans cette direction.

L'outillage du chanvre et du lin est très-incomplétement représenté; les constructeurs anglais, et quelques industriels belges ont seuls répondu à l'appel. Le travail de la laine cardée est complet. La Belgique, l'Angleterre et surtout la France exposent des assortiments entiers.

Les machines à filer le mérinos, pour lesquelles l'industrie française excelle, font entièrement défaut. Celles de la laine longue et de la bourre de soie, sont à peine représentées. La belle industrie des soies manque à peu près complétement depuis la magnanerie jusqu'au moulinage. Ces absences, dont nous n'avons pas à rechercher les causes pour le moment, sont fâcheuses au point de vue de l'instruction du public, qui n'a pas, dans la seule circonstance où il peut l'espérer, une représentation complète des moyens industriels existants.

FILATURE DU COTON. FIBRES COURTES ET DE MOYENNES LONGUEURS.

Persévérance énergique dans la voie qui conduit à la réduction de la main-d'œuvre, et à l'augmentation de la production, même en présence de millions d'ouvriers sans travail; composition d'un outillage pour travailler toutes espèces de coton; les fibres les plus communes et les plus dédaignées jusqu'ici, amélioration de presque tous les détails tant pour arriver à la construction la plus économique, que pour augmenter la solidité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la vitesse des machines afin de pouvoir diminuer les principales dépenses qui constituent les frais généraux, enfin, établissement d'appareils à préparer le duvet après la récolte en vue de leur introduction rapide dans les diverses contrées où sa culture et son développement sont poursuivis avec une ardeur nouvelle, plus que justifiée par les circonstances, tels sont les points qui frappent tout d'abord dans l'exposition des machines anglaises pour le travail du coton de qualité ordinaire, de même que l'absence de progrès dans l'outillage destiné aux fibres longues se fait bientôt remarquer.

MACHINE A ÉGRENER.

Le développement des tentatives de la culture du coton en Algérie, la reprise de ces essais jusque dans le midi de la France, où l'on avait vainement tenté de l'implanter déjà au commencement de ce siècle, nous déterminent à donner l'une des machines à égrener le coton, exposée par la maison Platt, celle qui nous paraît la mieux combinée et la plus efficace. Elle doit fournir le duvet intact et séparé de sa graine; il est disposé sous forme de nappe à sa sortie, ce que ne faisait jusqu'ici aucune machine de ce genre. Celle-ci est composée de quatre parties principales :

1° Une toile sans fin, pour recevoir les houppes ou gousses de coton avec la graine plus ou moins adhérente ;

2° Une espèce de peigne de rotation à aiguilles longues et fines très-espacées entre elles, dans le but de désagréger les houppes et de produire un étirage convenable sur les fibres, pour faciliter leur séparation de la graine ;

3° L'organe séparateur ordinaire, qui consiste en une espèce de laminoir vertical. Les filaments seuls sont attirés entre cette paire de cylindres, pendant que la graine reste en deçà et tombe dans une caisse disposée à cet effet;

4° Un appareil ordinaire pour transformer les filaments en nappe.

Ce sont surtout les deux premières additions, la toile sans fin et l'appareil peigne à mouvement circulaire, qui caractérisent la nouveauté de cette machine à égrener. Elle paraît ne rien laisser à désirer sous le rapport de la pureté des résultats, tant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fibres sont propres et restent intactes, lorsque l'appareil est convenablement réglé.

La figure 1 est une coupe verticale de la machine.

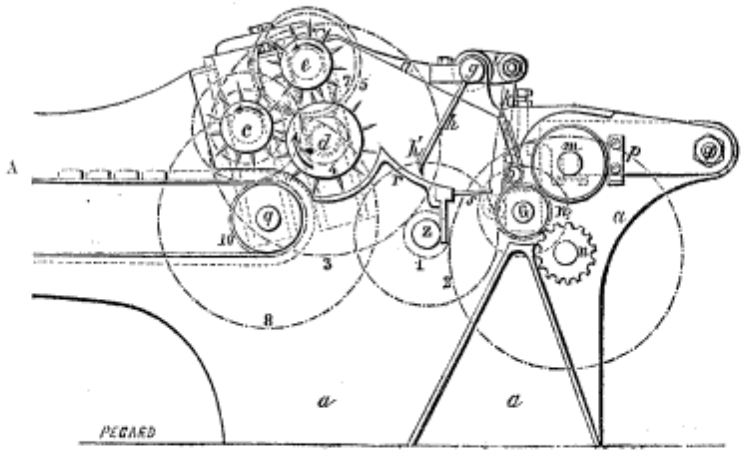


Fig. 1.

A. est le bâti de la table sans fin qui reçoit le coton à égrener; *c*. *d*. *e*. trois cylindres armés de dents de façon à constituer un peigne de rotation lorsqu'ils sont mis en mouvement conformément aux directions désignées par les flèches. Ces directions et celles des dents indiquent que la matière, saisie par le rouleau à aiguilles *c*, est enlevée par le peigne *d* pour la fournir au cylindre *e*. Si les vitesses sont convenablement établies, le premier peigne *c* prendra la substance, le second l'étirera sensiblement, et le troisième s'en garnira pour se la faire enlever; à cet effet la vitesse du cylindre *c* sera celle de la toile sans fin, tandis que celle de *d* et de *e* sera augmentée dans une certaine proportion. Les fibres arrivent ainsi déjà ouvertes et désagrégées entre les aiguilles du cylindre *e*, d'où elles sont enlevées par des espèces de barres crochues d'une grille ou peigne *h* à laquelle est imprimée un mouvement de va-et-vient par l'action de l'arbre *g*, qui forme l'axe d'articulation du système.

Ce sont ces crochets du peigne qui complètent la division des filaments, et les amènent aux cylindres laminoirs ordinaires, *b*, *b*, qui forment en général ces sortes d'engins. Une grille fixe, courbe *r*, terminée par un grillage horizontal *s*, indique le chemin parcouru par les fibres en se rendant des peignes circu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laires au laminoir, et le trajet pendant lequel la graine passe à travers les intervalles qui séparent les barreaux de la grille *r*, *s*.

m et *n* sont deux rouleaux de pression dans le but d'aider à la bonne confection de la nappe; dans ce but *m* est couvert de cuir, et *n* est cannelé. Enfin, O est une espèce de chapeau de propreté pour maintenir constamment l'organe qu'il recouvre en parfait état.

Les divers organes qui viennent d'être décrits ont leur point d'appui sur le bâti en fonte *a* et sont commandés de proche en proche par des poulies et des roues d'engrenages indiquées en lignes ponctuées du numéro 1 au numéro 10.

Nous pensons qu'il est d'ailleurs inutile de donner autrement les détails des transmissions de mouvement de cette machine qui n'offre rien de particulier, qui ne se conçoive par l'inspection des figures.

Un appareil semblable peut égrener environ de 45 à 50 kil. de coton épluché correspondant à 180 à 200 kil. de coton brut.

Les galeries du Conservatoire des arts et métiers seront sous peu en possession de cette machine; l'administration en ayant fait l'acquisition à l'Exposition, ainsi que d'un modèle exécuté dans le même but et sur des principes différents par M. François Durand, depuis l'ouverture de l'Exposition.

Ce dernier modèle se distingue par sa simplicité, l'élégance de ses combinaisons et l'efficacité de ses résultats. Afin de ménager complétement les fibres, l'organe alimentaire de l'un de ses cylindres est garni par un manchon en caoutchouc. Les filaments sont livrés à un second organe semblable placé sur un cylindre doué d'un mouvement alternatif de va-et-vient, c'est entre ces deux éléments que le duvet est séparé de sa graine, et afin qu'il soit constamment enlevé sans se bourrer, un ventilateur à ailes droites, sous la forme d'une roue à palettes, produit un appel constant. Cette machine, peu volumineuse, coûtant à peine 400 fr., fonctionne déjà dans beaccoup de filatures qui emploient les cotons de l'Inde mal égrenés.

OUVREUSES ET BATTEUSES.

Les premières machines auxquelles le coton comprimé dans la balle est soumis, ont pour but de désagréger la masse, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on nomme ouvrir les filaments, de les secouer par un battage pour leur rendre leur élasticité naturelle, en détacher les feuilles sèches, le sable, et toutes espèces de corps étrangers accidentellement mélangés aux fibres. Ces opérations indispensables doivent avoir lieu rapidement, économiquement sans altérer la matière et la fournir sous forme de rouleau aussi homogène et aussi convenablement disposée que possible. Les machines, dites *ouvreuse et batteuse*, destinées à cet effet, étant bien connues et les quelques modifications qu'elles ont reçues assez simples, nous pouvons les indiquer sans le secours de figures.

Elles sont principalement caractérisées par une combinaison des organes essentiels des ouvreuses ordinaires, et de ceux des batteurs communément en usage. Les premiers qui consistent dans des cylindres armés de dents, d'une forme particulièrement appropriée à leur destination, ont pour but de diviser la masse et de séparer progressivement les filaments; les seconds en les agitant, par le choc et l'effet d'une force centrifuge énergique, les développent et leur restituent leur force élastique, momentanément neutralisée par l'emballage, comme le serait celle d'un ressort quelconque par l'action d'une compression permanente trop forte. Le transport des filaments de l'entrée à la sortie de la machine les dégage, en vertu de leur faible densité, des divers corps étrangers, précipités par leur poids à travers les vides existant dans des grilles convenablement placées à la partie inférieure de l'appareil. Enfin, l'addition d'un appareil ordinaire, destiné à réunir les duvets isolés pour les transformer en nappe autour d'un rouleau, complète cette machine qui peut d'ailleurs varier par le nombre des éléments et leur règlement.

La composition de la machine qui paraît le mieux réussir, pour le coton à filaments courts et mal nettoyés, consiste dans les dispositions suivantes : A la suite d'une table sans fin, formée par des baguettes en bois pour recevoir la matière, se trouve un appareil alimentaire, composé des cylindres cannelés ordinaires qui livrent les filaments à un premier cylindre, armé de douze rangées de dents, d'où ils passent à un second et parfois à un troisième; les derniers, qui tournent dans la même direction que le premier, n'en diffèrent que par un nombre de dents moindre; ils n'en ont chacun que quatre rangées, douées d'une même vitesse, d'environ 1,000 révolutions à la minute. Ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres sont fixés dans une caisse circulaire en fonte, fermée à sa partie supérieure et disposée sous forme d'une grille à sa partie inférieure, afin de laisser échapper les corps durs ou plus denses que les filaments. Ceux-ci étant appelés par une ventilation convenablement combinée qui vient augmenter l'action de la force centrifuge et les amène sous celle d'un frappeur, c'est-à-dire une règle métallique chargée à ses deux extrémités, tournant autour d'un axe qui la traverse au milieu de sa longueur. C'est à la suite de ce frappeur que sont disposés comme à l'ordinaire : 1° un ou deux tambours à toile métallique pour mouler la nappe, grâce à la ventilation intérieure qui fait appliquer les fibres extérieurement par la pression atmosphérique et la rotation lente de ces tambours ; 2° l'appareil délivreur à nappe disposée sous forme de rouleau autour d'un axe.

En commençant par isoler les filaments, et en les battant lorsqu'ils sont aussi divisés que possible, comme le fait la machine en question, le travail a lieu dans des conditions sinon parfaites mais à peu près convenables ; la matière n'est atteinte qu'après être séparée des corps étrangers les plus nuisibles, et les chocs n'agissent que sur de très-petites masses ouvertes qui peuvent réagir sans être détériorées. Si ce n'est pas là encore le dernier mot de cette préparation préliminaire des fibres courtes, il y a du moins un pas de fait dans une direction rationnelle. Nous eussions désiré pouvoir signaler un progrès analogue dans le travail des fibres longues employées à faire les filés fins; mais les moyens de ce genre font complétement défaut à l'Exposition, et dans les ateliers ils varient en quelque sorte avec les établissements dans lesquels ils sont pratiqués. Dans les uns on a encore recours au battage à la main et aux baguettes, dans d'autres, c'est à la carde, réglée de façon à ne produire qu'un démêlage sans étirage possible ; enfin, celle-ci est parfois remplacée par une espèce de *loup* connu sous le nom de machine Poupillier. Ces divers moyens sont en usage dans les filatures françaises. Nous n'avons rien vu de plus précis dans celles du Royaume-Uni; là, comme chez nous, il y a donc des recherches à faire pour arriver à un système qui réponde complétement aux besoins des préparations qui commencent les nombreuses transformations d'une substance aussi *délicate*, aussi fine, que celles des longues soies dont la longueur des fibres est relativement considérable, et qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a besoin d'être ménagée avec le plus grand soin, pour arriver à l'état de fil avec toutes ses qualités.

CARDAGE ET DÉBOURRAGE.

Pour signaler les diverses dispositions et modifications de cardes qui figurent à l'Exposition, nous supposons que nos lecteurs connaissent cette machine, les fonctions de ses organes et son but; nous rappellerons seulement l'importance de son travail en disant que le produit est toujours mauvais si le cardage n'est pas bien fait.

Cette opération doit compléter le nettoyage, développer les fibres, les déboucler, les dresser, les ranger aussi parallèlement que possible, en former une nappe homogène d'une épaisseur uniforme et exempte de toute inégalité, boutons, etc.

Disons de suite que malgré les nombreuses prétentions à la réalisation complète de ce problème, il ne l'est pratiquement que par à peu près, ainsi que le prouvent d'ailleurs les nombreuses modifications et les recherches constantes dont les machines à carder sont l'objet.

La difficulté du problème consiste surtout dans les conditions économiques imposées à la solution. Il s'agit, en effet, de transformer la substance avec une précision mathématique, de préparer les filaments innombrables, comme si l'on avait opéré sur chacun d'eux isolément, sans que la dépense dépasse *dix centimes* par kilogramme.

Les résultats doivent présenter une perfection constante, quels que soient la durée du travail et le fonctionnement de la machine. Celle-ci doit donc rester dans un parfait état d'entretien. Les nombreuses aiguilles qui la composent doivent conserver leur forme, la netteté et la vivacité de leurs pointes, et les espaces qui les séparent doivent être constamment débarrassés des impuretés et des corps de diverses natures qui s'y fixent pendant le travail. C'est pour maintenir cet état de propreté que l'on débourre les cardes, à la main ou mécaniquement. Cette opération consiste dans l'enlèvement des fibres et autres substances qui s'arrêtent et se fixent pendant le travail dans les surfaces cardantes; si celles-ci sont fixes, comme les chapeaux à douves des cardes généralement employées, on les enlève successivement pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nettoyer un à un durant la marche de la carde. Si elles sont cylindriques et tournantes comme le tambour principal, dit gros tambour, on arrête la machine pendant le travail au moins une fois par jour; si, enfin, ce sont des chapeaux tournants, des hérissons, ils se débourrent spontanément par un petit cylindre à mouvement accéléré dont la direction et le mouvement des dents sont combinés de façon à dépouiller les surfaces en contact desquelles elles se trouvent.

D'après ces indications, la carde débourreuse la plus simple est par conséquent celle à hérissons. Cette machine a le triple avantage de la production, du débourrage automatique spontané, et de bien nettoyer la fibre. Mais elle a l'inconvénient de ne produire qu'imparfaitement l'espèce de peignage à réaliser, car au lieu de paralléliser et de ranger méthodiquement les fibres, elle les transporte en leur faisant prendre des directions diverses. Pour atténuer ce dernier inconvénient, on a imaginé l'addition d'un certain nombre de cylindres cardeurs qui agissent dans le même sens sur les filaments.

Cette addition, qui modifie le résultat d'une façon avantageuse, ne suffit cependant pas pour pouvoir employer la carde à hérissons dans tous les cas; elle devient insuffisante pour obtenir un cardage parfait du beau coton, elle demeure exclusivement appliquée au cardage du coton commun destiné au numéro très-bas, ou bien à la première opération d'un cardage réitéré deux ou trois fois, tel qu'il est pratiqué pour des fils des titres intermédiaires des nos 18 à 60, par exemple.

La figure 2 donne une coupe verticale de la carde à hérissons la plus communément en usage avec les additions des cylindres peigneurs dont il vient d'être question. Le coton, venant du rouleau de la machine précédente, du batteur, est étalé comme toujours sur une table pour être livré à l'appareil alimentaire *a a*. Il fournit les fibres au cylindre alimentaire *b*, garni de dents de cardes qui les partage entre le gros tambour *c* et le cylindre *f*. les deux points de contact de ce cylindre avec ses voisins indiquent cet effet, et pour que ce transport ait lieu convenablement, les deux organes *b* et *f* tournent dans la même direction et en sens opposé de celle du gros tambour, conformément à l'indication des flèches. Enfin, la vitesse angulaire du premier cylindre *b* est supérieure à celle du second *f*, afin que le premier fournisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisamment aux deux dont il est en quelque sorte l'alimentaire. Le troisième cylindre *g* reprend une partie des filaments des deux avec lesquels il est en contact à son tour ; à cet effet, la direction de son mouvement est la même que celle du cylindre *f*, mais il

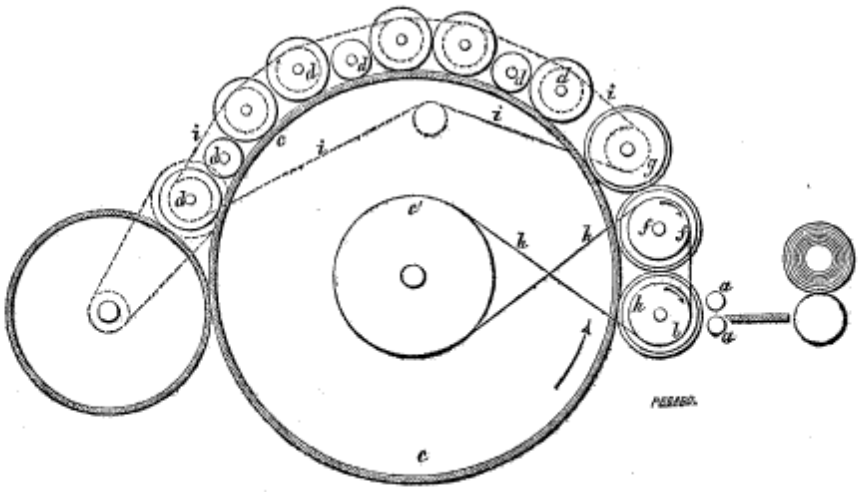


Fig. 2.

tourne plus lentement, et le sens de l'inclinaison de ses dents de cardes est opposé à celui du cylindre qui le précède ; c'est grâce à ses vitesses et directions relatives de mouvements que le cardage préparatoire a lieu progressivement. Il est continué ensuite à la partie supérieure du gros tambour jusqu'à la sortie de la matière par l'action répétée identiquement par chacun des mêmes organes, qui se composent d'un cylindre, dit *travailleur*, et d'un autre plus petit qui, à cause de ses fonctions, est nommé *dépouilleur* ou nettoyeur ; on les voit en *d*. Les filaments du gros tambour sont attirés par le premier travailleur, auquel le nettoyeur les prend pour les restituer au gros tambour ; elle est reprise et restituée successivement de la même manière, autant de fois qu'il y a de paires de travailleurs et de débouilleurs. L'échange voulu est obtenu par la combinaison convenable des directions des dents et de leurs mouvements. Le tout conformément à la théorie du travail de la carde, dans laquelle nous ne pouvons entrer ici. Enfin, la surface du gros tambour, chargée de la matière cardée un certain nombre de fois, est débarrassée comme à l'ordinaire par un peigneur cylindrique (Doffer), auquel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le peigne à mouvement de va-et-vient l'enlève pour former le ruban continu [1].

La manière de commander la carde et ses diverses parties est indiquée par les lignes ponctuées; les directions sont données par celles des flèches.

La disposition fondamentale de la carde que nous venons de décrire est depuis longtemps employée avec succès pour la préparation de la laine destinée à faire des fils pour les tissus feutrés. Le transport des filaments dans des directions diverses pendant le cardage, qui est un défaut lorsqu'il s'agit d'une matière lisse comme celle du coton qui doit être peignée autant que possible, dispose au contraire de la manière la plus favorable au feutrage les brins de la laine vrillée. Cela est si vrai, que la disposition des cardes à laine est restée invariable depuis le commencement de l'ère industrielle automatique, tandis que pour le coton l'on est encore à la recherche d'une combinaison qui satisfasse à toutes les conditions et qui soit également applicable aux fibres de toutes les qualités.

Jusqu'ici, celle qui paraît répondre le mieux aux besoins d'un bon travail, celle qui nettoie et peigne en même temps, autant qu'une carde peut peigner, est la carde à chapeaux fixes. Ceux-ci sont parfois précédés de cylindres semblables à ceux qui précèdent les travailleurs dans les cardes à hérissons. Pour que le résultat soit bon avec ce système, il faut : 1° que la nappe en travail ne soit pas trop épaisse, que l'alimentation soit modérée, la production en est nécessairement limitée; elle ne peut atteindre celle de la carde à chapeaux cylindriques tournants ; 2° que la machine soit entretenue dans un constant état de propreté, les surfaces encrassées ou garnies de bourres ne peuvent se dégager d'elles-mêmes, il faut constamment et successivement débourrer chacun des chapeaux. Ce travail se fait presque généralement encore à la main; on enlève alors un chapeau toutes les cinq minutes. Il est par conséquent intéressant d'étudier les moyens automatiques qui fonctionnent à l'Exposition.

La figure 3 donne une coupe verticale et la figure 2, pl. XIV, une vue de profil du mécanisme débourreur des chapeaux de la

1. Voir, pour la théorie du cordage, *Essai de l'industrie sur les matières textiles*, chez Lacroix, libraire, 15, quai Malaquais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maison Heterington ; il consiste à faire faire successivement une demi-révolution à chacun des chapeaux, de manière à présenter la partie travaillante garnie de rubans de carde à l'action d'une espèce de brosse, chargée par son mouvement de débarrasser complétement les aiguilles, de les nettoyer à fond et de remettre le chapeau à sa place après l'opération. A cet effet, les chapeaux sont montés chacun sur un petit axe articulé *e e*, comme à l'ordinaire, à la partie supérieure du gros tambour représenté par la ligne *a*. Sur l'arbre *g* de ce cylindre principal, à chacune de ses extrémités, est placé un bras de levier *h* assemblé d'une façon indépendante du mouvement de l'arbre. L'un de ces bras de levier est commandé par l'arbre articulé *i*, qui reçoit son action d'un arbre *k* à mouvement lent. L'extrémité supérieure est assemblée au bras *q q** qui porte une brosse circulaire *m* montée sur un axe *n*, mis en mouvement par la poulie *n* et la courroie *p* placée sur une autre poulie *r* de l'arbre *g*. Dans la direction du levier et sur son arbre se trouve également assemblé librement le levier équilibré *l* qui agit sur le bras courbe *q* q**; le poids qui l'équilibre n'est pas représenté sur la figure. La brosse et le levier *h* sont actionnés simultanément. Chacun des chapeaux porte un segment circulaire denté *s*, destiné à le faire tourner de manière à lui faire faire une demi-révolution après son enlèvement, et offrir les aiguilles encrassées à l'action de la brosse. Ce mouvement est imprimé au segment *s* par une crémaillère *t* placée sur un bras mû par le levier *h* (fig. 3).

COMMANDE GÉNÉRALE. A un bras articulé *o*, mû par l'arbre *k*, se trouve adapté, en retour d'équerre, un taquet ou tasseau *u* qui agit sur un bras de levier *v* dont le centre de mouvement est en *w*. L'autre extrémité de ce levier agit sur un cliquet *x* dont la pointe est pressée contre les dents d'une roue à rochet *y* au moyen d'un contre-poids ponctué dans la figure 3. Cette roue à rochet est assemblée d'une manière indépendante sur l'axe du grand tambour *a*. Sur la surface latérale de cette roue à rochets, de distance en distance, à des intervalles convenablement calculés, sont placées des espèces de cames ou plans inclinés 1* 1** qui ont pour fonction d'agir sur la partie inférieure d'une tige à coulisse 2 2* adaptée au levier *h*. Ces plans inclinés, faisant monter une tige à encoche 2 de façon à l'engager dans les tourillons *f f* des chapeaux, c'est alors que l'engrènement de la section dentée *s*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du chapeau a lieu avec la crémaillère, que le chapeau est par conséquent retourné et présenté à l'action de la brosse *m* peut être débourré ; cela fait, la came 4 en avançant dégage la partie

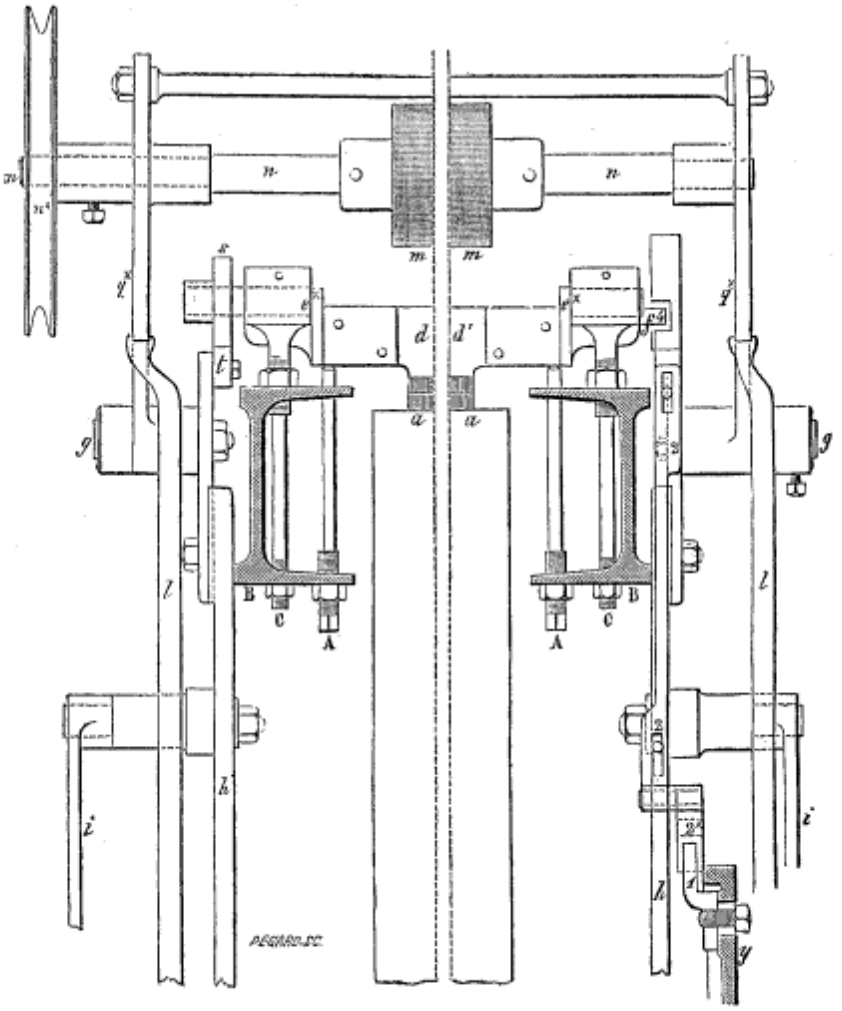


Fig. 3.

inférieure du levier, et la pièce tout entière est rappelée à sa position initiale par un ressort.

Pour assurer le jeu de ces mouvements, l'extrémité de la tige 2, qui communique au ressort 3, est terminée par une courbe encoche 2* 2* qui épouse exactement la forme d'une partie correspondante déterminée par la courbure 4 qui forme un arrêt-limite de la course du levier *h*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons maintenant le mécanisme disposé de façon à ce que le levier *h* affecte la position ponctuée dans la figure 3. La rotation de l'arbre *k* et de sa manivelle dans sa direction ascendante amènera le bras courbe q^* et un bouton d'arrêt 5 en contact d'une pièce fixe 6 et la tige *h* dans la position donnée par les lignes pleines. Dans la révolution descendante de la manivelle *o*, la tige *h* descendra jusqu'à la rencontre du verrou 2, avec le plan incliné 1*, de manière à faire glisser la pièce 2**, jusqu'à ce que son extrémité arrive à l'arrêt courbe 4, saisisse la broche *f* du chapeau correspondant d^1 pour le faire tourner sur son centre par l'engrènement de son secteur denté avec la crémaillère indiquée précédemment; le mouvement du levier *h* continue jusqu'à ce que l'extrémité supérieure du levier *h* soit arrivée à la position extrême de la courbe indiquée par le point 4* dans la partie ponctuée; en ce moment, la partie inférieure de ce même levier a dépassé la partie ou came inclinée 1*, et son ressort l'a rappelé et le maintient à sa position pendant la continuation du mouvement du levier *h*, pour opérer sur les autres chapeaux. Pendant le temps dont il vient d'être question, le bras courbe q^*, s'étant dégagé de l'arrêt 6 et sollicité par le levier *l*, tournera sur son centre, d'une certaine quantité limitée, par la vis et l'arrêt 8, déterminée de façon que le levier *h* dans sa descente arrête la brosse *m* au-dessus du chapeau à nettoyer. La courroie *p* (les poulies n^* et *r* sont les transmissions de cette brosse *m*). Les chapeaux débourrés sont retournés et replacés par la communication en sens inverse du mouvement du segment denté *s* avec la crémaillère *t*.

En résumé, la succession des actions est facile à saisir en principe si on se reporte aux détails qui précèdent : l'arbre moteur *k* agit sur une manivelle portant un taquet *u*, en communication avec le bras *v*, cliquet *x*, agissant sur la roue à rochet *y*, qui porte les plans inclinés ou cames fixes 1 1* dont le nombre et la position sont mis en rapport avec le nombre et la position des chapeaux sur lesquels l'on veut opérer par l'entremise du levier *h* et de ses accessoires.

Nettoyage automatique de la brosse débourreuse.

A cet effet, il y a à l'extrémité du bâti un levier courbe 9 9* dont l'axe est en 10^4; l'extrémité q^* est garnie d'une traverse qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reçoit un axe relié par un bras à l'arbre 13. Cet arbre est muni d'un peigne 14 dont les dents passent dans le coursier courbe 16.

Lorsque dans son mouvement le levier *h* est arrivé à sa position indiquée par les lignes ponctuées, une broche ou saillie du levier *h* vient agir sur le bras 9, le fait tourner sur son centre 10 et amène les dents du peigne 14 contre le petit cylindre 11, et dans la brosse *m* qui le nettoie par sa rotation. Aussitôt que le mouvement recommence en sens inverse, c'est-à-dire à la course suivante, le levier *h*, en revenant à sa position initiale, met le bras 9 en liberté, parce que l'action de la tige 17 cesse ; le contre-poids 18 ramène le système du nettoyage à son point de départ en agissant sur la tige 11 et son bras, les dents du peigne sont ramenées en arrière à travers la grille courbe 15.

DÉBOURREUSE PLATT.

La figure 4 donne une coupe verticale de la carde débourreuse à chapeaux mobiles exposée par MM. Platt. La partie caractéristique du mécanisme consiste dans une chaîne sans fin articulée H. dont chaque anneau forme un chapeau garni de rubans de

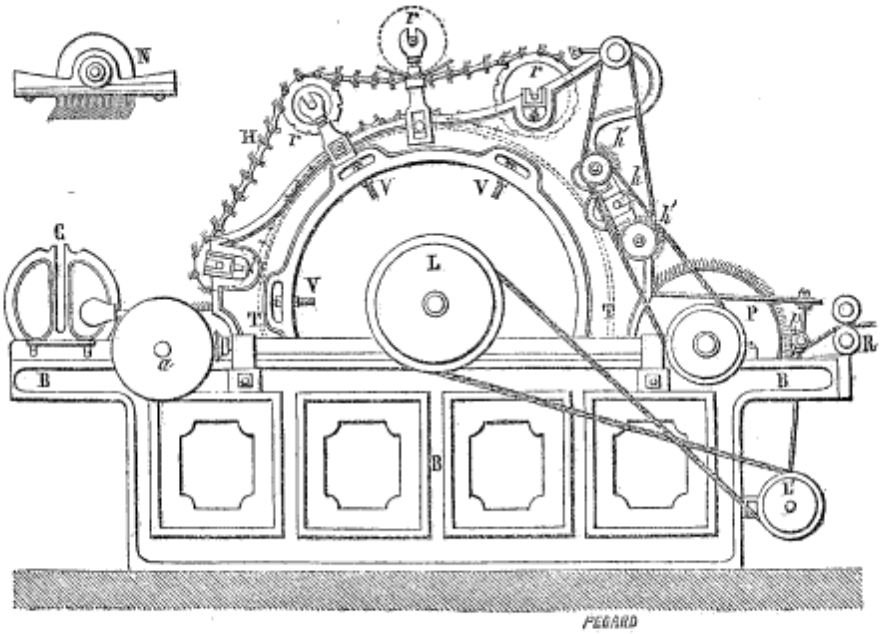


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cardes. Des rouleaux-guides à encoches pour recevoir les maillons de la chaîne la font cheminer avec la lenteur voulue.

La portion inférieure de la chaîne en contact avec la circonférence supérieure du gros tambour travaille comme à l'ordinaire, pendant que la partie opposée qui a ses dents naturellement dirigées de bas en haut, rencontre le hérisson débourreur à mouvement de rotation. Une fois nettoyées, l'extrémité des aiguilles rencontre une planche à émeri *q*, qui avive leurs pointes. Afin que ce système fonctionne avec la précision voulue, il est maintenu et dirigé de chaque côté du bâti dans des rainures ou coulisses dans lesquelles viennent s'appuyer les côtés de la chaîne dans sa marche. Des vis de réglage V sont indispensables pour rajuster les surfaces qui doivent rester en contact lorsque l'usure ou toute autre cause vient à les déranger.

A la suite des chapeaux mobiles sont placés, comme à l'ordinaire, un plus ou moins grand nombre de hérissons cardeurs *h*, *h*, puis le dépouilleur cylindrique P, le peigne détacheur *p*, et enfin les rouleaux d'appel R, qui dirigent le ruban dans un pot tournant. Cette carde n'est ordinairement employée que comme finisseuse, lorsque la substance a été cardée à une ou deux machines briseuses à hérissons, dont les rubans ont été réunis en un plus ou moins grand nombre, soit 40 à la sortie de la première pour être soumis à la seconde, et de 80 à 90 de celle-ci, pour être transformés par la dernière. Ces doublages de rubans ont généralement lieu aux machines spéciales bien connues, qui aujourd'hui sont toutes munies d'un casse-mèches à débrayage instantané. A cet effet, chacun des rubans ou mèches, en se rendant du pot au rouleau d'appel, passe dans une petite gouttière montée sur un bras articulé convenablement équilibré, le passage de la mèche maintient l'articulation. Sa rupture permet à l'extrémité du bras articulé opposé à la gouttière de s'infléchir et d'introduire un crochet qu'il porte dans une espèce de came placée sur l'arbre d'embrayage et de disjoindre son manchon. La machine s'arrête aussitôt et la surveillante rétablit la continuité. Ces machines importantes, quoique accessoires, sont en outre munies d'un compteur, qui détermine la longueur du rouleau formé, afin que par un pesage l'on puisse dès le début se rendre compte du titre des rubans et de la régularité du travail.

MM. Dobson et Barlow ont également fait fonctionner une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carde débourreuse, dont le principe est le même que celui des figures 4 et 3. Il en diffère seulement dans les transmissions de mouvement. La carde est par conséquent à chapeaux fixes, qui sont enlevés périodiquement par un mécanisme *ad hoc*. Les nombreux mécanismes de ce genre prouvent l'intérêt de la question. Tous ceux exposés rentrent dans l'une ou l'autre des deux dispositions décrites, qui elles-mêmes sont étudiées depuis longtemps en France. La première a été brevetée au profit de M. Dannery de Rouen, en 1849, et fonctionne depuis plusieurs années dans les ateliers qu'il dirige. Le principe sur lequel repose la seconde avait été proposé, il y a plus de vingt ans, par Bodmer. Celles exposées sont améliorées et perfectionnées sans contredit dans leur agencement et dans l'exécution des détails, mais leur grande analogie avec celles proposées depuis longtemps en France prouve une fois de plus l'inconvénient d'avoir trop tôt raison.

Il eût été bien intéressant de voir fonctionner à côté des mécanismes débourreurs anglais, des systèmes français actuellement en expérimentation pratique qui en diffèrent complétement, et entre autres, 1° celui à petits chapeaux cylindriques, à mouvement si lent de la part de ces chapeaux que c'est à peine si ce mouvement est saisissable ; lorsque la partie de la circonférence de ces petits cylindres qui a travaillé a fait sa demi-révolution, elle rencontre une surface débourreuse douée d'une action de va-et-vient qui la nettoie; 2° l'ingénieux mécanisme débourreur, imaginé par l'inventeur de l'épurateur, M. Risler, et qui consiste à faire enlever les chapeaux et à les faire débourrer par un mécanisme Jacquard, qui sert ici pour la première fois peut-être, comme simple transmission de mouvement, a un but différent de celui auquel il a été spécialement destiné à son origine.

DÉBOURRAGE AUTOMATIQUE DU GROS TAMBOUR.

L'on s'est principalement occupé du débourrage des chapeaux, parce qu'il doit avoir lieu d'une manière pour ainsi dire continue. que cette besogne est assujettissante et malsaine, et qu'elle a une grande importance sur le résultat. Le gros tambour à cause de sa forme et sa surface étendue s'encrasse moins et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être débourré, en partie du moins, par un hérisson. Il suffit, pour le nettoyer complétement, de l'arrêter une ou deux fois par jour. Afin d'éviter cet arrêt et de maintenir la surface cardante de cet agent fondamental en parfait état, MM. Higgins ont exposé un mécanisme des plus simples, des plus ingénieux et des plus efficaces qui se propagera sans doute. Il consiste dans la disposition d'un cylindre hérisson cardeur à la circonférence inférieure du gros tambour. Ce hérisson a une double fonction, il doit agir comme travailleur et nettoyeur; à cet effet, son mouvement change alternativement de sens et de vitesse angulaire; lorsqu'elle est plus grande que celle du gros tambour, et s'effectue dans la direction voulue, le tambour se trouve entièrement débarrassé de ses fibres sur la surface en contact avec le hérisson. Dans le cas contraire, lorsque cette vitesse du petit cylindre est moindre, c'est le gros tambour qui reprend les fibres en les travaillant.

Ces changements de mouvements du hérisson sont obtenus par le déplacement automatique d'une courroie de commande, sur deux cônes disposés en sens inverse dont l'un est placé sur l'axe du hérisson. La commande est celle généralement en usage pour obtenir un mouvement différentiel; l'application spéciale que les auteurs en ont faite à une carde déjà munie d'un mécanisme débourreur des chapeaux, rend le travail de l'entretien complétement automatique: il en résulte un produit et un rendement avantageux.

ÉTIRAGES.

Les bancs à étirer sont restés d'une composition invariable dans leur principe, sauf l'addition d'un rouleau de poids, et l'essai de modifier le mode de pression en substituant aux bascules à poids une bride de tension sur les collets entre les tables cannelées et l'adoption du casse-mèche dont nous avons déjà parlé, il n'y a rien de nouveau. Il n'en est pas de même du banc à broches, qui exécute un étirage à faible torsion et un renvidage sur bobines. Cette machine, l'une des plus compliquées et la plus chère de la filature, est celle qui produit relativement le moins. La cause de sa faible production tient à la vitesse limitée des broches, qui causerait trop de duvet sur la préparation et occasionnerait des ruptures fréquentes par suite des vibrations et des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

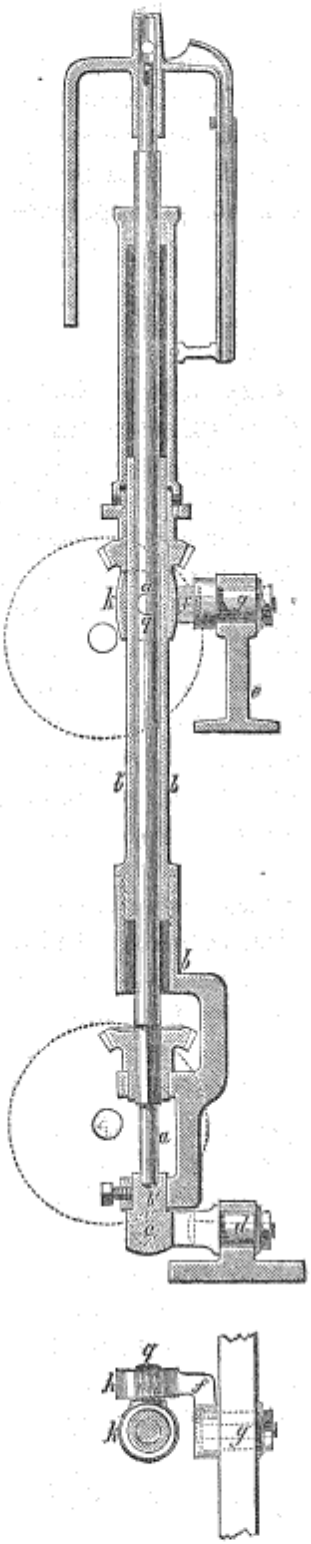


Fig. 5 et 6.

tendances à la torsion que déterminerait une trop grande vitesse avec la disposition actuelle des broches et des bobines. Pour remédier à cet inconvénient, MM. Higgins ont disposé les broches des bancs à broches de manière qu'elles ne puissent être influencées par l'effort de torsion que le mouvement du chariot peut leur faire subir à certains moments de sa marche de va-et-vient dans le sens vertical. La figure 5 donne une coupe verticale de la disposition générale de l'une des broches. Cette broche *a* est montée dans un tube fixe concentrique *b*, qui ne peut ni monter ni descendre avec le chariot *e*, ce tube porte à sa partie inférieure la crapaudine *b'* pour recevoir le pivot de la broche. Ce système, broche et tube enveloppant, tourne à sa partie supérieure dans le porte-bobine K, assemblé à frottement libre de manière à exécuter la translation verticale et alternative de bas en haut et de haut en bas, d'une course en rapport avec la hauteur de la bobine. Le chariot, chargé de réaliser ce mouvement nécessaire à l'enroulement par couche verticale du fil, est représenté par un fragment *e*. Il résulte de son assemblage avec les broches que ses efforts, quels qu'ils soient, ne peuvent atteindre les broches, attendu que l'assemblage de ce chariot représenté par la coupe, figure 6, démontre que les efforts pour décomposer les forces aboutiront soit à la vis *q*, soit à l'axe *g*, qui peuvent céder sans que rien dans le système ne soit forcé. Il résulte de cette disposition : 1° que la vitesse des broches peut être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à peu près doublée, surtout lorsqu'il s'agit de produits ordinaires pour lesquels une préparation un peu duveteuse n'est pas un inconvénient sérieux ; 2° que le nombre des bancs broches peut être réduit à moitié, ce qui est un avantage appréciable pour une machine aussi chère.

MÉTIER MULE-JENNY AUTOMATE OU SELF-ACTING.

Ne faisant qu'une revue plus ou moins complète des points intéressants qui nous ont frappé à l'Exposition, il n'entre pas par conséquent dans le cadre de ce travail de donner une description détaillée de ce métier tant prôné, et si nous ne craignions pas de trop heurter les idées à la mode, plus faciles à accepter qu'à discuter, nous dirions trop prôné. Pour décrire un métier de ce genre, il faudrait au moins un volume, et encore si cette description était bien faite elle prouverait deux choses : 1° les efforts inouïs dépensés pour arriver à une solution ; 2° tout ce que cette solution laisse à désirer. De quoi s'agit-il cependant ? de la transformation opérée au rouet et, plus simplement encore, au fuseau ; de faire glisser progressivement quelques filaments les uns sur les autres, et de les tordre en leur imprimant un mouvement de rotation.

Le reste des opérations, l'envidage est accessoire et essentiellement modifiable. Or les moyens pour étirer et tordre les fibres sont tellement simples, tellement vrais, qu'ils n'ont pu recevoir aucun changement depuis leur invention. Leur conception est si facile que tout le monde en a une idée nette. Qui ne connaît en effet l'invention des cylindres laminoirs doués d'une vitesse accélérée d'une paire à l'autre, et le mécanisme tordeur de la broche ? Si la machine s'arrêtait là, on pourrait la faire comprendre dans les écoles élémentaires. Et cependant elle est d'une complication telle, qu'il n'y en a certes pas une seule dont l'intelligence exige une description aussi étendue. Or, toute cette complication est nécessaire pour cueillir le fil ; sous forme de bobine, si on pouvait le recevoir dans un pot, par exemple, ou si la forme de la canette dont se sert le tisserand venait à changer, des métiers d'une simplicité extrême et tout trouvés viendraient se substituer à ces machines de Marly de la filature.

Cette complication est-elle au moins rachetée par la possi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bilité d'une application générale du système à toutes espèces de fils et aux fils de tous les titres? Nullement. Il y a à l'Exposition des fils de coton du n° 800, et le self-acting ne peut filer pratiquement jusqu'ici que du n° 60 au maximum.

Le nombre des broches d'un seul métier peut-il avantageusement atteindre jusqu'à 1200 et 1500 comme on le prétend, afin de répartir la dépense des mécanismes de transmissions qui reste constante sur le plus grand nombre d'éléments possible et sur un maximum de production ? Nous ne craignons pas d'affirmer le contraire. Plusieurs causes démontrent qu'un très-grand nombre de broches par métier diminuent ses avantages. En effet, la durée de la course des self-actings augmente avec le nombre de broches. Celle d'un métier de 1000 par exemple, est en moyenne de 24 secondes; avec 500 elle ne dépasse pas 18, et pour 368 elle est au maximum de 15.

Si nous supposons, pour simplifier, que la longueur de chaque course ou aiguillée soit de 1m, les productions, toutes choses égales d'ailleurs, seront entre-elles :: 15 : 18 : 24, c'est-à-dire que trois métiers de 333 produiront en 15 secondes une quantité égale à celle de deux métiers de 500 en 18" ou d'un seul de 1000 en 24".

De plus, le chômage ou les arrêts sont plus fréquents pour un grand métier que pour un petit; la perte de temps correspondante, au lieu de se multiplier par 360 ou 500, se répète 1000 ou 1500 fois. Les difficultés d'obtenir la précision des mouvements de tous les points en activité et de maintenir le parallèlisme du chariot dans sa course, augmentent également en raison du nombre des éléments. Quant au personnel et à la dépense de la main-d'œuvre, elle reste à peu près proportionnelle à la quantité de broches. Nous pourrions multiplier encore les objections contre l'engouement en faveur des métiers d'une étendue disproportionnée, que nous combattons depuis longtemps, en citant l'entretien anormal qu'ils nécessitent l'infériorité de leurs produits, etc., si les errements de la bonne pratique ne paraissaient rentrer dans une voie rationnelle. En effet, les métiers exposés par les meilleurs constructeurs anglais n'ont pas plus de 648 broches. Les parties suivantes, qui ont subi quelques améliorations dans ces machines, indiquent précisément les points qui laissaient le plus à désirer jusqu'ici. Les fondations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la *têtière* et des principales parties de la machine sont mieux assurées, et rendues solidaires par des plaques métalliques spéciales de façon à assurer la stabilité des points fixes des transmissions de mouvements et la précision de la marche du chariot dans son déplacement.

La substitution d'engrenages à l'action frottante pour commander certains mouvements principaux, tels que l'arbre à cames, dit à quatre ou à deux temps; des modifications dans la manière de disposer les cordes qui font passer le mouvement des tambours aux broches pour assurer une vitesse plus régulière à ces dernières, et par conséquent une plus grande uniformité de torsion au produit; l'emploi d'un mouvement différentiel à la commande du scroll, qui permet de substituer aux gorges excentrées de celui-ci une poulie ordinaire, et de faire rentrer l'action imprimée au chariot dans des conditions plus satisfaisantes pour assurer son jeu sur les rails; enfin, la suppression dans certains cas du cône en papier ou forme sur laquelle le fil vient s'envider, en lui substituant une rondelle métallique plane, qui se place à frottement sur le plus gros diamètre ou partie inférieure de la broche. Le gros bout de la canette est formé sur cette rondelle, le fil s'envide d'ailleurs directement autour de la broche. Pour lever la canette terminée, il suffit de faire glisser cette rondelle de la base à la pointe de la broche, le cône de fil en sort avec un axe creux qui, lorsqu'elle n'a pas besoin d'être humectée, se loge facilement et sans éboulement dans la pointe de la navette. En ajoutant des améliorations de construction dans les détails du métier, conséquences d'une expérimentation attentive et de recherches incessantes, on aura une idée exacte de l'ensemble des perfectionnements dont le self-acting a été l'objet dans ces derniers temps, si l'on en juge par les métiers exposés.

MÉTIER CONTINU.

Le métier continu, si simple dans sa composition, qui donne le meilleur des fils pour chaîne, est limité dans sa production, comme le self-acting, à des finesses qui ne dépassent guère le n° 50 chaîne. Il y a cependant un certain nombre d'essais en France pour lui faire produire des finesses bien plus élevées, et le rendre aussi avantageux à la production des fils de trame qu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux de la chaîne. Les métiers auxquels nous faisons allusion eussent certes figuré avec honneur à l'Exposition, à côté des Throstle anglais, dont la construction est restée à peu près stationnaire. Si nos inventeurs français persévèrent dans la voie rationnelle où ils sont entrés depuis quelques années, et continuent leurs efforts pour modifier le continu dans certains détails, l'industrie de la filature leur devra probablement sous peu un nouveau grand progrès, comme elle leur doit déjà l'emploi de la peigneuse, des débourreuses automatiques, de l'épurateur et de ses équivalents.

INDUSTRIE DU CHANVRE ET DU LIN.

Le progrès le plus sérieux dans l'industrie linière consiste particulièrement dans les traitements préparatoires des fibres qui se pratiquent sur les tiges, pour substituer un nouveau mode de rouissage *chimico-mécanique* au système campagnard tant et si justement critiqué. Si, comme nous avons lieu de le supposer, les nouveaux procédés dont les résultats remarquables étaient exposés se propagent promptement, la filature mécanique du lin entrera dans une voie nouvelle, dont les conséquences seront aussi importantes que celles de l'invention de Philippe De Girard.

En attendant les machines à filer le lin, le chanvre et les substances similaires, telles que le jute, sont très-peu nombreuses à l'Exposition, et n'offrent rien de particulier ni de nouveau. Deux machines seulement encore à l'état d'essai sont à signaler : l'une est un nouveau système de teillage, et l'autre une modification assez importante apportée aux étirages à gills.

Le principe de la première est représenté par le croquis de la figure 1, planche 14. Cette machine est due à un inventeur belge, M. Mertens, qui poursuit depuis plus de vingt ans la solution pratique du problème du teillage automatique si simple en apparence. Celle dont nous allons donner une idée est au moins la troisième de son invention; les précédentes offraient des résultats si séduisants, qu'elles ont obtenu les distinctions les plus élevées aux expositions où elles ont figuré. L'auteur n'en a pas moins continué ses recherches et est arrivé à une nouvelle transformation remarquable surtout par sa simplicité. La figure 7

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présente la section verticale des principaux organes; elle suffit pour faire saisir le mécanisme et le jeu de l'appareil. *a*, sont les lames teilleuses, *b* des ailes courbes portant ces lames, *c* sont des cloisons, et *d* sont des axes assemblés dans des carrés qui reçoivent les ailes courbes des lames. Les croisillons tournent en sens opposés conformément à l'indication des flèches. La filasse à espader ou à teiller est introduite par l'un des moyens ordinaires, entre les palettes *a* qui la râtissent en quelque sorte sur ses deux côtés de manière à la dépouiller rapidement de toute impureté. Cette teilleuse, réduite à sa plus simple expression, d'une construction économique et solide, paraît résoudre la question du teillage automatique, et être parfaitement appropriée à son but par la rusticité de sa construction.

La seconde machine à laquelle nous avons fait allusion, est également due à un industriel belge, M. Sacré. Elle a pour but 1° de substituer à l'*étalage* à la main, ou alimentation de la première machine à étirer, un moyen automatique, 2° de modifier l'étirage à gills ou aiguilles, de façon à mieux diviser et à maintenir plus sûrement le parallélisme des fibres que par les moyens en usage. Le nouveau mode d'étalage nous paraissant encore trop compliqué, par conséquent peu pratique lorsqu'il s'agit d'une opération relativement simple, nous

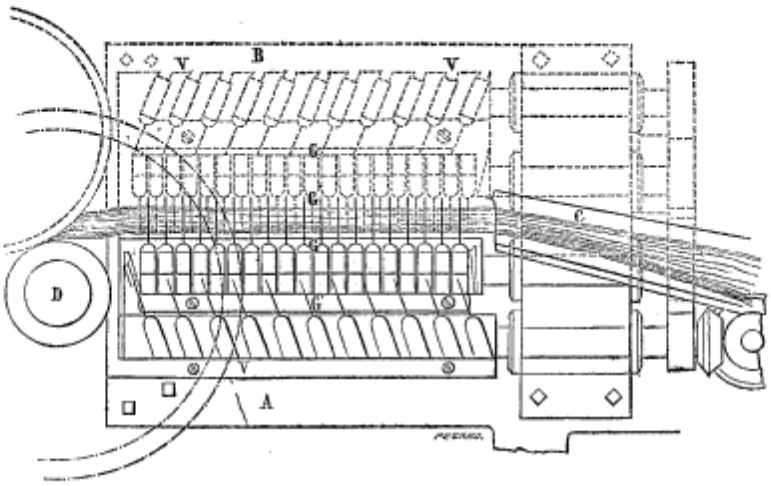


Fig. 7.

omettons d'en faire mention. Nous nous bornons par conséquent à exposer la seconde modification représentée par une coupe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verticale, figure 7. Le caractère particulier de cette modification consiste à faire cheminer les fibres de la nappe ou du ruban à étirer, entre deux rangées de gills G, G : l'une dirigée de bas en haut comme à l'ordinaire, et l'autre de haut en bas entre les premiers, comme le démontre la figure. La filasse C, livrée par une toile sans fin comme dans tous les étirages, est donc soumise à une double action. La division des fibres doit avoir lieu plus complétement et leur parallélisme être mieux maintenu. Nous ne pouvons raisonner de cette machine que théoriquement et *à priori*, attendu qu'elle ne fonctionne pas à l'Exposition, et qu'elle n'est encore employée nulle part. Si nous la mentionnons, c'est que nous la croyons établie d'après des principes rationnels et susceptible de rendre des services à une spécialité qui, quoi qu'on en dise, est presque restée stationnaire depuis un quart de siècle, malgré les modifications profondes dont elle est susceptible surtout dans les préparations premières, ainsi que nous l'avons fait entendre il y a un instant.

INDUSTRIE DES LAINES.

Les machines de deux des trois grandes spécialités qui travaillent la laine, font presque complétement défaut à l'Exposition. La filature de la laine cardée est seule représentée assez complétement par la France, l'Angleterre et la Belgique. Les nombreux et remarquables moyens, dont la transformation de la laine mérinos est en possession, surtout en France, manquent complétement, de même que ceux de la filature de la laine longue, dont l'Angleterre et le nord de la France sont les siéges principaux.

Quant aux progrès dans l'outillage de la laine cardée, ils sont très-accessoires ; ils se bornent à des moyens déjà connus et exposés lors de la dernière Exposition, et qui se sont fait généralement adopter depuis lors, tels que l'emploi, par exemple, des machines à *égratroner* ou à échardonner, toutes spéciales au travail de certaines laines de l'Amérique du Sud chargées de petits boutons adhérents aux brins, et, entre autres, dans l'adoption presque partout de l'appareil Apperly, dans le but d'obtenir une alimentation plus régulière aux cardes et un fil plus homogène, dans certains détails d'exécution, et dans les tentatives d'appliquer également le self-acting à cette matière,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont les caractères et les résultats diffèrent essentiellement des autres substances textiles, et dont les transformations ne peuvent par conséquent avoir lieu dans des conditions identiques.

La seule nouveauté remarquable, exposée dans le travail de la laine cardée, prouve d'ailleurs ce fait. Nous voulons parler de l'invention de M. Vouillon pour produire des fils cardés sans métier à filer, et en substituant à celui-ci l'action d'un frottement au moyen d'une espèce de rota-frotteur, qui établit l'adhérence des fibres par un faible feutrage. La différence de vitesse entre l'organe alimentaire et le dévidoir qui reçoit les fils faits, produit l'étirage, pendant que le roulement du fil entre les organes établit sa rondeur et sa régularité; il en résulte un produit au moins aussi solide et bien plus régulier que le fil cardé ordinaire. Voici donc, pour cette spécialité du moins, un simple *frotteur* mécanique, en concurrence avec le métier self-acting, et une action des plus élémentaires substituée à une quantité innombrables de mécanismes; pour faire quoi? pour constituer un fil à peine ébauché, auquel la ténacité réelle vient du foulage après son entrelacement au tissage. Il paraissait donc naturel, à ceux qui connaissaient les caractères de la laine vrillée, d'utiliser la propriété feutrante à sa transformation en fil. Les constructeurs de machines, et les constructeurs par excellence des métiers mule-jenny, self-acting, cherchent au contraire à introduire le système jusque dans le travail de la laine cardée; cela n'est pas moins naturel. L'Exposition de 1862 se fait par conséquent remarquer par deux tendances diamétralement opposées dans les transformations de la laine cardée. L'une aurait pour résultat de rendre l'outillage de cette filature, qui s'est toujours distingué par son peu de complication, aussi savamment complexe que celui de la filature la plus self-acting; l'autre, au contraire, cherche à substituer au métier à filer le plus simple un appareil plus simple encore, pour arriver à des produits doués de propriétés spéciales et de qualités que ne peuvent présenter au même degré les fils tordus. Un avenir prochain démontrera, sans doute, laquelle de ces deux voies conduit le plus sûrement au progrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES DES INDUSTRIES DE LA SOIE.

Cette section de la septième classe est peut-être plus dépourvue encore à l'Exposition que celle relative aux laines. C'est à peine si l'on y voit figurer un tour à filer d'une composition surannée, parmi les machines italiennes, et un métier à tirer et à tordre simultanément les brins des cocons qui a déjà figuré à l'Exposition de 1855 ; quelques machines à dévider et à mouliner du système anglais, toutes connues depuis longtemps.

La nouveauté la plus saillante de cette partie de l'Exposition consiste dans un petit appareil à peine en évidence et compris dans les machines anglaises, quoique d'invention américaine. Nous voulons parler d'un mécanisme qui ne serait pas déplacé parmi les instruments de précision. Il a principalement pour objet de jauger chacune des parties d'un fil, quelle qu'en soit la longueur, et d'opérer la séparation dans des limites désirables des parties de finesses différentes. Cet appareil est composé d'une série de galets, ou équivalents, appliqués et disposés de manière à former un certain nombre de simples filières par lesquelles le fil à jauger est conduit, et son épaisseur mesurée en même temps à divers points contigus, dont l'ensemble donne un jaugeage multiplié qui conduit facilement à la découverte des plus minimes différences de finesses.

L'invention consiste encore dans un mouvement débrayeur dans le but d'arrêter le mouvement de la bobine qui reçoit le fil, quand il se présente une variation de grosseur dépassant certaines limites; de sorte que par l'emploi de deux bobines ou plus, destinées chacune à une finesse déterminée, et par le transport du fil de l'une à l'autre à chaque arrêt, on obtient l'assortiment d'autant de finesses différentes que l'on peut désirer.

L'efficacité de l'appareil sera d'autant plus sûre qu'il agira sur des fils plus nets et par conséquent purgés au préalable des impuretés et des nœuds dont il pourrait être chargé, surtout si l'on opère sur des soies exotiques en vue desquelles ce système a été spécialement imaginé, quoiqu'il puisse être appliqué au triage et à la vérification des fils de toutes espèces de matières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 8 est une coupe verticale de cet appareil suffisante pour faire saisir le principe ingénieux sur lequel il repose.

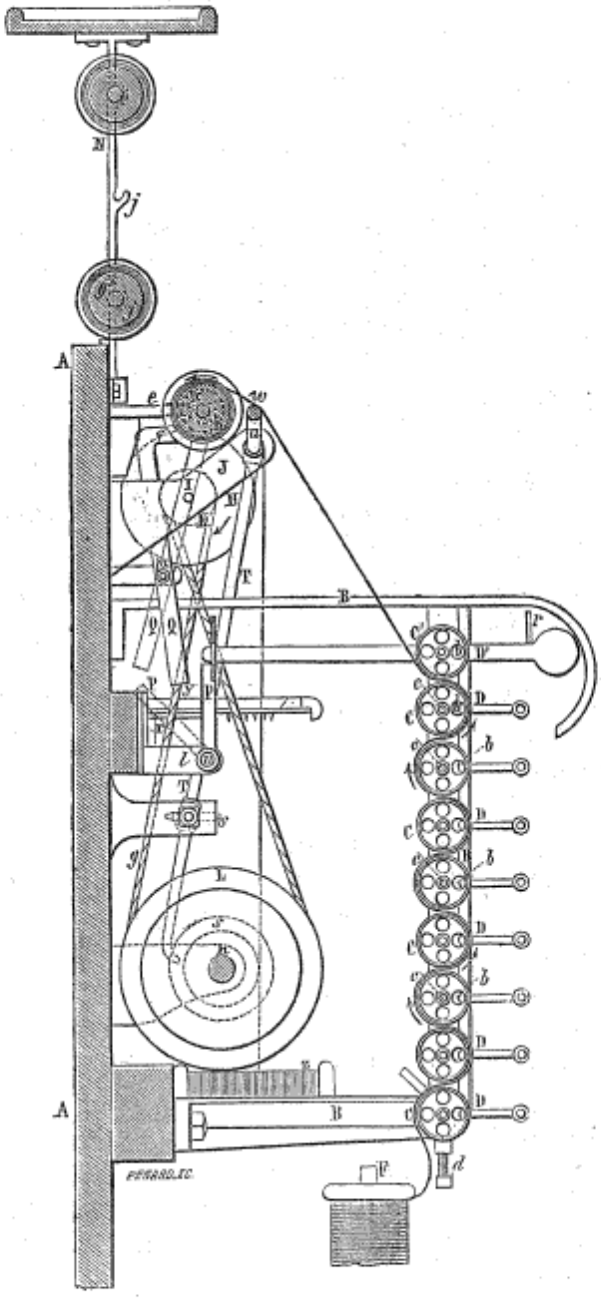


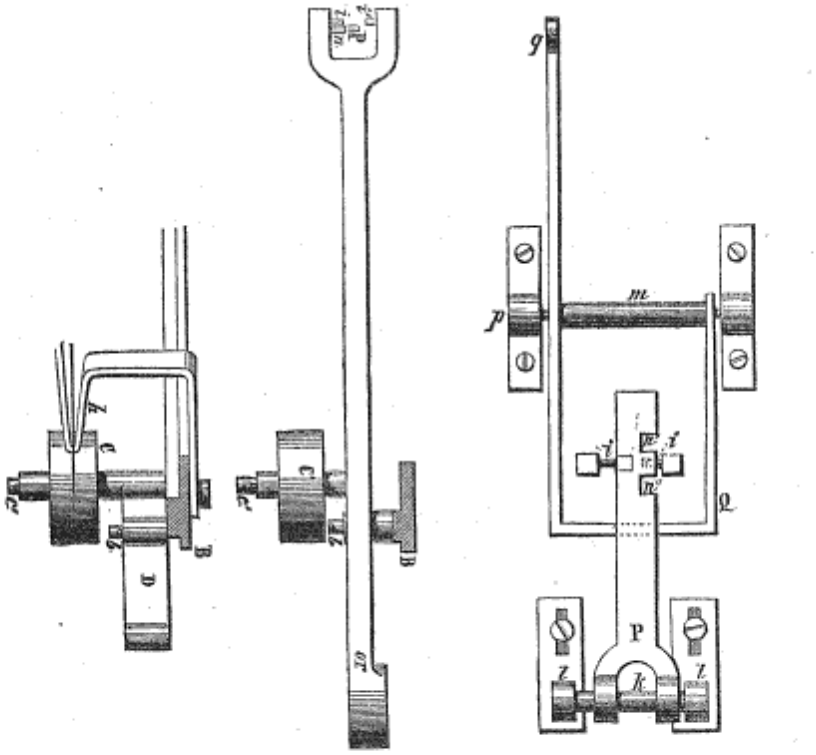
Fig. 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 9, 10 et 11 représentent certaines pièces en détail sur une échelle plus grande; les mêmes lettres désignent les mêmes parties dans les trois figures.

A est le châssis principal de la machine servant de point d'appui aux diverses pièces.

B, un autre châssis relié au premier et portant l'ensemble de l'appareil jaugeur.



Figures 9, 10 et 11.

C C C C′ sont les galets jaugeurs disposés les uns au-dessus des autres et ayant leurs axes horizontaux pareils dans un même plan vertical. Ces galets, dont le nombre peut varier, ont une périphérie très-unie et parfaitement cylindrique. Tous, à l'exception du galet supérieur C′, sont attachés séparément à un levier appartenant à une série de leviers D D D fonctionnant dans une direction verticale. Ces leviers sont disposés sur des points d'appui *b b b* fixés l'un au-dessus de l'autre dans le cadre B. Les axes du centre *c c c*, sur lesquels sont arrangés lesdits galets de façon à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvoir tourner, ressortent horizontalement en saillie sur les côtés des leviers, chacun à l'une de leurs extrémités. Ces leviers sont construits ou chargés de manière à ce que les galets soient pour ainsi dire équilibrés à volonté par le poids des bras opposés à ceux auxquels ils sont attachés. Le galet supérieur C′ est disposé de façon à tourner sur un axe *e′*, fixé dans un levier D′, disposé lui-même de manière à pouvoir se mouvoir sur un point d'appui fixe *b′*, scellé dans le montant.

Ce levier D′ est sensiblement plus long que les leviers D D D. Il est également construit et disposé de telle sorte, que le poids du bras le plus long, auquel est attaché le galet C′, est en grande partie contre-balancé par le poids de l'autre bras. Sous le bras du levier le plus bas D, auquel est attaché le galet du fond C, est disposée une vis droite *d* traversant et se vissant dans une saillie d'un des côtés du châssis B, et prêtant audit levier un appui pour lui faire supporter autant du poids de toute la série des rouleaux qu'il le faut pour qu'il ne soit pas contre-balancé par les bras opposés des leviers. Cette vis permet d'élever, d'abaisser et de régler le système des galets, comme on le verra plus loin. Le fil à parer est dirigé de la bobine F dans un guide *h*, entre le galet *c* du fond et celui qui se trouve immédiatement au-dessus. Il continue ensuite à passer de la même manière, en embrassant alternativement les demi-circonférences antérieures et postérieures des galets, depuis le premier le plus bas jusqu'au dernier C′.

C'est dans la partie supérieure du bâti que sont placés les récepteurs ou bobines du fil. Elles sont représentées en B B′ et N, correspondant à trois grosseurs de fils différentes. Ces bobines sont commandées par un galet de friction, comme les tavelles ou autres machines légères de ce genre. Il en est de même du guide *w*, qui dirige le fil paré sur la bobine, dont le mouvement de va-et-vient distributeur n'offre rien de particulier.

Les choses étant disposées conformément à l'indication de la figure, la machine étant mise en mouvement, le fil opère son trajet dans la direction indiquée par les flèches, et comme il y a 11 galets, c'est comme s'il passait entre 10 filières dont la sensibilité est en raison du nombre d'éléments. En effet, en passant entre le galet le plus bas, supporté par l'écrou *d*, et le galet immédiatement au-dessus, le fil soulève ce dernier et tous les galets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus à une distance égale à l'épaisseur de la partie du fil qui passe entre les deux ; et dans le passage entre le deuxième et le troisième galet, tous ceux au-dessus sont soulevés de deux épaisseurs ; et enfin entre les derniers, ou entre le dixième et le onzième, le soulèvement du galet supérieur sera la somme de dix épaisseurs, le système étant combiné pour que les actions successives du jaugeage s'ajoutent. Il est, de plus, multiplié par le mouvement des axes $i\ i'$ à l'extrémité du long bras ou index du levier D, et en raison du rapport entre les deux bras du levier $i\ i'\ b'$ et $b'\ c'$ dont la disposition est indiquée dans une projection horizontale (*fig.* 10). Le degré d'élévation de ces axes indique la moyenne de la portion de fil passant par les divers galets. S'il arrive une variation dans l'épaisseur du fil, elle se décèle par l'élévation ou l'abaissement du levier D′ avec lesdits axes.

Les axes $i\ i'$, disposés vis-à-vis l'un de l'autre dans une fourchette à l'extrémité du levier D′, constituent une portion du mouvement d'arrêt des bobines G G′ G^2. Lorsque le fil et la bobine sont arrêtés, on enlève cette dernière pour lui en substituer une autre. Supposons que les trois bobines G G′ G^2 correspondent à trois grosseurs 1, 2 et 3, et le fil 1 le plus fin, 2 le moyen et 3 le plus gros. Soit 1 en marche : si l'épaisseur 2 augmente ou diminue, l'appareil s'arrête par la direction des leviers ; l'ouvrière s'aperçoit si le fil devient plus fin ou plus gros ; elle change alors la bobine en activité contre la bobine 1 ou 3. Disons de suite que la machine peut être réglée de façon à débrayer spontanément pour un plus grand nombre de cas ; il suffit, à cet effet, de modifier un peu la disposition du débrayage qui s'effectue par la relation entre les axes i et i', avec des crans correspondant à un levier et un cadre agissant sur le levier à fourche q de la figure 11 pour faire cesser le contact de la bobine G′ avec le galet H, fig. 8. Cette action se réalise, soit pour deux changements de grosseurs, par la communication des broches $i\ i'$ avec trois crans ; on pourrait en combiner quatre ou un plus grand nombre pour autant de finesses différentes.

Avant de décrire les détails de ces débrayages, disons que l'originalité de l'appareil consiste essentiellement dans l'idée de ces galets superposés en équilibre, jouant le rôle d'une série de filières infiniment petites, d'une sensibilité infinie, pouvant au besoin opérer sur les plus grandes finesses. Et pour empêcher la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rupture du fil lorsqu'il est trop fin, on visse un bouton d'arrêt dans la partie supérieure du bras du levier D′ opposé à celui qui porte les axes *i i′* du mouvement d'arrêt, et disposé de telle façon que, quand le fil touche à l'extrême limite de finesse, le bouton vienne se mettre en contact avec la tête du châssis B, empêcher la descente du bras le plus lourd du levier, et libérer le fil de la pression du galet C′.

Outre les variations dans la grosseur des différentes parties d'une même bobine, il peut se présenter une variation assez considérable dans la grosseur moyenne des bobines; il faut alors ajuster l'appareil jaugeur au mouvement d'arrêt au moyen de la vis de pression *d* placée à la partie inférieure. Suivant que l'on agit sur la vis dans un sens ou dans l'autre, on soulève ou l'on abaisse le premier galet C. Dans le premier cas, qui convient à un fil fin, on soulève tous les galets au-dessus; dans le second, opéré en vue d'un fil gros, on augmente de la quantité voulue l'espace entre le galet et celui qui lui est superposé.

Système de débrayage.

Les dispositions aussi délicates que précises et sûres pour arrêter spontanément et presque instantanément la bobine lorsque la grosseur du fil varie, méritent d'être décrites surtout à cause des applications variées qui peuvent en être faites à d'autres appareils analogues. Pour comprendre les détails de ce mécanisme, il est nécessaire de consulter simultanément les figures 8, 9, 10 et 11, les trois dernières donnant certaines parties sur une échelle plus grande.

L'un des éléments principaux du mécanisme de débrayage consiste (*fig.* 11) dans le levier à crans P, et un châssis à mouvement de bascule Q. Le levier P est attaché par son extrémité inférieure à un arbre fixe *k*, tenu dans des paliers *l l*, fixés au châssis principal A, et ce levier est disposé de manière à se mouvoir à quelque distance de l'arbre *k*, et d'osciller autour de ce point. L'extrémité opposée du levier est amincie et porte deux crans *n* et *n* sur un côté, et sur l'autre côté un troisième cran, vis à vis l'espace qui existe entre les deux premiers. Le châssis Q est attaché à un petit arbre à bascule *m*, tournant dans deux paliers *p p*, fixés à l'arbre principal; l'un de ces côtés s'étend au-dessus de l'arbre à bascule et a sa partie supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recourbée en q (*fig.* 8), de telle sorte que par un mouvement en avant il puisse remplir l'office d'une came sous la bobine en action, dont les tourillons portent dans les paliers $e\,e$, de manière à faire cesser le contact entre cette bobine et le disque H.

Pendant que l'opération du parage s'effectue et que la prise du fil a lieu, le levier P se trouve compris dans la bifurcation du levier D′ (*fig.* 8), et repose par l'effet de son poids contre un des axes $i\,i$ du levier D′ (*fig.* 10). Si le fil passant par les galets jaugeurs est de grosseur moyenne, on place le levier P sur la droite de la bifurcation du levier D′ hors de la voie de l'axe i', et entre les crans $n'\,n^2$ (*fig.* 10 et 11) posant contre l'axe i. Tant que la grosseur du fil en dévidage ne s'écarte pas de la moyenne, l'axe i ni ne s'élève au-dessus ni ne s'abaisse au-dessous de cette partie du levier ; mais si la grosseur vient à augmenter, l'axe i s'élève au-dessus du bord inférieur du trou n' du levier P; si, au contraire, cette même grosseur diminue, l'axe i descend au-dessous du bord supérieur du cran n^2 dudit levier, et dans l'un et l'autre cas, la partie supérieure de ce dernier reste sans support. Son poids le fait alors abaisser contre la partie inférieure du châssis, suivant l'indication ponctuée (*fig.* 8), faisant passer en avant le bras recourbé supérieur q contre le fond de la bobine b, pour la libérer du disque de commande H. L'ouvrière coupe alors le fil, retire la bobine, et la remplace par une autre destinée à une grosseur différente de celle en travail.

Quoique cet appareil ait été spécialement imaginé pour le triage des soies et surtout des soies exotiques inférieures, nous pensons qu'il pourrait être utilement appliqué à la vérification de la régularité d'un fil quelconque, et rendre des services dans la fabrication et l'usage des fils d'autres substances ; son usage pourrait servir à contrôler la régularité des titres sur tous les points de leur longueur, ce qui est impossible par les moyens de vérification en usage.

NOUVELLE MACHINE A BOBINER ET A LUSTRER AUTOMATIQUEMENT LES FILS A COUDRE.

Le dévidage ou transport d'un fil en écheveau ou en bobine sur une autre bobine est un travail des plus simples en apparence. Cependant le problème se complique si l'on considère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le fil dans son envidage doit rester constamment soumis à une tension uniforme, qu'il doit se disposer en circonférences successives avec une régularité mathématique, que l'ensemble des couches superposées, au lieu de former un cylindre régulier d'égale grosseur sur toute sa hauteur, doit se constituer d'un fût cylindrique, avec des rebords en talus qui simulent assez bien une embase et un chapiteau, que la quantité ou la longueur de fût d'une même bobine doit rester constante et être fixée sur la bobine au commencement de l'opération et arrêtée à la fin par une entaille faite au petit récepteur, que le fil soit lustré en s'enroulant; enfin que cette opération accessoire du dévidage est une charge dont il faut diminuer autant que possible la dépense et les frais. Cette dernière condition, ajoutée à celle de la nécessité de la régularité de la forme, a fait imaginer depuis longtemps déjà des machines à tourner les bobines. La nature de celles-ci peut varier; on en fait parfois en métal, en os, en ivoire; mais elles sont le plus généralement en bois. Les tours automatiques destinés à ces bobines mériteraient une description spéciale si elle ne nous éloignait du sujet qui nous occupe. Pour donner une idée de leur utilité, il suffit de dire que l'une de ces machines, surveillée dans sa marche par un enfant, peut tourner 70 à 80 grosses de bobines par jour.

La machine à bobiner, exposée par MM. Sharp Steward et Cᵉ, de Manchester, est de l'invention de M. William Weild, auquel l'industrie doit des progrès remarquables; la manière extrêmement ingénieuse dont il a résolu l'opération du dévidage automatique complet prouve à elle seule les connaissances spéciales et l'originalité de l'auteur. Aux conditions à remplir énoncées ci-dessus il a ajouté celle du transport et du placement automatique de la bobine. La machine la prend en effet dans une auge où elle est disposée, la met en place sur son axe, et commence l'enroulement en spirales superposées du fil, tout en le frottant, jusqu'à ce que la longueur totale des spires représente la longueur déterminée à l'avance, 180 mètres par exemple. La machine pratique alors spontanément une entaille pour y engager l'extrémité du fil; puis la bobine, après s'être dégagée, va se placer dans la position qui lui est réservée en descendant le long d'un petit plan incliné. Une seule machine peut former simultanément un plus ou moins grand nombre de bobines; celle de l'Exposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en avait six. La perfection du résultat ne laisse rien à désirer. La construction de cette machine et d'autres de ce genre, pour les besoins du tissage, prouvent combien l'industrie anglaise est familiarisée avec ces sortes d'appareils et attache d'importance à la réalisation de problèmes auxquels nous n'accordons qu'une médiocre attention.

Le Conservatoire des arts et métiers s'est empressé d'acheter pour ses galeries un magnifique modèle, sur une échelle réduite, et qui fonctionne néanmoins avec la précision de la machine qui a été tant admirée à l'Exposition. L'examen et l'étude de ce modèle fera mieux saisir l'intérêt qu'il présente que ne pourrait le faire la description longue et compliquée qu'il exigerait ici. Nous dirons seulement, pour faire apprécier le degré d'avantage de cette machine, qu'avec ses six bobines elle peut en faire de 18 à 20 grosses par jour de dix heures de travail effectif. Elle peut être soignée par une ouvrière quelconque, et réalise en moyenne le travail de 5 à 6 dévideuses habiles, travaillant à la main. Il a été calculé dans un compte rendu anglais, concernant les services de cette petite machine, qu'elle pouvait faire économiser annuellement une somme de près de 100,000 livres ou 2 millions et demi de notre monnaie, c'est-à-dire les cinq sixièmes de la main-d'œuvre de trois mille personnes employées jusqu'ici au dévidage des petites bobines.

TISSAGE.

Les machines qui concourent au tissage peuvent se diviser en machines à préparer les fils et en métiers à tisser. Elles diffèrent suivant le genre de tissage, selon qu'il est uni ou façonné, lisse ou à poil, à entrelacements rectangulaires, à fils tendus et serrés, ou curvilignes à jour, à mailles fixes polygonales, ou enfin à un fil libre rebouclé produisant des réseaux élastiques. Les moyens indépendants de la nature des fils varient avec les caractères des entrelacements que nous venons d'indiquer sommairement : de là les métiers à tisser ordinaires les étoffes unies, façonnées, les gazes, les velours, les tulles, les dentelles, les crochets et les tricots.

Dans les métiers à tisser les unies, et surtout dans l'exécution des machines préparatoires, l'industrie anglaise paraît occuper

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le premier rang. Il nous semble que nous sommes au contraire sensiblement plus en progrès dans la construction et le montage du métier Jacquard, à faire les façonnés à la main, tandis que les Anglais sont plus familiarisés avec l'application du Jacquard complétement automatique. Aucun métier à tulle n'étant exposé, nous n'avons pas à en parler; quant aux métiers à tricots, qui peuvent à leur tour se subdiviser en métiers à tricots droits et à tricots circulaires, nous sommes plus avancés en France dans la construction de ces derniers. Quant aux premiers, nous commençons à peine à employer les métiers à faire un plus ou moins grand nombre de bas simultanément; nos concurrents nous ont devancés dans cette direction.

Les constructeurs et les industriels anglais ont compris depuis longtemps toute l'importance des machines préparatoires; aussi se sont-ils ingéniés à les perfectionner autant que possible : c'est surtout dans cette direction que l'exposition des machines anglaises brille. Machines à dévider, à ourdir, à encoller, à faire les lisses, les peignes, les cannettes, figurent de toutes parts, et chacune d'elles est remarquable par quelques perfectionnements de détail ou quelque ingénieuse modification ou addition. Les dévidoirs, souvent trop rustiques chez nous, ont tous des combinaisons plus ou moins rationnelles pour que le fil, dans son transport de l'écheveau à la bobine, ou d'une bobine à une autre, ait lieu sous une tension constante, malgré la variation de volume des récepteurs : une foule de dispositions ingénieuses sont imaginées à cet effet. Les ourdissoirs sont disposés de façon à ce que, malgré le nombre considérable de fils et la rapidité de leur marche, on puisse les surveiller, arrêter, et retrouver instantanément celui qui vient à manquer par une cause quelconque. Les machines à encoller, substituées presque partout aux anciennes machines à parer, ont permis de diminuer le matériel si compliqué de ce chef des cinq sixièmes, en produisant cinq à six fois plus, et au moins aussi bien que par le passé lorsque les encolleuses sont bien gouvernées et la colle bien faite.

Enfin les appareils automatiques à faire des cannettes serrées, se produisent sous des formes différentes et se sont introduites dans presque toutes les industries. Il nous serait impossible d'entrer dans la description de la plupart de ces appareils, dans un article du genre de celui-ci; nous y renonçons sans grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

regret, attendu que la plupart de ces machines ne sont pas précisément remarquables par leur nouveauté, mais par la généralité de leur application en Angleterre. Afin de démontrer jusqu'à quel point les industriels de ce pays recherchent la précision dans l'outillage en apparence le plus simple, nous donnons (*fig.* 12) la coupe d'un dévidoir établi de façon à ce que la tension des fils se rendant des écheveaux sur les bobines reste constante, et fournissent des couches de fils également tendues et serrées sur toute leur grosseur, malgré la variation des diamètres de cette bobine à chacune des révolutions du récepteur du fil.

La machine est symétrique; elle reçoit deux rangées de bobines, l'une à chaque côté du bâti, placées à égale distance l'une de l'autre. Ces bobines H ont une position verticale, comme dans la plupart des machines de ce genre; l'axe ou broche de la bobine tourne en contact d'une espèce de palette ou frein Y fixé à l'extrémité supérieure d'un bras courbe élastique, agissant comme un ressort. La communication du mouvement de rotation est imprimée aux bobines par un disque circulaire horizontal L, placé à la partie inférieure de chacune d'elles, et reposant sur un autre disque vertical M; l'ensemble de ces derniers reçoit l'action simultanée par un arbre horizontal mû par les roues S et T, dont la dernière est fixée sur l'arbre moteur U. Chacun des disques frottants est garni de cuir ou d'une autre substance convenable pour adoucir le contact.

Il résulte de cette disposition, que la vitesse de chacune des broches ou bobines dépend du rapport entre le diamètre du plateau déterminé par son contact avec le disque M. Plus le rayon de contact entre les deux disques tournant sera rapproché de l'axe de la broche, et plus la vitesse de celle-ci sera grande, toutes choses égales d'ailleurs. Cette vitesse diminuera nécessairement dans le cas contraire, c'est-à-dire à mesure que le contact entre L et M s'éloignera du centre de la bobine. Or, c'est cette variation ou diminution progressive de la vitesse en raison de l'augmentation de la grosseur de la bobine, qui est réalisée spontanément et automatiquement de la manière suivante :

Le pied du bras courbe O (*fig.* 13), dont la palette guide-fil supérieure reste constamment appuyée tangentiellement contre la bobine, peut glisser dans une coulisse pratiquée dans le chariot B, de façon à ce que la plus légère pression lui fasse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prendre un mouvement latéral, il s'ensuit qu'à chaque superposition de couche nouvelle le bras courbe, la bobine et le disque L se déplacent d'une quantité égale à l'épaisseur de cette couche, et le diamètre suivant lequel le contact a lieu entre L et

Fig. 12.

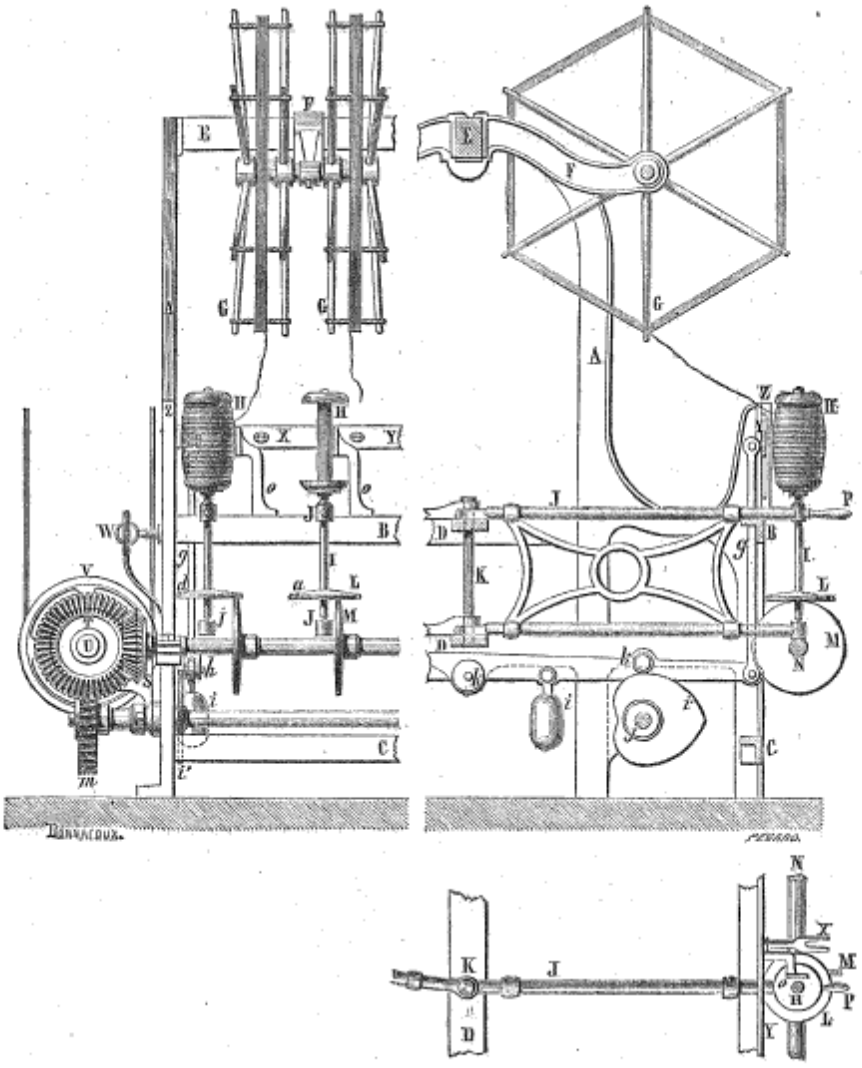


Fig. 13.

M, et par suite leur vitesse relative change dans la même proportion. La figure 12 démontre la situation relative des disques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au commencement, au milieu et à la fin de l'envidage; la position *a* et H des disques correspond à l'action au commencement du travail, *c* démontre la bobine à moitié pleine, et *d* l'indique au moment de son achèvement. Afin que les déplacements des bobines et commandes puissent s'opérer latéralement, conformément à la description qui précède, ces bobines et leurs disques sont placés sur une traverse à l'extrémité d'une barre J, qui peut se déplacer autour d'une articulation K, qui a son point d'appui sur une traverse ou pièce D, représentée en section horizontale (*fig.* 13). La disposition est symétrique de chaque côté du levier K, chacune des tiges J correspondant à l'une des rangées de bobines. Lorsqu'elles sont terminées, que les broches sont arrivées à leur point le plus éloigné de la transmission de mouvement correspondant *a'* M, et qu'il s'agit de remplacer une bobine pleine par une vide, on ramène les bras de levier J à leur position initiale au moyen des poignées P.

Les autres dispositions de ce système de dévidoir ont une grande analogie avec celles de la plupart des appareils de ce genre. Les fils des tavelles ou écheveaux G se rendent par un guide à mouvement de va-et-vient et un œil X entre la bobine et la palette du bras courbe Y. Les couches, sur la hauteur des bobines, sont formées par un mouvement alternatif dans le sens vertical, imprimé par l'action d'un excentrique *i* agissant sur un galet communiquant à une bascule qui donne l'impulsion au chariot des bobines. L'assemblage de celles-ci avec les broches et le chariot est généralement fait avec soin dans les dévidoirs anglais. Tantôt l'embase de la bobine est assemblée directement au moyen de chevilles avec le rebord sur lequel elle vient reposer, et la partie supérieure est maintenue par un écrou qui se serre sur l'extrémité de la broche filtée qui dépasse le rebord supérieur de la bobine; tantôt la broche se termine par le haut en deux branches élastiques, formant pincette. L'action de ces branches contre les parois extérieurs de l'axe suffit pour assembler convenablement la broche et la bobine. Parfois aussi on établit une rondelle de cuir ou de drap entre les deux rebords inférieurs, dans le but d'adoucir le frottement, et on se contente d'enfiler des rondelles plus ou moins pesantes sur l'extrémité de la broche qui dépasse le rebord supérieur de la bobine. Aucun détail n'est négligé, on le voit, pour assurer la précision des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvements, et pour les rendre aussi réguliers et aussi légers que possible.

Les machines à parer et encoller n'ont rien de particulier qui n'ait été remarqué aux Expositions précédentes ; nous pouvons, par conséquent, les passer sous silence.

MÉTIER A TISSER LES ÉTOFFES UNIES.

Les organes essentiels de tous les métiers à tisser exposés n'offrent absolument rien de particulier. Les ensouples, les lisses, les battants et les navettes qui les constituent, n'ont été modifiés en rien. Les différents modes d'action pour les mettre en mouvement continuent à se diviser en deux ou trois systèmes. dans les transmissions par l'arbre coudé à bielles et manivelles, pour opérer sur les organes principaux, ou dans celles par des lames et des excentriques, ou par une combinaison de deux modes. Les changements ne portent que sur la modification de ces commandes, toujours étudiée en vue d'une augmentation de vitesse possible. On cherche par conséquent, d'une part, à augmenter la résistance des parties qui sont le plus exposées à la fatigue, et l'on combine la position et le relations des organes de transmission et de la transformation des mouvements, de façon à pouvoir leur imprimer un maximum de vitesse.

MÉTIER TAYLOR, A GRANDE VITESSE.

Le métier Taylor (*fig.* 14), dont la vitesse peut aller jusqu'à 360 tours et au delà, est une preuve à l'appui de ce fait. Ce métier, qui ne présente rien de particulier à première vue, ne se fait remarquer que par les rapports de longueur et de course des bielles.

La figure 14, qui donne une coupe verticale du métier, ne fait qu'indiquer les organes principaux, l'ensouple de chaine E, la poitrinière H, les lisses *f f*, le baltant *c b'* et l'ensouple de l'étoffe S. Dans les transmissions du mouvement l'on s'est borné à l'indication de celles du battant, à savoir, la manivelle *a a'*, l'une des bielles *h*, l'autre est placée symétriquement ; elles sont reliées toutes deux au battant par le levier *d* et maintenues par des tiges verticales *e*. La particularité de la combinaison réside dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raccourcissement des bielles *h*. Au lieu de relier la manivelle au battant comme à l'ordinaire, il y a une articulation; il s'ensuit que, sans changer la distance entre la manivelle et le battant, ni la course de ce dernier, il peut néanmoins l'exécuter plus rapidement, attendu que la course entière du battant qui se divise en deux temps: 1° pour s'approcher et serrer la duite, 2° pour s'en

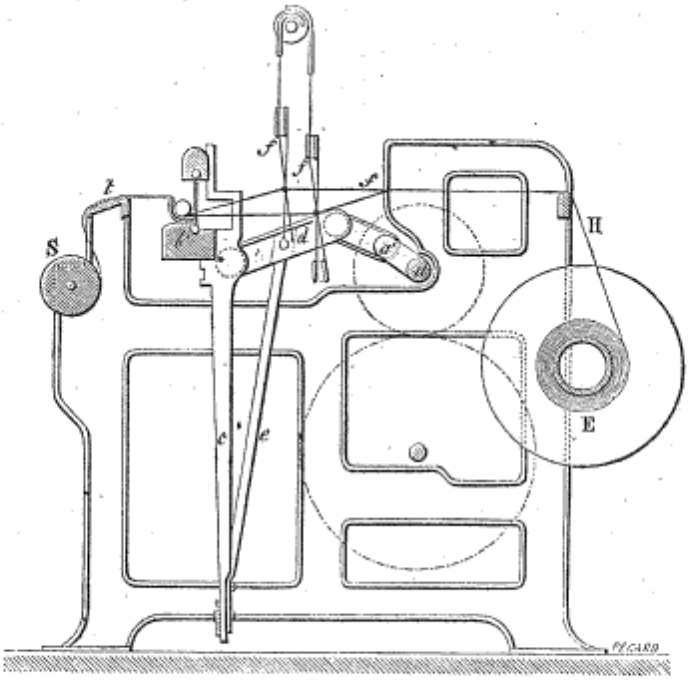


Fig. 14.

éloigner et laisser aux autres mouvements le temps de se faire, n'est plus divisée en deux périodes égales; la première est moindre que la seconde, la durée de celle-ci étant plus grande, l'on peut, dans un temps total donné, multiplier le nombre de l'autre. Ce métier produit l'effet désigné sous le nom de travail à *pas ouvert*, dans le tissage à la main, et paraît plus particulièrement propre aux articles dans lesquels on cherche à loger un maximum de trame dans l'unité de mesure, à ceux où il y a une grande quantité d'*embuvage* de la chaîne, et où l'on recherche plutôt une grande flexibilité, une certaine mollesse et un grain plat et effacé, que pour ceux dont le caractère doit offrir une raideur et un aspect carteux marqués. Le grand avantage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

apparent de ce métier est sa vitesse ; la transmission dont nous venons de donner une idée permet en effet de donner plus de temps au passage de la trame, tout en multipliant le nombre de coups de battant à la minute. Malheureusement les chocs réitérés du battant ont lieu en raison de l'accélération de vitesse, et il est à craindre que le nombre de ruptures et de temps perdu pour le rattachage des fils n'augmente, en raison même de l'augmentation du nombre de coups de battant. On a cherché depuis longtemps à obvier à cet inconvénient des ruptures fréquentes par diverses dispositions, et, entre autres, en équilibrant l'action de la chasse. Le tome XV, page 252 de la *Collection des brevets d'invention*, publiée par l'Administration, conformément à la loi de 1844, renferme la description d'un métier de ce genre et d'un métier à faire les tapis moquettes, dits *tapis d'Axminster*, qui a une grande analogie avec le métier de Smith, de New-York, exposé cette année et fort remarqué au palais de Kensington. Le brevet français, auquel nous faisons allusion, remonte à 1849. Il a été pris après trois années d'étude et d'expérimentation. Bien des inventions faites depuis, dans la même direction, y compris le métier américain, paraissent être des dérivées, pour ne pas dire des études complètes et des tracés détaillés et pratiques du brevet français de 1849.

MÉTIER AUTOMATIQUES A BOITES MULTIPLES.

Les métiers à tisser des étoffes à carreaux, de couleurs différentes, ou des rayures transversales nuancées, qui commençaient à se montrer à l'Exposition de 1855, et qui étaient à peine connus en 1851, fonctionnaient en grand nombre à celle de cette année. Quelques-uns étaient à boîtes cylindriques, tournant autour des deux tourillons d'un axe central. La circonférence de ce cylindre présente des cavités ou boîtes plus ou moins nombreuses, dont chacune reçoit une canette de fil d'une couleur différente. Elles se présentent successivement dans un ordre déterminé à chaque mouvement du cylindre, pour être chassées comme à l'ordinaire, lorsqu'elles se présentent à l'ouverture de l'angle de la chaîne. Le plus grand nombre de ces boîtes, au lieu d'avoir la forme cylindrique, ont, par leur disposition et leur jeu, une grande analogie avec un système de tiroir. Doués

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un mouvement de va-et-vient vertical, chacun de ces tiroirs est garni d'une canette d'une couleur différente; une chaîne sans fin à chevilles, dans le genre de celle des métiers dits *ratières*, commande des leviers qui agissent sur la boîte pour lui donner l'amplitude et le sens du mouvement voulu, pour présenter le compartiment ou tiroir désigné à l'action du fouet et du chasse-navette.

Le reste du mécanisme du métier n'offre rien de particulier, il est plus ou moins compliqué en raison du nombre des lisses, et par conséquent des effets que le tissage doit rendre. Pour obtenir une simple toile ou taffetas, deux lisses suffisent. Il en faut trois pour un sergé, quatre pour un croisé, et cinq au moins pour un satin, etc. Mais cette complication apparente est, comme on le voit, indépendante du système du métier à boîtes multiples. Nous en faisons la remarque, parce que nous avons été témoin de critiques sur la complication de l'un de ces métiers auxquels on en préférait un autre que l'on croyait plus simple, et entre lesquels il n'y avait de différence que celle que nous venons de signaler, et qui n'existait que dans le genre d'étoffe qu'on leur faisait exécuter.

MÉTIERS A FAIRE LES FAÇONNÉS EN GÉNÉRAL.

Trois points principaux paraissent caractériser les progrès du tissage façonné : 1° le développement de l'emploi des jacquard automatiques ; 2° la substitution du papier au carton ; 3° les modifications dans le montage du métier pour étendre d'une part les effets du mécanisme Jacquard, et pour économiser le nombre des éléments de l'autre, c'est-à-dire pour arriver à produire un effet ou un dessin déterminé avec le moins possible de crochets et de cartons ou de papier, lorsque celui-ci remplace celui-là.

Rien de particulier ne frappe dans les métiers Jacquard, mus par la vapeur à l'Exposition. La plupart des transmissions de mouvement sont connues et décrites depuis longtemps. Elles peuvent varier un peu, mais les modifications sont de celles que l'on rencontre fréquemment dans les machines en général ; tantôt le mouvement est imprimé par une lame agissant sur un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier, tantôt c'est la manivelle et la bielle qui réalisent le mouvement de va-et-vient alternatif, imprimé au mécanisme.

La bonne marche des métiers de ce genre dépend d'abord de la résistance et surtout de l'élasticité des fils, et par conséquent de la nature et de la bonne préparation des chaînes, et ensuite des relations les plus convenables, établies dans les transmissions de mouvement. Les règles à observer, pour arriver au fonctionnement le plus facile et le moins heurté, sont du ressort des connaissances générales de la mécanique, Nous n'avons donc pas y insister ici.

Il n'en est pas de même de la substitution du papier au carton. Il y a un grand nombre de systèmes en présence, dont le choix est assez embarrassant pour quelques-uns. La solution de ce problème est l'objet de recherches constantes depuis plus de trente ans, ce qui indique son importance, et qu'elle n'est pas aussi simple que les apparences pourraient le laisser supposer. Pour en donner une idée, il suffit de dire qu'on estime en moyenne le nombre des métiers Jacquard qui fonctionnent en France à 250,000, que le nombre de cartons pour un dessin peut varier considérablement. Il y a de petits dessins qui peuvent se tisser avec quelques centaines de cartons ; d'autres, ceux des châles et de la haute nouveauté en soieries, par exemple, en exigent parfois des centaines de mille pour un seul dessin. Les principaux fabricants de châles français font en moyenne, par an, une dépense de 40 à 50,000 fr. pour cet élément. Par la substitution du papier on pourrait économiser au moins 50 p. 100 de ces frais.

Cette substitution serait peut-être déjà réalisée en grand, si, pour la plupart des systèmes proposés, il ne fallait changer un matériel coûteux, surtout si l'on considère qu'il appartient à des contre-maîtres peu en état de faire une avance de fonds, lors même qu'elle devrait être avantageuse. Pour tourner la difficulté, l'on s'est ingénié à trouver des moyens qui, sans dépense sensible, puissent s'adapter aux métiers existants. Malheureusement, aucun de ces moyens n'a paru assez sûr pour pouvoir être adopté ; nous connaissons d'intelligents ouvriers qui ont touché de bien près à la solution, et qui sont, hélas ! morts à la peine. Aussi les efforts qui se continuent ont-ils pour objet, soit des appareils additionnels qui entraînent une certaine dépense,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit des modifications dans le mécanisme, qui exigent un renouvellement de matériel.

Il n'y avait qu'un seul métier Jacquard fonctionnant avec du papier à l'Exposition, c'était celui de M. François Durand. Une vue verticale de cette machine est représentée fig. 3, pl. 14. Cette invention est caractérisée : 1° par la substitution d'un cylindre C, tournant en place autour de ses tourillons, au prisme carré, à mouvement de translation dans le sens des aiguilles du métier Jarquard ordinaire; 2° par le mouvement de translation latérale de l'étui et de son jeu d'aiguilles *a* pour se présenter au mouvement voulu à l'action du papier qui recouvre le cylindre C; 3° dans un déplacement latérale de la griffe et des crochets qu'elle soulève pendant son mouvement vertical, afin que les crochets restés en place ne puissent jamais être heurtés ; 4° dans une modification de la courbure inférieure des crochets *d*, de façon à ce que les arcades et les poids se trouvent sur la même ligne verticale, passant par le milieu des deux branches courbes de la partie inférieure des crochets. L'avantage de ces diverses dispositions devient plus évident si l'on sait les mouvements de la machine en fonction, que nous allons indiquer.

FONCTIONNEMENT DU MÉCANISME.

Supposons la poulie P placée à la partie supérieure du mécanisme mis en mouvement, comme à l'ordinaire, par un levier quelconque L, et qu'elle imprime elle-même l'action de la griffe par une sangle ou corde fixée d'une part à la poulie P, et de l'autre à la pièce ou traverse supérieure *i* de la griffe.

Dans son trajet ascensionnel, la griffe entraîne un galet fixé à sa partie inférieure dans l'intérieur d'une coulisse B. Articulée à son extrémité inférieure, et pouvant faire un mouvement autour du tourillon *t*, la pression du galet dans la glissière fait prendre la position verticale à la coulisse, et à l'étui E, qui y est assemblé, un mouvement latéral de recul qui dégage complétement les aiguilles horizontales. En continuant sa course de bas en haut, le galet de la griffe rencontre un bras de levier du cliquet *g*, qui tourillonne autour du point R, le fait sortir de la dent, et permet au cylindre de faire un nouveau mouvement pour amener une ligne nouvelle du papier correspondant à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duite suivante. Dans sa descente, la griffe ramène simultanément les crochets à leurs positions initiales, et les aiguilles, en présence du papier, par le mouvement latéral de l'étui E inverse à celui qui a été imprimé par l'ascension de la griffe. Il résulte de ces mouvements, que le choc des métiers ordinaires pour faire appliquer le prisme contre le carton, et qui fatigue les trous de ceux-ci, a été supprimé. Le cylindre percé, matrice, suivant une division convenable, ne fait que tourner sur place pour amener successivement les trous correspondants à une duite, et les aiguilles sont amenées en sa présence par un déplacement doux, parallèle à leur direction; il s'ensuit un amoindrissement tel, dans les efforts que les aiguilles ont à supporter, qu'un papier ordinaire peut suffire.

Pour assurer, d'ailleurs, la précision des divers mouvements, l'inventeur a étudié et disposé les éléments de sa machine de la façon la plus rationnelle; ainsi, par exemple, au lieu de placer les aiguilles parallèlement entre elles, elles convergent toutes vers le centre du cylindre, et sont disposées en éventail, en allant de l'étui au papier. La planchette, disposée entre le cylindre et les aiguilles, est également divisée de la façon la plus convenable, pour assurer le jeu de la machine. Elle est d'ailleurs construite entièremeut en fer, fonte et bronze, et est ajustée avec la plus grande précision pour assurer le succès de son fonctionnement pratique. L'ensemble des modifications apportées par M. Durand au métier Jacquard en fait, en quelque sorte, une machine nouvelle qui réalise au moins une partie des désidérata à l'ordre du jour dans cette direction. Un certain nombre des métiers nouveaux fonctionnent déjà pratiquement; les résultats en sont généralement considérés comme avantageux. Une pratique plus longue les confirmera sans doute.

En dehors de ce métier exposé, le même problème de la substitution du papier au carton est poursuivi par d'autres systèmes. Les expérimentations sur celui imaginé dans le temps, par M. Acklin, et dont il est question dans les rapports du jury de septième classe de l'Exposition de 1855, se continuent avec certaines modifications que le temps et la pratique ont imaginées. M. Tremischini, qui s'est livré depuis longtemps à la recherche de la même solution, continue à son tour, avec persévérance, ses essais. Nous pouvons, par conséquent, supposer que la pra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique en grand de l'usage du papier succédera bientôt aux essais persévérants et rationnels qui se font de toutes parts.

ÉCONOMIE ET PERFECTIONNEMENT DANS LE TISSAGE DES ÉTOFFES FAÇONNÉES PAR DES MODIFICATIONS DANS LE MONTAGE DES MÉTIERS.

Il y avait à l'Exposition, parmi les soieries de Lyon, deux résultats surtout particulièrement remarquables, tant au point de vue de leur riche et flatteuse apparence que sous le rapport de l'économie des moyens de leur production. L'un des articles auquel nous faisons allusion étaient des spécimens d'élégants pavillons pour la marine impériale, fabriqués par M. Prosper Meynier de Lyon. Grâce à un système d'*empoutage* (méthode de relation entre les fils de la chaîne et les crochets du métier) imaginé et appliqué en grand par cet habile industriel, il est parvenu en moyenne à économiser la moitié des crochets et des cartons, et par conséquent de 50 p. 100 les frais de montage; ces frais, qui ont dû s'élever pour certains articles de l'Exposition de 18 à 20,000 r. par l'emploi des procédés ordinaires, peuvent être réduits de 8 à 9,000 francs, sans nuire en rien à la perfection des produits. Nous regrettons de ne pouvoir entrer ici dans l'explication de la combinaison des *ficelles*, sur laquelle repose cet ingénieux procédé.

Les personnes qui voudront se faire une idée exacte de ces moyens en trouveront la description assez détaillée dans l'un de nos rapports inséré au bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (année 1854). Les modifications de M. Meynier ont cela de remarquable, qu'elles sont indépendantes du système de métier; elles sont applicables aussi bien avec le papier qu'avec le carton au métier ordinaire, ou à divers métiers modifiés sans que l'avantage des résultats soit amoindri.

Le second progrès, auquel nous venons de faire allusion, repose également sur un stratagème de fabrication indépendant du système de métier employé. Il consiste à produire des étoffes façonnées, où l'impression est substituée au brochage. Deux chaînes concourent à ce genre de tissus : l'une sert de fond, elle est blanche ou teinte comme à l'ordinaire; l'autre est imprimée conformément à un dessin et une mise en carte donnée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de ces dispositions, qu'une étoffe façonnée obtenue par ces moyens ne demande que les cartons d'un damassé, quelle que soit d'ailleurs le nombre des couleurs. Celles-ci peuvent donc varier à l'infini, sans que le prix du tissage, qui dans les brochés est proportionel à celui des couleurs, soit augmenté. L'idée de cette combinaison a été imaginée et appliquée par M. Raymond Ronze de Lyon. Il en résulte des produits qui ont été appréciés d'une manière particulière par le Jury, qui considère le nouveau procédé Ronze comme susceptible d'une foule d'applications, et d'une grande ressource pour certains genres. L'auteur de ce système en a fait, entre autres, des applications à des étoffes pour ameublement et tentures, à des prix relativement très-bas, quoique présentant des effets d'une richesse inouïe et d'une grande élégance, qui seraient à peine abordables par la complication qui en résulterait par l'emploi des moyens ordinaires.

C'est surtout dans cette direction de la combinaison des éléments qui constituent le montage des métiers et dans l'habileté du maniement des éléments qui concourent au tissage façonné, que consiste la supériorité générale de l'industrie francaise sur ses concurrentes de l'étranger. On en trouve la preuve dans tous les genres de tissus de haute nouveauté. Il est néanmoins juste de reconnaître que ces distances entre l'industrie étrangère et la nôtre tendent à se rapprocher, si l'on en juge par la comparaison des produits exposés et les concurrences sérieuses que nos soieries rencontrent dans certaines spécialités.

Ces remarques faites sans doute par la plupart des hommes compétents agiront probablement sur nos industriels et leur seront un nouveau stimulant. Ils s'efforceront sans doute, par la réalisation de nouveaux progrès dans le genre des derniers que nous venons de signaler, de maintenir leur ancienne supériorité.

LISAGE ÉLECTRIQUE.

L'inventeur du métier Jacquard que nous venons de décrire. M. François Durand, avait à l'Exposition un modèle modeste d'une machine fort simple, qui est probablement destinée à réaliser l'emploi des courants électro-magnétiques dans les conditions les plus rationnelles et les plus heureuses, nous voulons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parler de l'application de l'agent électrique au lisage. Dans l'état actuel de l'industrie, cette opération importante a lieu comme on sait, à l'aide de la vue et des mains. La personne, chargéedu travail, a devant les yeux la mise en carte teintée sur un papier quadrillé, dont chaque division ou interligne indique la place d'un fil de chaîne s'il est longitudinal, et de trame s'il est transversal. Si donc on entrelace des fils conformément à cette indication, l'on formera une espèce de canevas qui simulera l'étoffe fabriquée. Si chacun des fils qui doivent être soulevés dans le tissage correspond à un poinçon, il suffira de s'en servir pour faire des trous dans un carton ou papier, qui agit à son tour sur les aiguilles et crochets qui communiqent aux fils de la chaîne pour former des angles successifs entre lesquels les fils de la trame viennent s'entrelacer pour former les effets façonnés. Pour lire un dessin l'on procède, en effet, de la façon suivante : sur un cadre vertical sont tendues un nombre suffisant de ficelles pour représenter les fils de la chaîne correspondant à ceux du dessin à exécuter. L'on établit sur ce cadre le canevas ou étoffe simulée dont nous venons de parler, pour faire correspondre chacun des fils ainsi disposés à des poinçons qui doivent percer des trous.

C'est l'ensemble des opérations qui concourent à la formation des cartons ou papier percé, qui constituent l'opération du *lisage*. C'est un travail long et coûteux, qui est payé moyennement de 10 à 12 fr. de main-d'œuvre pour les 1000 cartons; mais, comme l'opération est lente, il faut parfois couper la mise en carte en plusieurs morceaux pour la lire par fraction, si l'on veut abréger le travail qui pourrait souvent durer plusieurs mois. De plus, le lisage est une des besognes les plus fatigantes pour les yeux. Il y a donc un intérêt véritable de substituer à ce mode, très-sujet d'ailleurs à occasionner des erreurs, une méthode sûre, économique et prompte comme la pensée, ce sont les résultats que peut en effet donner l'électricité ainsi que nous allons le voir.

Supposons la mise en carte préparée avec des interlignes en papier métallique et en vernis isolant, et mis en rapport avec les pôles d'une pile par l'entremise d'une surface plane ou cylindrique en métal. Le courant sera arrêté par tous les points recouverts de la substance isolante, il pourra, au contraire, se transmettre à des tiges, des dents, ou pointes métalliques correspondant aux points conducteurs ou métallisées de la carte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons encore sur chaque interligne de la carte une pointe métallique, reliée par des leviers à un poinçon sous lequel est disposée une bande de carton ou une feuille de papier, les pointes adhéreront aux points où le courant sera établi. Celles des points où le courant sera interrompu, ainsi que leurs poinçons respectifs, resteront libres. Il suffira de les faire agir simultanément par un moyen mécanique pour que chacun d'eux perce le trou demandé, en faisant cheminer la carte de façon à ce qu'elle présente successivement chacune de ces lignes dans l'ordre des duites à tisser, c'est-à-dire de façon à ce que chaque interligne transversal agisse à son tour, sur les dents de l'espèce de peigne qu'elles forment pour opérer la sélection ou triage des poinçons, conformément à la demande du dessin.

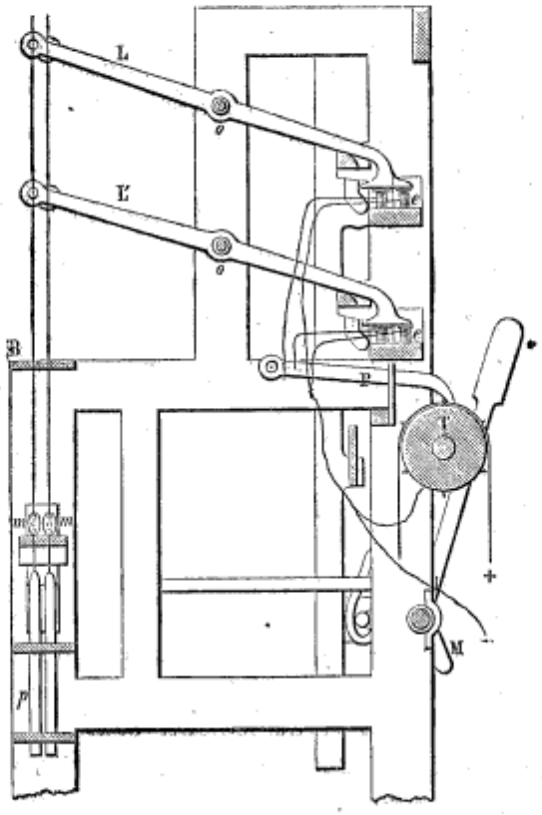


Fig. 15.

Il ne s'agit plus maintenant que d'exposer le mécanisme fort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

simple, inventé par M. François Durand, pour réaliser le principe dont il vient d'être question : La figure 15 en représente une coupe verticale suffisante pour faire saisir les organes principaux et l'ensemble de la disposition réunie dans un bâti général en fonte. T est un cylindre en cuivre pouvant être remplacé par une surface plane, pour transmettre l'action des pôles d'une pile à la mise en carte dirigée et maintenue sur ce cylindre, au moyen de petites pointes placées à la circonférence. Ce cylindre est commandé par une roue à rochets et des cliquets, comme le sont en général ces organes de rotation intermittents. Une planche en ivoire, fendue sur plat en forme de peigne sur une partie de son épaisseur, reçoit dans ses fentes les petites bandelettes métalliques P placées côte à côte, et isolées les unes des autres par une dent d'ivoire formant le ratelier d'un peigne. Il doit y avoir autant de bandelettes P qu'il y a de poinçons de perçage, pour permettre à chacun d'eux d'agir selon le dessin indépendamment les uns des autres, L L′ sont des leviers articulés autour de leur point milieu fixe O. Les poinçons *p* sont reliés à ces leviers L par des ficelles verticales. L'extrémité des leviers L, opposée à celle reliée aux poinçons, est en contact des électro-aimants *e*, par une petite pièce de fer doux qui termine ces leviers, et qui les retient par où le courant est établi.

Les bandelettes P qui ne sont pas affectées par le courant magnétique, en raison de leur relation avec les parties isolantes du papier, laissent échapper les leviers L ; ceux-ci, sollicités par la différence des bras de levier, redescendent par leur propre poids. Ces derniers en descendant viennent se placer à leurs positions respectives sur le carton ou papier à percer. C'est alors que l'on fait avancer une grille dont les barreaux correspondent à des encoches pratiquées dans les poinçons pour les empêcher de remonter, afin qu'en appuyant par la pression la surface à percer contre les bases des poinçons, ils y pratiquent les trous. Un levier, dont on voit l'axe en M, sert à manœuvrer 1° une barre qui amène l'extrémité du levier L L′ en contact des électros, 2° à avancer la grille dont il a été question pour fixer les poinçons.

Ce qui est à considérer dans cette nouvelle machine, dont l'auteur paraît s'être heureusement inspiré des idées de celui qui a imaginé le métier électrique, c'est que contrairement aux conséquences de l'emploi du métier de M. Bonelli, s'il devenait jamais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une application industrielle, le système de lisage électrique, si simple et si sûr dans ses résultats, n'apporte aucun changement au matériel existant dans le travail du tissage, et il peut être employé au perçage de substances quelconques, aux cartons, au bois, au papier parchemin, ou au papier ordinaire indistinctement. Il peut de plus servir au lisage des étoffes brochées, quel que soit le nombre de leurs couleurs. Il suffit, dans ce cas, de piquer le contour des diverses nuances sur des feuilles isolées par l'ingénieux appareil dont se servent les dessinateurs pour broderies, et établir ensuite sur chacune de ces feuilles la préparation de la carte par le vernis isolant, pour pouvoir utiliser l'appareil comme à l'ordinaire, sans que les cartons coûtent de beaucoup aussi cher que ceux obtenus par la méthode en usage. Si nous ne nous trompons dans nos appréciations, le prix moyen de revient des 1,000 cartons, évalué précédemment de 11 à 12 fr., reviendrait à peine à 3 francs.

MACHINES A APPRÊTER LES ÉTOFFES.

Il n'existe pas une sorte d'étoffe qui puisse être livrée au commerce lorsqu'elle est retirée du métier à tisser; excepté quelques rares articles en soie, toutes ont besoin d'être épurées, beaucoup sont laminées, cylindrées ou calandrées, quelques-unes même des plus simples, telles que les toiles à voiles par exemple, doivent recevoir un tondage préalable : lorsqu'elles sont moins fortes et moins épaisses elles sont flambées au gaz. Parfois l'action du tondage et du gazage ont lieu successivement et sur la même pièce; dans certains cas l'on préfère les effets du martelage et l'action des chocs réitérés à ceux de la pression : cette méthode est surtout appliquée en Angleterre pour obtenir des tissus sans grain à surface lisse et brillante, dont les toiles d'Irlande et le linge de table anglais offrent des échantillons si remarquables. L'action mécanique intervient rarement seule dans le travail des apprêts; elle est combinée, pour la toilerie et surtout les cotonnades, à diverses espèces de gommages, de lustrages, etc., dans le but de donner *du corps*, *de la carte*, du brillant, ou de masquer des défauts.

Pour certains lainages drapés, le rôle des apprêts s'agrandit singulièrement; ils constituent alors une spécialité importante,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à laquelle ces tissus doivent leurs caractères les plus apparents et les plus essentiels. Un drap, par exemple, à la sortie du métier à tisser, ressemble à une toile lisse malpropre, et n'a guère plus d'efficacité contre le froid que cette dernière; ce n'est qu'en condensant la substance laineuse, en développant ses filaments, en les égalisant par les diverses opérations des apprêts, qu'on arrive à constituer le drap. Et c'est en les variant ou en les modifiant que l'on peut à volonté faire, avec la même pièce, un article lisse, brillant, plus ou moins garni, ou un article à surface duveteuse et veloutée, et obtenir encore un certain nombre de types intermédiaires.

Cet exposé succinct du rôle des apprêts peut donner une idée générale de leur importance; quant à l'art de les pratiquer, il gît peut-être plus encore dans la manière de les combiner et de les appliquer, que dans les machines qui y sont employées. La création assez récente des tissus, dits *draps velours* et des *sealskins*, offre les preuves les plus remarquables de l'influence de la combinaison des apprêts mécaniques dans certains cas; au lieu de fouler, de lainer, de tondre et de presser les étoffes de laine, comme cela a lieu depuis un temps immémorial pour faire du drap, un fabricant eut l'idée d'exercer un battage sur l'étoffe, entre l'opération du lainage et du tondage; il en résulta un produit dont la surface, au lieu d'être garnie par des filaments couchés, présentait des poils debout. Au lieu de continuer l'application des pressages ordinaires après le tondage, on fit sécher le duvet à l'état vertical, il en résulta une spécialité d'articles importants, que tout le monde connaît maintenant, et qui sont très-avantageusement employés pour des vêtements chauds, offrant des propriétés qui tiennent le milieu entre la draperie ordinaire et les fourrures.

Si, au lieu d'une laine douce et flexible, l'on se sert d'une laine sèche, à filaments plus ou moins longs, ou de poils de chèvre ou d'autres animaux, qu'on en fasse un lainage teint en pièce, puis apprêté comme un drap, avec cette modification qu'entre le lainage et le tondage on fait bouillir la pièce, pendant un temps plus ou moins long, après l'avoir enroulée, serrée, avec certaines précautions autour d'un cylindre, il en résultera, après l'ébullition et quelques apprêts ordinaires, un article, dont la surface sera garnie d'un duvet plus ou moins incliné, brillant en raison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette inclinaison et de l'action de l'eau bouillante prolongée. L'ensemble de ces caractères constitue le produit que l'industrie anglaise a *repris* dernièrement sous le nom de *sealskin*, c'est-à-dire d'étoffe imitant la peau du veau marin. Lorsqu'on veut produire de ces articles à bas prix, velours de laine ou sealskins, l'on emploie une matière animale, laine ou poil, pour la trame, et une chaîne en fil ou en coton. L'industrie anglaise excelle surtout dans la fabrication de ces tissus mélangés.

Ces quelques explications doivent suffire, ce nous semble, pour faire comprendre le motif pour lequel, malgré l'importance de l'application des apprêts, il n'y avait aucune machine nouvelle à apprêter les étoffes à l'Exposition; cela ne veut pas dire que l'on n'ait pas apporté quelques modifications dans les moyens mécaniques à apprêter les tissus, et surtout pour les lainages drapés. Mais la plupart des résultats nouveaux, fort remarquables d'ailleurs, ont été obtenus, comme nous venons de le voir, plutôt par des modifications dans le mode d'opérer et dans la manière de diriger les opérations sur les machines connues ou légèrement modifiées qu'au moyen de machines nouvelles. Pour apprécier la valeur de la création de certains autres articles spéciaux, obtenus de cette façon, il faudrait entrer dans des considérations techniques qui trouveront plus naturellement leur place dans l'examen des produits, ce travail, quoique incomplet, étant déjà trop étendu pour la place qui nous était réservée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 8.

MACHINES A ÉLEVER L'EAU,

PAR M. H. TRESCA.

Aucune question de mécanique n'a donné lieu à plus de recherches que celle de l'élévation des eaux, et l'on ne cesse encore d'ajouter à l'innombrable collection des machines décrites depuis les temps les plus reculés, par des modifications de détail, quand on ne revient pas absolument aux dispositions déjà vingt fois abandonnées et reprises. Le problème est, du reste, très-varié dans ses exigences et dans les nombreuses solutions qu'il comporte : il faut élever peu ou beaucoup d'eau; il faut l'élever à une petite ou à une grande hauteur, et bien que ce soit toujours le même liquide, chaque cas particulier exige une solution spéciale, une machine qui serait excellente dans une circonstance, devant fréquemment être considérée comme la plus mauvaise dans telle autre.

S'il s'agit d'élever peu d'eau à une très-petite hauteur, l'emploi d'une simple écope sera souvent le moyen le plus économique, en même temps qu'il est le plus simple.

Si la quantité d'eau à élever est plus grande, et si l'on peut disposer d'une machine motrice assez puissante, on emploiera la roue chinoise, la roue à godets, la roue à palettes, dite flash-wheel, le tympan, la vis d'Archimède, en un mot des appareils à mouvement continu, permettant de soulever progressivement le liquide avec lenteur, et sans lui imprimer jamais une vitesse considérable, inutile au point de vue de l'effet à produire, et pouvant représenter parfois une très-grande quantité de travail perdu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes ces machines sont nécessairement limitées dans leurs dimensions, et au delà de 3 mètres il faut avoir recours à des dispositions différentes; l'eau est alors lancée avec une certaine vitesse dans les conduits de refoulement; les organes principaux de la machine sont réduits dans leurs dimensions, et le jeu des pressions intervient, pour une grande part, dans les effets produits.

Les machines rotatives, à force centrifuge, la pompe spirale de Whetmann, et d'autres appareils analogues, peuvent être employés avec succès jusqu'à des hauteurs de 8 mètres. On peut aussi atteindre à des hauteurs analogues, et même au delà, avec les chapelets et les norias, qui sont les analogues des flash-wheels et des roues à godets, auxquels on aurait donné une hauteur beaucoup plus grande que le diamètre; mais il faut alors avoir recours à des chaînes sans fin, maintenues par des tambours, et par conséquent composées d'éléments articulés les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire à des appareils compliqués, d'une installation difficile et d'un grand entretien. Ces considérations mises de côté, les norias particulièrement constituent d'excellentes machines, qui, bien installées, peuvent durer longtemps, et qui ne donnent pas lieu à une perte de travail considérable.

Les organes essentiels de tous ces appareils plongent nécessairement dans le liquide que l'on cherche à élever, et dès longtemps on a employé, pour le même objet, les pompes, qui peuvent agir à distance, en déterminant l'ascension du liquide par l'action que la pression atmosphérique exerce toujours à sa surface libre. Cette pression étant telle qu'elle peut élever une colonne d'eau à 10 mètres de hauteur, si elle n'est soumise d'autre part à aucune pression contraire, ce chiffre indique la limite à laquelle les organes agissants de la pompe peuvent être placés au-dessus du niveau de l'eau, dans le réservoir où l'on doit puiser. En pratique, il est convenable de rester beaucoup au-dessous de cette limite, et l'on considère, à ce point de vue, comme très-bonne, une pompe qui aspirerait franchement à 8 mètres seulement.

Cette possibilité d'agir à distance par l'intermédiaire d'un simple tuyau n'est pas le seul caractère qui distingue les pompes; elles sont construites d'une telle façon qu'elles peuvent aussi envoyer l'eau aspirée à des hauteurs et à des distances considérables, et ces deux conditions réunies déterminent le choix qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit faire de ces machines dans un grand nombre de circonstances.

Dans une telle machine, composée d'organes plus ou moins rigides, et donnant lieu à des frottements et à des résistances assez grandes, le travail dépensé par ces résistances est relativement grand, quand l'eau ne doit être élevée qu'à une petite hauteur : les pompes, dans ce cas, ne sont pas les appareils élévatoires les plus avantageux sous le rapport du travail moteur qu'elles exigent, mais elles ont encore sur les autres machines certains avantages qui peuvent les faire préférer dans bien des cas; leur emploi est surtout indiqué lorsqu'il faut élever l'eau à de grandes hauteurs, parce qu'alors le travail dépensé par les résistances passives représente une moindre proportion du travail total, et qu'ainsi l'utilisation est meilleure que pour toutes les autres machines servant au même objet. Il importe toutefois de diminuer, autant que possible, les contractions et les changements brusques de direction dans les conduites, parce que ce sont autant de causes de consommation de travail, et c'est surtout sur ce point que doit être portée l'attention des constructeurs.

Chacun des genres de machines auxquels nous venons d'assigner son rôle particulier dans les applications était représenté à Londres par de nombreux spécimens, ne présentant entre eux, pour la plupart, que des différences d'intérêt secondaire. Nous nous proposons seulement dans cette note d'indiquer celles qui se recommandent par quelque côté important.

Parmi les pompes, nous rencontrons d'abord celle de MM. Farcot et fils, dont nous avons décrit les dispositions dans le n° 8 de ces Annales, et qui, dans des expériences faites avec soin, nous a donné un rendement de 70 pour 100.

Elle a cela de remarquable qu'elle fournit constamment un plein jet, l'eau s'écoulant d'une manière continue sous l'action non interrompue de l'un des deux pistons, qui fonctionnent, ensemble et dans la même direction, dans deux corps de pompe parallèles : le régulateur à air n'a plus à jouer un rôle aussi important que si le jet était intermittent, mais il a encore pour objet de rendre le débit plus constant, particulièrement aux moments où les pistons arrivent à la fin de leur course, ou commencent à rétrograder. L'idée de faire passer l'eau refoulée ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aspirée par l'un des pistons, au travers de l'ouverture du clapet de l'autre, n'est pas nouvelle; elle a déjà été réalisée par M. Stoltz dans quelques-unes de ses pompes de ménage, mais la nouvelle application qu'en fait MM. Farcot pour les grandes machines de la ville de Paris est extrêmement intéressante. Ces constructeurs ne sont d'ailleurs parvenus à en tirer un bon effet utile qu'en adoptant pour leurs pistons un mode de construction, qui rende la plus grande partie de leur section disponible pour le passage de l'eau; la contraction est par suite très-faible, et les pertes par cette cause sont bien réduites.

MM. Carrett, Marschall et Cie de Leeds avaient cherché dans une autre disposition, également française, déjà ancienne, la solution de ce même problème du jet continu, au moyen d'un seul cylindre, dont le piston est mû par une tige de section moitié de la sienne. Lorsque le piston s'élève, il chasse le volume d'eau qui correspond à la section libre, c'est-à-dire à la moitié de la section totale, et il aspire en même temps un volume double; lorsque ensuite le piston descend, cette eau aspirée le traverse, la moitié de son volume se loge autour de la tige dans le cylindre même; le surplus est rejeté dehors; pendant chacune des courses du piston le débit de la pompe est donc également réglé suivant la demi-section du cylindre. Cette disposition, réalisée déjà par M. Périn, pourrait, comme celle de M. Farcot, s'appliquer à des machines de grande puissance.

M. Letestu de Paris a conservé, pour les épuisements, ses pompes à deux corps indépendants, munies de ses clapets en cuir, en forme de cornets, si bien appropriés pour tous les cas où les eaux sont chargées de graviers ou d'autres matières étrangères.

Les autres pompes de grandes dimensions étaient, à l'Exposition, des pompes à force centrifuge, qui fonctionnent au moyen d'une petite roue à aubes, recevant l'eau par son axe et se mouvant avec grande rapidité, de manière à déterminer, par la seule action de la force centrifuge, la vitesse convenable à l'écoulement du liquide par un orifice supérieur. La pompe dite d'Appold, construite par MM. Easton et Amos, avait donné dès 1851 de fort bons résultats : 60 pour cent environ d'effet utile, et on l'avait disposée de manière que la nappe qu'elle fournissait présentât une grande surface et une grande apparence. Depuis cette époque, la pompe de Gwine s'est considérablement modifiée, et elle a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emprunté à celle de d'Appold une partie de la courbure de ses aubes; les expériences que nous avons faites sur cette pompe nous donnent à penser que l'emprunt n'est pas encore assez complet, et que la première de ces machines est toujours la meilleure. Que l'axe soit horizontal ou vertical, les conditions du fonctionnement restent à peu près les mêmes, et M. Gwine avait cette fois deux grands appareils à axe vertical auxquels deux machines à vapeur spéciales étaient attelées. On remarquera, d'ailleurs, que la hauteur à laquelle l'eau peut être élevée par ces machines dépend de la vitesse à la circonférence des aubes, et qu'à moins de recourir à des vitesses très-difficiles à obtenir, d'une manière simple, en pratique, on ne peut les employer utilement que pour une hauteur maxima de 6 mètres environ. Dans ces conditions, et lorsque la quantité d'eau à élever doit être considérable, ces appareils sont les meilleurs de tous, en ce que leur volume est relativement faible, et qu'ils n'ont pas de clapets qui puissent s'engorger comme ceux des pompes. Ils peuvent, quand ils ont été amorcés, produire une légère aspiration, mais le mieux est certainement de les placer toujours très-près de la surface du liquide dont on veut faire l'épuisement. Quelques grandes applications de ces puissants appareils ont parfaitement réussi, particulièrement au lac de Harlem.

Pour leurs applications les plus usuelles, les pompes doivent surtout être disposées de manière à se conserver en bon état de fonctionnement; leur service est toujours discontinu, la quantité de travail qu'elles dépensent est généralement faible, et l'on n'a pas les mêmes raisons de tenir à une aussi bonne utilisation du travail moteur.

Parmi les dispositions nouvelles à signaler pour leur nouveauté et pour leurs bonnes qualités pratiques, nous signalerons la pompe de M. Norton, qui est représentée par les deux croquis de notre figure 1, l'un étant une section longitudinale par l'axe, l'autre une coupe transversale faite suivant *a b*.

L'aspiration se fait au moyen de deux clapets P et P′ par l'orifice inférieur O, au-dessus duquel ils sont placés. Quant au corps de pompe, il n'existe que par la superposition de la gouttière M N et de la gouttière renversée R S; lorsque les surfaces sont bien dressées, la pression atmosphérique produit entre leurs faces de contact, maintenues dans l'eau, une adhérence suffisante pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que R S puisse glisser sur M N, en emportant à ses deux extrémiés les deux soupapes de refoulement Q et Q′, qui agissent chacune à leur tour et qui déversent leur eau dans la bâche M N, d'où elle s'écoule par le trop-plein U. Cette disposition est vraiment d'une simplicité rudimentaire et tout à fait remarquable.

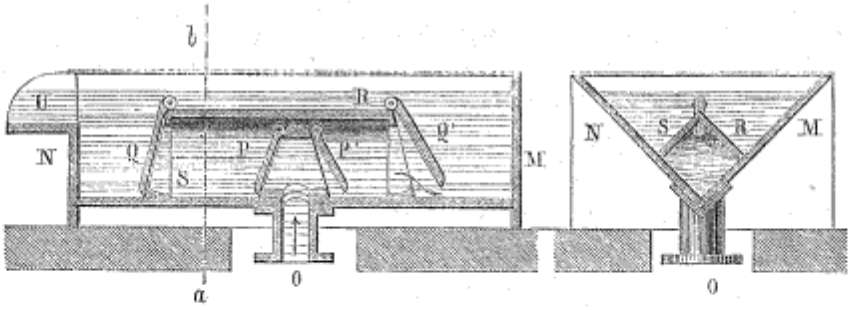


Fig. 1.

La coupe longitudinale représente la partie mobile R S lorsqu'elle approche de l'extrémité de sa course; lorsque son mouvement changera de sens, les soupapes P′ et Q′ se refermeront, et l'ouverture des clapets P et Q se produira en même temps.

Dans ce mode de construction, toutes les parties de l'appareil peuvent être visitées de la manière la plus facile, puisque la pompe tout entière se compose, pour ainsi dire, d'un tiroir en forme de Λ renversé, glissant sur un siége en forme de V.

Dans certaines circonstances, M. Norton place les soupapes dans une boîte spéciale, sous le bec U de la bâche; elles sont alors superposées par paire; la soupape d'aspiration étant toujours à la partie inférieure et communiquant avec la partie centrale du siége par un canal dont l'ouverture débouche dans la boîte, entre les deux soupapes du même côté; le canal correspondant à l'autre chambre règne à côté du premier, et aboutit également entre la soupape d'aspiration et la soupape de refoulement de cette même chambre.

On sait que cette superposition des soupapes, au dehors des cylindres ordinaires, a pour résultat de retenir une partie des corps étrangers dans la chambre intermédiaire, et d'éviter ainsi qu'ils n'engorgent ou ne rayent le cylindre.

Dans la machine de M. Norton cet effet est beaucoup moins à craindre, et il suffit d'ailleurs de relever à la main le tiroir, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre à nu toutes les surfaces et en vérifier l'état. La charge qui agit sur le tiroir est ici parfaitement limitée par l'étendue de la surface, à raison de 1 kilogramme par centimètre carré environ, et cette charge est assez faible pour que l'interposition d'un corps étranger détermine le soulèvement du tiroir, au lieu de rayer profondément les surfaces en contact. Mais cette indépendance a aussi ses inconvénients : une pareille pompe ne pourrait refouler l'eau à une grande hauteur, et elle n'est exclusivement applicable qu'aux circonstances dans lesquelles le débit doit avoir lieu à très-peu de distance du mécanisme. Quant à la hauteur d'aspiration, l'expérience prouve que l'appareil fonctionne très-bien jusqu'à 8 ou 9 mètres, c'est-à-dire dans les mêmes conditions que les meilleures pompes; on comprend facilement qu'il en soit ainsi lorsqu'on remarque que le contact des parties glissantes est toujours déterminé par la différence entre la pression atmosphérique et celle qui peut être exercée, de dedans en dehors, par l'intermédiaire de l'eau affluente.

M. Harvey de Hayle avait exposé un modèle complet de ces machines dites de Cornouailles, plus appropriées, suivant nous, au service des mines qu'à celui de l'alimentation des villes, où les profondeurs sont moindres et les niveaux beaucoup moins constants; les résultats obtenus dans ces derniers temps semblent démontrer que pour cette dernière application la préférence est acquise aux pompes à double effet, commandées comme à l'ordinaire par des machines à vapeur. C'est ce qu'a fait M. Hubert pour l'alimentation des fontaines du jardin de la Société d'horticulture; ses deux machines à vapeur, agissant directement sur deux pompes à double effet, ont parfaitement fonctionné pendant toute la durée de l'Exposition, et c'est là sans doute un très-bon type à imiter.

L'emploi des petites pompes à vapeur, connues sous le nom de cheval alimentaire, est d'un usage constant pour l'alimentation des chaudières à vapeur. En général, le piston de la pompe à eau est fixé à la même tige que le piston de la machine à vapeur, et c'est seulement pour le passage des points morts qu'il devient nécessaire d'adapter un volant à ce système, ce qui conduit à établir pour ce seul objet une transformation du mouvement de va-et-vient des pistons en un mouvement de rotation.

Cette solution est indiquée comme ayant en outre l'avantage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de régulariser les mouvements de l'appareil ; mais la plupart du temps, si ce n'est toujours, cette condition de la régularité dans la marche du volant se traduit par des chocs à la fin de chaque course du piston à eau; il se forme alors des coups de bélier, et il vaudrait mieux que l'action pût se ralentir dans les points morts, de manière à les éviter. C'est ce qu'ont parfaitement compris deux constructeurs américains.

M. Worthington a résolu le problème en employant simultanément deux cylindres de chaque espèce; la tige de l'un des cylindres à vapeur fait fonctionner la distribution de l'autre, et l'on conçoit qu'en réglant convenablement les circonstances de cette disposition, le constructeur puisse obtenir, aux extrémités de chaque course, un ralentissement notable.

Nous regardons ce ralentissement comme un progrès, et c'est ce qui nous engage à entrer dans quelques détails sur la disposition employée par M. Steele, qui est représentée par notre figure 2.

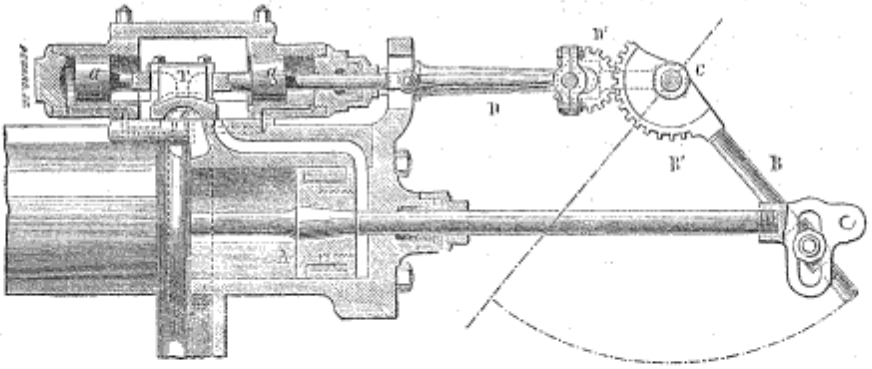


Fig. 2.

Elle présente aussi cette singularité qu'elle fonctionne sans volant. Nous avons vu qu'en ce qui concerne les pompes il est évidemment bon de ralentir le mouvement de tous les organes au moment où celui du piston change de sens. Ce résultat est obtenu déjà, dans la plupart des dispositions, par les fonctions de la manivelle et de la bielle, qui diminue progressivement de vitesse à mesure que l'on approche des points morts; mais la solution, sous ce rapport, est plus complète par la disposition des organes de distribution.

Dans les machines de marine on accouple deux pistons sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un même arbre, de manière que l'un d'eux exerce toujours un effort moteur pendant les temps morts de l'autre, et l'on évite ainsi l'emploi du volant. M. Steele a pour ainsi dire fait de même, mais avec cette différence cependant que la seconde machine est de dimension bien moindre, et si petite même qu'elle est placée dans un simple prolongement de la boîte à tiroir de la machine principale.

Le piston A de la grande machine est représenté au moment où il commence son mouvement rétrograde; sa tige est prolongée au delà du piston, et c'est elle qui fait mouvoir, directement et dans le même axe, le piston de la pompe à eau, qui a été supprimée sur le dessin. De l'autre côté, la tige de ce piston porte un étrier en forme de coulisse, dans lequel est assemblée, par un boulon, l'extrémité d'une petite bielle B, mobile autour d'un point fixe C, pris sur les bouts de la machine. A mesure que le piston A se déplace, l'extrémité de la bielle B décrit un cercle autour du point C, et entraîne dans ce mouvement l'arc denté B′, qui fait partie de la même pièce; le petit arc D′ engrène avec le premier et entraîne dans son mouvement la bielle D de la seconde machine à vapeur, qui est interrompue en son milieu par la boîte à tiroir, et qui, pour cette raison, renferme deux pistons *a a*, dont l'ensemble joue le même rôle qu'un piston ordinaire.

Aussitôt que le piston A commence à se mouvoir, le piston double *a a* de la petite machine se déplace en sens contraire; mais pendant que le premier effectue son parcours entier, celui-ci, par suite du rapport entre les diamètres des deux arcs dentés, et de la différence des courses, a eu le temps de revenir à son point de départ. Le petit piston *a* se meut, par rapport à l'autre, à peu près comme le tiroir d'une machine ordinaire, et c'est à cette condition que l'inventeur a eu recours pour effectuer, en temps convenable, le déplacement du tiroir principal T de la grande machine.

La coquille de ce tiroir est surmontée d'un cadre qui est introduit dans une rainure, pratiquée dans la portion intermédiaire de la tige commune aux deux pistons *a a;* le cadre a du jeu dans cette rainure, mais ce jeu est combiné de telle façon que le déplacement tout entier du tiroir T s'accomplisse à chaque pulsation, bien que ce tiroir reste immobile pendant la plus grande partie de la période d'admission.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conditions ne seraient pas suffisantes pour franchir les points morts si les pistons de la petite machine ne recevaient alors de la vapeur au moyen d'une distribution spéciale, placée dans la même boîte, derrière le tiroir T. Ce tiroir, que nous désignerons par *t*, bien qu'il puisse à peine être distingué sur le dessin, est également conduit par la portion intermédiaire de la tige des petits pistons, de manière à assurer l'ouverture de l'un des conduits d'admission figurés sous les pistons, toutes les fois que le piston A est à bout de course. Il résulte de cet arrangement que l'admission dans le petit cylindre ne se fait qu'avec un très-grand retard, mais le faible diamètre de ce cylindre rend cette circonstance presque indifférente.

En fait, la pompe de M. Steele est absolument automotrice; elle se ralentit au commencement de chaque période de refoulement d'une manière très-appréciable, et elle évite par conséquent tous les inconvénients de la mise en marche trop rapide de la plupart des pompes commandées par un organe de rotation : cette disposition fort ingénieuse devait être signalée comme un progrès.

Les pompes à incendie formaient, à l'Exposition, une division toute spéciale, qui a dû être soumise au jugement d'un jury particulier. Pour ces appareils, c'est toujours de l'eau qu'il faut faire parvenir, en certaine abondance, sur un point déterminé; mais il est ici bien plus important encore d'avoir des garnitures et des pistons étanches, à cause de la pression considérable qui se produit au delà du piston, dans toute la partie de l'appareil qui aboutit à l'extrémité de la lance.

L'eau, après sa sortie, n'étant plus contenue dans une enveloppe métallique, doit vaincre, pour atteindre son but, la résistance de l'air, qui détermine toujours, à une distance plus ou moins grande, la résolution du jet en gouttelettes; et, lorsque cet effet est produit, chacune de ces gouttelettes est bientôt arrêtée dans son mouvement par cette même résistance. Tandis que, dans les pompes d'épuisement, il importe, au point de vue de la bonne utilisation du travail moteur, de donner à l'eau la moindre vitesse possible, parce que cette vitesse initiale est la représentation d'une certaine quantité de travail, dans les pompes à incendie au contraire cette vitesse est, à proprement parler, le résultat principal à produire; elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est toujours d'autant plus considérable à la sortie que le diamètre de l'orifice de la lance est plus petit, et, par suite des limites entre lesquelles cette dernière dimension est nécessairement restreinte, on ne risque point de donner à l'eau, dans les autres parties de la canalisation, une vitesse trop grande.

Si donc on pouvait, à partir du repos dans lequel le liquide se trouve dans le réservoir alimentaire, accroître graduellement sa vitesse jusqu'à l'orifice de sortie, nul doute qu'au point de vue théorique un appareil de cette nature ne fût le plus parfait

Peut-être devrait-on conclure de ces considérations que les pompes à pistons rotatifs seraient, pour cet usage spécial, préférables aux autres systèmes, puisque, par leur mode de fonctionnement, l'eau s'y meut constamment dans le même sens : dans les pompes à mouvement alternatif, au contraire, la vitesse de l'eau, à son arrivée dans le cylindre, est presque entièrement détruite par la condition, à laquelle elle doit satisfaire, d'un mouvement en sens contraire, lors du refoulement ; une marche trop rapide donnerait lieu bien souvent à ces chocs, que l'on désigne très-justement, et à cause de leur soudaineté, sous le nom de coups de béliers.

Il ne faut donc pas s'étonner qu'en Amérique les pompes rotatives soient en grand honneur, comme pompes à incendie : en France et en Angleterre on n'emploie, pour ainsi dire, que les pompes à mouvement alternatif; et, suivant le moteur employé, il est également facile de voir que les deux systèmes ont respectivement leurs raisons d'être.

Pour une pompe à bras, et en nous bornant d'abord à ne considérer que les pompes à mouvement alternatif, on pourrait employer, pour obtenir un jet continu, soit un seul corps à double effet, soit deux corps à simple effet. Si l'on préfère cette dernière disposition, cela tient tout autant à ce que les hommes nécessaires à la manœuvre se groupent plus facilement aux deux extrémités du balancier, qu'à la facilité avec laquelle les organes peuvent être visités dans les pompes à simple effet. L'emploi d'un long balancier ne peut être mieux utilisé que dans une pompe à deux corps, et il serait impossible d'employer aussi bien quinze ou vingt hommes à travailler ensemble à une pompe rotative.

Il en est tout autrement si la puissance motrice est donnée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par une machine à vapeur, et l'on comprend que, si l'on n'a pas à craindre l'action, sur les organes de la pompe, des matières étrangères que l'eau pourrait entraîner avec elle, si ce système est plus rationnel, si d'ailleurs toutes les dispositions sont prises pour que les garnitures ferment bien, les frottements qui font perdre une grande partie du travail moteur dans les pompes d'épuisement, jouent ici un rôle plus secondaire, alors qu'une bien plus grande quantité de travail est dépensée pour un même volume d'eau.

Toutes les bonnes pompes à bras qui figuraient à l'Exposition de Londres étaient à mouvement alternatif, et, dans les essais qui en ont été faits, nous n'aurons rien de particulier à signaler, quant aux systèmes; nos observations porteront plutôt sur les dimensions, et par conséquent sur les quantités d'eau débitées.

A Paris, la pompe réglementaire, qui est seule en service, est formée de deux corps à simple effet, ayant chacun un diamètre de $0^{m},1257$; la course des deux pistons est de $0^{m},2405$, et par conséquent le volume correspondant à chaque course est de 3,05 litres, et pour une double course de 6,11 litres.

A Londres, la pompe ordinairement en usage fournit à chaque tour 10 litres environ; la pompe de Paris est manœuvrée par 15 hommes; celle de Londres, grand modèle, par 28 ou 30; celle de Paris est traînée à bras, celle de Londres par des chevaux.

Nous verrons bientôt quelle est la différence des résultats obtenus, mais nous devons tout d'abord signaler les circonstances matérielles qui sont de nature à empêcher ou à permettre l'emploi des grands appareils.

A Paris, les pompiers n'ont à leur disposition que les robinets des fontaines publiques, dont le débit est, la plupart du temps, insuffisant, et l'alimentation plus ou moins intermittente, qui peut être faite par les tonneaux de porteurs d'eau, n'est pas assez assurée pour qu'on s'expose à employer des appareils de grande dimension.

A Londres, chaque maison porte d'une manière apparente un écriteau peint, dans le genre de nos numéros de rue; cet écriteau, bien simple (F. P. 28 F^{eet}), indique que la prise d'eau pour les incendies est en face de l'écriteau, à une distance de 28 pieds, ou à toute autre distance, suivant le chiffre; aussitôt que les premiers secours arrivent, on mesure la distance, et il suffit d'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lever le macadam pour obtenir immédiatement, d'une manière continue, toute la quantité d'eau dont on a besoin.

Les grandes pompes seraient inutiles à Paris, puisqu'on n'a pas une quantité d'eau suffisante; mais pourquoi ne pas organiser le service de manière à rendre les secours plus efficaces? Cela devrait être d'autant plus facile qu'ici le corps des pompiers, si dévoué d'ailleurs et si bien conduit, a une existence tout officielle. A Londres, l'administration ne s'occupe pas de ces détails, ce sont les Compagnies d'assurances, qui, stimulées par leur seul intérêt, fournissent, au prorata de leurs ressources, un budget, dont le capitaine des pompiers est le dispensateur souverain : il emploie, comme il l'entend, les sommes provenant de ces abonnements, et il étend sa protection jusque sur les propriétés assurées par les Compagnies non abonnées, ne fût-ce que pour faire comprendre combien le principe de l'assurance est utile.

Il résulte de cette organisation que les postes de secours sont moins nombreux; et, pour compenser cet inconvénient, toutes les pompes sont traînées par des chevaux, afin d'abréger les distances, condition d'autant plus indispensable que les maisons anglaises, relativement petites, sont plus meublées, qu'elles sont par cela même plus inflammables, et que dès les premières atteintes du feu les ciments se détachent beaucoup plus facilement que nos plâtres; les bois sont immédiatement mis à nu, et l'incendie prend aussitôt des proportions effrayantes.

Les conditions spéciales exigent de prompts et énergiques secours, et nous verrons bientôt combien les pompes à vapeur semblent alors plus avantageuses.

Les principales pompes à bras ont été soumises, pendant l'Exposition même, à un mode d'essai fort remarquable, ayant surtout pour objet de faire connaître le degré d'efficacité de chaque appareil, eu égard à la quantité d'eau qui pouvait réellement être projetée sur un point donné, en tenant compte de la distance et de la hauteur.

Les essais ont eu lieu sur les bords de la Serpentine, à l'aide d'une installation préparée par les soins de M. le capitaine Shaw.

Les machines stationnaient sur les bords de la rivière et les lances de projection étaient maintenus, par les pompiers, sur une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

balustrade placée devant les récipients, dans lesquels l'eau était projetée.

Ces récipients, au nombre de trois, étaient formés chacun d'une sorte d'entonnoir en grosse toile, maintenu par une carcasse en fer mince, et se prolongeant par un tuyau également en toile, destiné à conduire l'eau recueillie dans le bassin jaugé, qui correspondait à chacun d'eux. Deux montants verticaux, munis de palans, permettaient d'élever depuis vingt jusqu'à quarante pieds le centre des entonnoirs, fixés, tous trois à une même traverse, par des cordes de suspension.

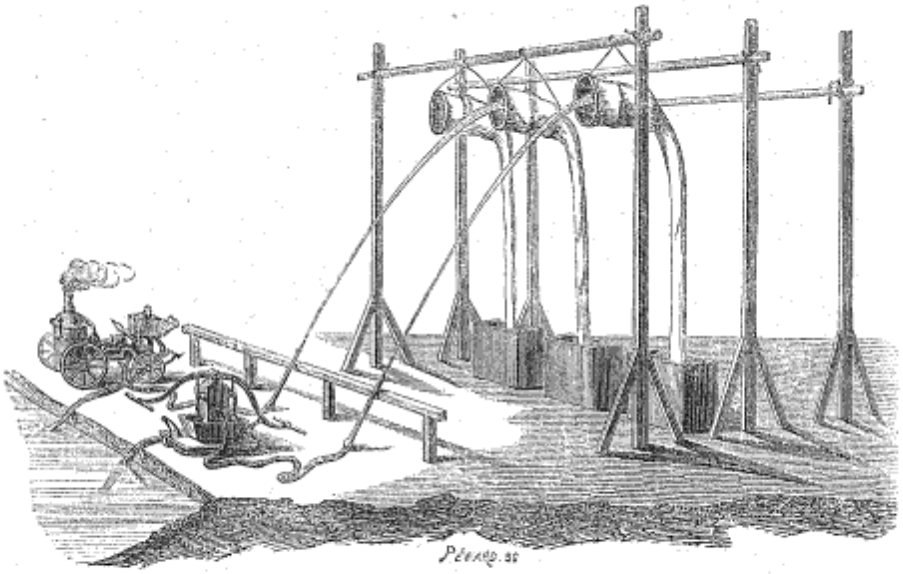


Fig. 3.

On voit sur la figure trois rangs de montants verticaux qui avaient pour objet de faire varier horizontalement la distance à laquelle on voulait mesurer l'efficacité du jet.

De cette manière on pouvait comparer le débit réel de la pompe à la portion de ce débit qui atteignait, dans chaque circonstance, la bouche des entonnoirs, c'est-à-dire un cercle de six pieds anglais de diamètre, en considérant comme inefficace toute l'eau projetée au dehors de ce cercle. Un procès-verbal a été dressé de tous les détails des expériences, et nous indiquons, dans le tableau ci-joint, les dimensions de toutes les machines à bras qui ont été essayées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *général des principales dimensions des pompes manœuvrées à bras.*

NUMÉROS des pompes.	DÉSIGNATION des CONSTRUCTEURS ET DES MODÈLES.	DIAMÈTRE des cylindres.	COURSE des pistons.	VOLUME engendré.	COURSE des manettes.	DIAMÈTRES des tuyaux.	
						d'aspiration.	de refoulement.
		m.	m.	l.	m.	m.	m.
1	Shand et Mason. — Modèle de la brigade de Londres	0.178	0.203	10.09	0.851	0.070	0.063
2	Merryweather et fils. — Modèle de la brigade de Londres	0.178	0.203	10.09	0.864	0.076	0.063
3	Rose. — Modèle de la brigade de Manchester	0 178	0.224	10.22	0.864	0.076	0.063
4	Merryweather et Casentini. — Modèle de la brigade Hodges	0.178	0.203	10.09	0.864	0.076	0.063
5	Shand et Mason. — Modèle du capitaine Fowke, pour l'armée	0.152	0.203	4.83	1.080	0.076	0.063
6	Merryweather et fils. — Modèle des brigades de province	0.156	0.208	4.85	0.791	0.063	0.063
7	Roberts. — A double effet	0 241	0.087	8.00	0 965	0.076	0.063
8	Blinkhorn et C^{ie}. — A double effet	0.178	0.203	10.09	0.914	0.076	0.063
9	Shand et Mason	0.229	0.203	16.72	0.865	0.089	0.063
10	C^{ie} de Broughton. — Brigade de Manchester	0.178	0.212	10.54	0.794	0.089	0.063
11	Letestu de Paris	0.114	0.176	4.00	0.762	0.076	0.051
	Pompes de la ville de Paris	0.125	0.22	5.39	»	»	»

Quant aux résultats constatés, nous n'avons indiqué que ceux dont tous les éléments ont pu être déterminés, et, dans la dernière colonne du tableau de la page 699, on peut voir dans quelle proportion l'utilisation, en volume, décroît, à mesure que la distance du but augmente.

Pour la pompe n° 1, qui débitait dix litres par tour, le volume d'eau recueilli par l'entonnoir représentait 0,84 du volume total, pour une distance de 6^{m},10 et une hauteur égale; à 18,30 de distance horizontale et, à la même hauteur que précédemment, cette utilisation n'était plus que 0,53, bien que l'on eût recueilli toute l'eau projetée sur la surface d'un cercle de près de deux mètres de diamètre. Cependant le jet avait déjà 22,2 millimètres, c'est-à-dire un diamètre plus grand que celui des jets ordinaires de nos pompes à incendie.

Le petit jet de la seule pompe française dont le constructeur ait été en position de prendre part aux essais, a donné, à la dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance de 12m,20 et à 6m,10 de hauteur, une utilisation très-favorable, de 0,67, là où la pompe n° 1 avait donné le chiffre de 0,78, ce qui montre bien l'influence de la grosseur du jet, qui était, dans cette pompe à incendie, construite par M. Letestu, réduit à 19,1 millimètres.

Il est vrai que cette machine était seulement manœuvrée par douze hommes au lieu de vingt-huit, mais son débit était diminué dans la proportion de 3,8 litres à 10 litres, c'est-à-dire à peu près dans le même rapport.

Au point de vue de la meilleure utilisation du travail moteur, les deux machines, également bien construites, donnaient à peu près le même résultat, et c'est là précisément ce qui donne aux faits observés une grande autorité, en ce qui concerne l'influence, selon nous prépondérante, du diamètre du jet obtenu.

Les grandes pompes anglaises fonctionnent à 18 mètres de distance et à 6 mètres de hauteur, à peu près comme les nôtres à 12 mètres ; elles peuvent utilement agir, sur le foyer d'un incendie, à une distance une fois et demie aussi grande, et elles portent utilement sur ce foyer une quantité d'eau plus que double.

Il serait bien nécessaire que ce nouveau mode d'expériences, si bien organisé par le capitaine Shaw, fût reproduit chez nous : il permettrait d'établir, avec certitude, des tables indiquant, pour toutes distances et pour toutes hauteurs, le diamètre du jet le plus convenable, en employant un nombre d'hommes déterminé.

Ordinairement les essais se font en mesurant la portée horizontale, ou la portée verticale du jet, sans aucune mesure du volume qui a réellement atteint le but. Il va sans dire que la portée du jet horizontal est la plus grande, et que le chiffre ainsi obtenu donne une idée fausse des conditions dans lesquelles la pompe peut réellement être utilisée en pratique; quant au jet vertical, sa hauteur approximative n'est évaluée que par l'appréciation un peu arbitraire des gouttelettes qui parviennent le plus loin, mais cette appréciation ne donne aucune notion exacte sur le débit réellement utilisable. Pour l'étude de toutes les questions qui se rattachent aux pompes à incendie, nous nous proposons d'avoir recours à un arrangement analogue à celui du capitaine Shaw. Jusqu'ici nous nous étions bornés à examiner si telle ou telle pompe utilisait mieux le travail moteur, eu égard à la quantité d'eau débitée, et à la vitesse dont elle était animée, lors de son passage par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *des expériences sur les pompes manœuvrées à bras.*

NUMÉROS des pompes.	NUMÉROS des expériences.	NOMBRE des hommes.	DURÉE.	LONGUEUR des tuyaux.	DIAMÈTRES des jets.	HAUTEUR de l'aspiration.	DISTANCE DU JET horizontale.	DISTANCE DU JET verticale.	DISTANCE DU JET réelle.	ANGLE avec l'horizon.	NOMBRE de tours.	DÉBIT total calculé.	EAU réellement recueillie.	PERTE.	Utilisation en volume.
					mm.	m.	m.	m.	m.			l.	l.	l.	
1	4	28	3'	12m.20	22.2	1.52	6.10	6.10	8.53	45°	180	1812 [1]	1476 [1]	336	0.81
	5	28	3	id.	id.	id.	6.10	9.15	10.97	56	195	1967	1558	309	0.84
	6	28	2	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	188	1894	1471	423	0.78
	7	28	2	id.	id.	id.	12.20	9.15	15.24	37	136	1372	863	409	0.63
	8	28	2	id.	id.	id.	18.30	6.10	19.20	18	137	1381	736	445	0.53
	9	28	3	id.	20.6	id.	18.30	7.62	19.81	23	135	1363	681	682	0.50
2	4	28	3	12.20	22.2	1.52	6.10	6.10	8.53	45	180	1817	1426	391	0.78
	5	28	3	id.	id.	id.	6.10	9.15	10.97	56	183	1844	1476	368	0.80
	6	28	3	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	198	1999	1467	532	0.73
	7	28	2	id.	id.	id.	12.20	9.15	15.24	37	129	1299	808	491	0.62
	8	28	2	id.	id.	id.	18.30	6.10	19.20	18	126	1267	445	822	0.35
	9	28	2	id.	20.6	id.	18.30	7.62	19.81	23	114	1149	358	791	0.31
3	4	28	3	12.20	22.2	1.52	6.10	6.10	8.33	45	167	1708	1281	427	0.76
	5	28	3	id.	id.	id.	6.10	9.15	10.97	56	192	1963	1304	559	0.66
4	1	28	2	12.20	22.2	1.52	18.30	6.10	19.20	18	130	1308	763	545	0.58
	2	28	2	id.	id.	id.	18.30	6.10	19.20	18	127	1281	759	522	0.59
	3	28	2	id.	20.6	id.	18.30	7.62	19.81	23	116	1168	509	659	0.53
5	3	20	2	12.20	19.1	1.52	6.10	6.10	8.53	45	124	918	854	54	0.96
	4	10	3	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	143	1058	908	170	0.86
	5	10	3	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	143	1058	863	195	0.82
6	4	20	2	12.20	19.1	1.52	6.10	6.10	8.53	45	129	976	840	136	0.86
7	5	10	3	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	148	1122	863	259	0.77
	6	10	3	id.	id.	id.	12.20	6.10	13.41	26	151	1145	863	282	0.75
8	1	10	3	18.30	19.1	1.52	12.20	6.10	13.41	26	99	999	727	272	0.73
9	1	45	3	12.20	25.4	1.53	12.20	6.10	13.41	26	160	2677	2063	615	0.77
	2	45	3	id.	id.	id.	12.20	9.15	15.24	37	162	2707	1944	763	0.72
10	1	28	3	22.36	22.2	1.53	12.20	6.10	13.41	26	170	1790	1054	736	0.70
	2	28	3	id.	id.	id.	12.20	9.15	15.24	37	145	1526	1117	409	0.63
11	1	12	3	9.15	14.3	1.53	12.20	6.10	13.41	26	178	677	454	223	0.67
	2	12	3	id.	id.	id.	12.20	9.15	15.24	37	198	749	295	454	0.39

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la section réduite de la lance; nous n'avons trouvé la plupart du temps qu'un rendement de 30 pour 100 environ ; ce chiffre reste vrai sans doute, mais les nouveaux éléments des expériences de Londres traduisent, en chiffres, une donnée plus importante, et qui met absolument hors de doute l'avantage des gros jets.

C'est surtout à ce même point de vue que les pompes à vapeur doivent présenter un sérieux intérêt; elles ont été soumises au même mode d'expérimentation; mais avant d'en indiquer les résultas principaux, nous donnerons quelques détails sur la disposition générale des différents organes de ces puissantes machines.

C'est en Amérique qu'elles ont pris naissance et elles forment un type particulier, dont les constructeurs anglais commencent à se rapprocher de plus en plus.

La pompe de M. Lee et Larned de New-York n'a pas fonctionné à l'Exposition, mais la grande réputation que cette machine a acquise en Amérique nous engage cependant à la décrire, comme elle l'a été dans le *Scientific American*, du 7 avril 1860.

« La vapeur est produite par une chaudière annulaire propre à ces constructeurs; elle offre une surface de chauffe de 12 mètres carrés, et peut être mise en pression en six ou huit minutes. La pompe, qui est entièrement en cuivre, est rotative, du système de M. Cary, et conduite par une machine à vapeur à mouvement alternatif, dont le piston a un diamètre de $0^m,18$ et dont la course est de 0,20; elle est munie d'une paire de petits volants pour passer les points morts; elle peut fonctionner à deux cents et même à quatre cents tours par minute. Un disque fondu avec la pompe forme un des couvercles du cylindre, et les deux machines ainsi réunies, dans une longueur de $0^m,70$, pour former une pompe complète à vapeur, ne sauraient être groupées d'une manière plus compacte et sous un moindre volume.

« La tige du piston passe au travers du fond opposé du cylindre, et, au moyen de ses deux bras en T, elle fait fonctionner deux bielles en retour, qui agissent sur les manivelles de l'arbre de la pompe. La distribution est conduite par une bielle d'excentrique calée sur l'arbre principal. L'alimentation se fait au moyen d'une pompe spéciale, mais on peut aussi employer à volonté, pour cet objet, la grande pompe, s'il en est besoin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le bâti se compose, en avant, d'une simple plaque de fondation, en fer, de moins de 0m,30 de largeur, s'élargissant en forme d'anneau, à l'intérieur duquel est rivée une enveloppe cylindrique en tôle mince, consolidée à son orifice inférieur par une bride, et formant à la fois un support et une sorte de cage, pour recevoir la chaudière.

« Cette extrémité de la plaque est supportée par des ressorts semblables à ceux d'un omnibus, par l'intermédiaire de tiges de tension et d'attache, fixées à chacun des angles; le centre de gravité se trouve directement au-dessus de l'essieu d'arrière, qui est coudé, pour laisser passage à la chaudière. Les ressorts sont formés de lames d'égale épaisseur, mais dont la largeur diminue depuis le centre jusqu'aux extrémités.

« A l'avant, on se sert de deux resorts semblables, superposés, dans la ligne d'axe, et destinés à supporter le poids de la machine en son milieu. Ils remplissent ainsi le double objet de la maintenir, au moyen d'articulations placées aux deux extrémités d'un petit arbre vertical, formant émérillon ou joint universel. Ce mode de suspension par un seul point maintient mieux la machine pendant son transport; il empêche ses oscillations et la garantit mieux que toute autre combinaison, et avec le moindre poids de matière, contre les accidents de route.

« Les dimensions qui viennent d'être indiquées sont celles du plus petit modèle : il pèse 1700 kilogr.; le modèle suivant, du poids de 2400 kilogr., est aussi destiné à être traîné à bras, quoiqu'il puisse être également conduit par un ou deux chevaux; il doit être préféré, à cause de sa plus grande puissance, toutes les fois que les rues le permettent et que le poste qui l'emploie est assez nombreux. Ce modèle dirige un jet de 0m,034 à 78 mètres; un jet de 0m,034 à 70 mètres, et dans plusieurs circonstances il a fourni un jet de 0m,038 qui produit des effets surprenants. Entre les mains de la compagnie n° 8, de New-York, il a parfaitement fonctionné dans plusieurs incendies de l'hiver dernier, et il a sauvé des propriétés considérables. MM. Lee et Larned ont encore un modèle plus grand, mais il ne peut être manœuvré qu'avec des chevaux. »

L'indication la plus curieuse de cette notice est, sans aucun doute, celle qui se rapporte à la promptitude de la mise en vapeur, et ce résultat, que nous avons pu vérifier par nous-même,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne le secret de l'efficacité des pompes à vapeur; sans cette rapidité de mise en marche, elles ne pourraient être considérées que comme une réserve, applicable tout au plus aux incendies rebelles : avec elle, au contraire, ces machines forment une avant-garde très-importante, en ce qu'elle peut attaquer l'ennemi de fort loin et à l'improviste, de manière à permettre l'approche des pompes à moindre portée, qui serviront à cerner la place, aussitôt que le foyer ne sera plus aussi ardent ni aussi actif.

Cette étonnante rapidité de la mise en feu s'explique d'ailleurs facilement par la disposition spéciale des chaudières, qui doivent varier beaucoup dans leurs détails, mais dont la description succincte, que nous en pouvons faire, suffira cependant pour indiquer le principe.

Ces chaudières se composent généralement d'un corps principal, contenant un volume d'eau suffisant pour alimenter, avec continuité, une série de tubes verticaux de petit diamètre, qui forment autant de bouilleurs fermés à leur partie inférieure et en communication libre, par en haut, avec le corps principal; ces tubes sont placés dans la boîte à feu, limitée d'ailleurs, comme dans les chaudières de bateaux, par des lames d'eau contenues entre les parois doubles et très-rapprochées qui enveloppent tout l'appareil.

On obtient ainsi une grande augmentation de surface de chauffe; mais cette augmentation ne serait pas encore suffisante, si les tubes n'étaient disposés d'une manière toute particulière et qui rappelle les premières chaudières à circulation de Perkins, Chaque tube renferme un tube concentrique, ouvert par les deux bouts; et, par suite de l'action de la flamme, à l'extérieur des tubes principaux, il s'établit une circulation d'eau très-rapide, la densité moyenne de celle qui circule dans l'espace annulaire étant toujours très-inférieure à celle du liquide dans son état normal, par suite de la vapeur qui y reste interposée; l'eau descend de la chaudière par le tube central, et vient remplacer ainsi celle qui se vaporise dans la branche concentrique du circuit.

Ces chaudières doivent être assez promptement mises hors de service; mais l'on a vu par la description de la pompe de Lee et Larned qu'on peut facilement enlever toute cette partie de la machine, et la remplacer avec une chaudière de même dimension.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans d'autres circonstances, cette circulation de l'eau, si favorable à la rapidité de la vaporisation, est produite au moyen d'une pompe spéciale, qui force l'eau à pénétrer dans les tuyaux extérieurs, indépendamment des causes résultant de la différence de densité.

A Londres, où les pompes à vapeur sont déjà en service, on a été jusqu'à maintenir sans interruption une température convenable dans l'eau de la machine, en allumant dans le foyer, lorsqu'elle est en repos dans sa remise, un certain nombre de becs à gaz, dont on règle la flamme à volonté. L'eau étant alors déjà échauffée par avance, la mise en vapeur est encore plus rapide, et tout à fait certaine.

Dans certaines machines américaines, le piston à vapeur est rotatif, de même que celui de la pompe; mais il nous semble que cette disposition, quant au moteur, doit présenter de graves inconvénients, sans diminuer de beaucoup le nombre ni les dimensions des organes.

La pompe américaine de MM. Worthington et Lee qui a figuré à l'Exposition, est composée de deux cylindres à eau et de deux cylindres à vapeur, le tiroir à vapeur étant dirigé dans chaque machine par la tige de l'autre; de cette manière les mouvements ont lieu simultanément, en sens contraires, avec une régularité parfaite.

Les pompes anglaises sont les seules qui aient fonctionné dans les mêmes conditions d'essais que les pompes à bras; elles étaient au nombre de trois seulement, et nous en donnons les dimensions dans le tableau suivant; deux d'entre elles avaient été construites par MM. Shand et Mason.

TABLEAU *général des dimensions des pompes à vapeur.*

NUMEROS des pompes.	DÉSIGNATION DES CONSTRUCTEURS.	DIAMÈTRES des cylindres		COURSE des pistons.	VOLUME engendré.	DIAMÈTRES des tuyaux	
		à vapeur.	à eau.			d'aspiration.	de refoulement.
		m.	m.	m.	l.	m.	m.
1	Merryweather et fils	0.229	0.165	0.381	15.90	0.127	0.076
2	Shand et Mason.....	0.216	0.178	0.229	11.13	0.089	0.089
3	Shand et Mason.....	0.168	0.152	0.203	5.18	0.076	0.063

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux machines sont à cylindres horizontaux et à double effet; celle de Merryweather n'a pas de volant et le tiroir est conduit par un renvoi de mouvement, venant de la tige des pistons. On a cherché, au moyen d'un ressort, à faire démasquer brusquement les lumières d'admission, ce qui donne lieu à une série de chocs qui doivent fatiguer le mécanisme en peu de temps.

La disposition générale de la machine est indiquée par la figure ci-jointe.

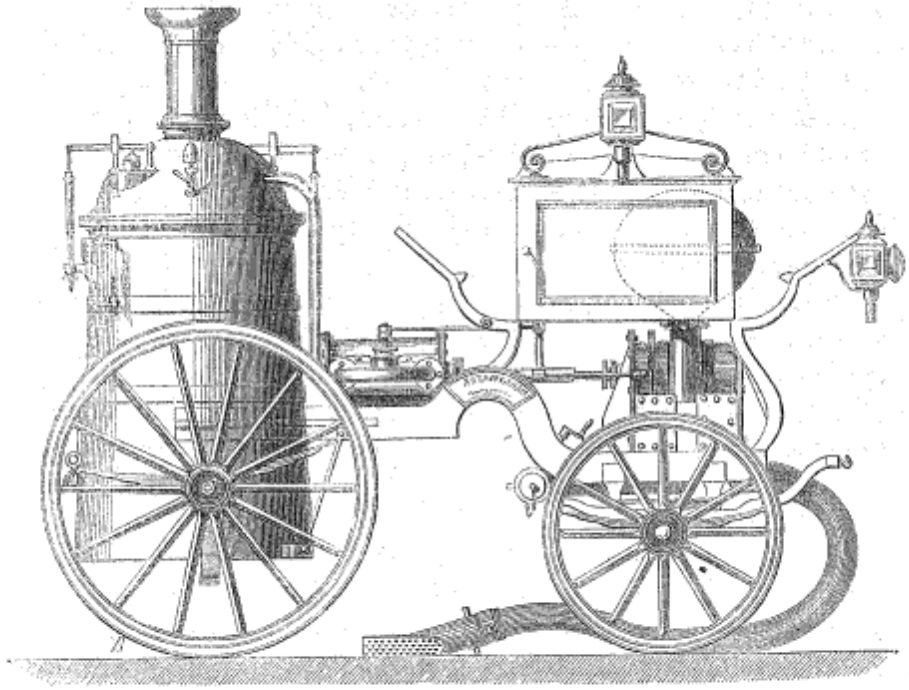


Fig. 4.

La pompe de MM. Shand et Mason, fig. 5, est la plus simple; le cylindre à vapeur A est placé dans le prolongement du cylindre à eau B, et il n'y a dès lors d'autre transmission de mouvement que celle nécessaire à la marche du volant C, destiné à faire passer les temps morts; la chaudière est construite de manière à obtenir une mise en vapeur très-rapide; cette vapeur est conduite directement au tiroir par le tube D, contourné de manière à rendre ses dilatations plus libres; elle s'échappe ensuite par le tuyau courbe E dans la cheminée très-courte F; mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisante cependant, au moyen de l'échappement, pour déterminer un tirage convenable.

Le régulateur à air G est grand, bien disposé, et placé derrière le siége du cocher, il n'embarrasse pas la machine ; à côté

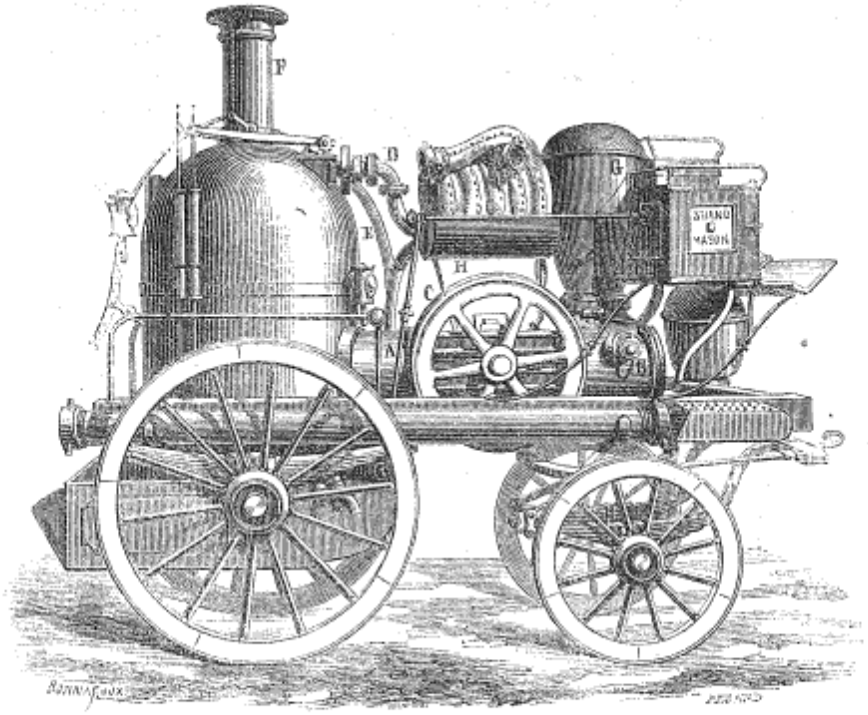


Fig. 5.

de ce régulateur se trouve une sorte de panier en tôle H, destiné à contenir une certaine longueur de tubes, insuffisante cependant dans la plupart des circonstances. Tout le système est porté sur quatre roues et facilement transportable avec deux chevaux.

Voici comment le capitaine Shaw rend compte des opérations auxquelles M. le duc de Sutherland a procédé, avec le jury qu'il présidait : « Après l'examen des chaudières et des machines, les constructeurs remplirent leurs générateurs avec de l'eau directement puisée dans la rivière; les feux ayant été préparés, l'allumage s'est fait en même temps pour les trois pompes, et l'ordre a été donné de commencer le travail, pour chacune d'elles, aussitôt que la pression indiquée par le manomètre aurait atteint cinq atmosphères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La machine de M. Merryweather y arriva en 12′ 30″; le grand modèle de MM. Shand et Mason en 18′ 30″ ; le petit modèle en 30 minutes seulement, par suite de la nécessité où l'on fut de la rallumer une seconde fois. »

Voici d'ailleurs quelques détails nécessaires pour compléter les indications du tableau général des expériences que nous donnons ci-après.

La machine n° 1, de M. Merryweather, a atteint la pression de 5 atmosphères en 7′.40 ; après être montée jusqu'à 5 atmosphères, elle s'est abaissée de 1 atmosphère, pendant le premier essai. Elle s'est ensablée pendant les expériences 3, 9 et 13 et elle a éprouvé quelques dérangements dans les organes de distribution.

La machine n° 2, de MM. Shand et Mason, n'a eu qu'un petit accident au tuyau d'aspiration, et l'expérience n° 17 a été prolongée pendant plus d'une heure. La machine n° 3 a également bien fonctionné, mais son jet de 0m,022 n'était pas de plus grande dimension que ceux des grandes pompes anglaises manœuvrées à bras ; on verra par les tableaux des expériences que cependant 53 0/0 du volume de ce jet ont encore été utilisés à 18m,30 de distance et à 6m,10 de hauteur ; la plus grande rapidité de la marche de la machine, et l'énergie de l'effort exercé par la vapeur ont produit, même avec cette dimension d'orifice, d'excellents résultats.

Dans le meilleur essai sur les pompes à bras on n'a pu atteindre un débit de 700 litres par minute ; le modèle n° 2 à vapeur en a débité, dans l'expérience n° 3, 4842 litres dans le même temps, et rien n'est plus propre, que cette comparaison, pour montrer les services que ces nouvelles machines peuvent déjà rendre ; le débit est plus que sextuplé et le jet peut atteindre à une distance de 18m,30, mais à la hauteur très-faible, il est vrai, de 3m,05. Cette même machine a porté son jet à 24m,40 et à une hauteur de 9m,15 avec une utilisation, en volume, de 0,37, là où toutes nos pompes françaises auraient été absolument inefficaces.

Les brigades de pompiers de Londres possèdent déjà plusieurs de ces machines, et MM. Shand et Mason en ont installé une sur un bateau, pour protéger les propriétés riveraines de la Tamise ; on sait qu'à Londres il n'y a pas de quai, et que les magasins les plus considérables en occupent la place. Comme simplification

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU *des expériences des pompes à vapeur.*

NUMÉROS des pompes.	NUMÉROS des expériences.	DURÉE.	LONGUEUR des bras.	DIAMÈTRES des jets.	BAROMÈTRE de l'aspiration.	DISTANCE DU JET horizontale.	DISTANCE DU JET verticale.	DISTANCE DU JET réelle.	ANGLE avec l'horizon.	PRESSION de la vapeur.	PRESSION à la pompe.	NOMBRE de tours total.	DÉBIT total calculé.	EAU recueillie.	PERTE.	Utilisation en volume.
			m.	mm.	m.	m.	m.	m.		at.	at.		l.	l.	l.	
1	2	2'	12.90	38.1	1.53	18.30	3.05	18.60	10°	8.08	4.21	286	4548	2272	2276	0.50
2	3	1	id.	id.	id.	id.	id.	id.	10	8.43	3.16	208	3308	1904	1304	0.60
	9	4	id.	34.9	id.	24.40	9.15	25.90	21	7.73	5.27	547	8695	2217	6478	0.25
	10	2	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	8.43	5.27	245	3893	2271	1622	0.58
	11	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	7.73	4.91	378	6010	1340	4650	0.22
	13	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	7.02	4.91	386	6137	1317	4820	0.21
	3	1	16.20	38.1	id.	18.30	3.05	18.60	10	6.88	4.21	435	4843	2272	2571	0.47
	4	1	id.	id.	id.	id.	id.	id.	10	7.09	4.21	429	4774	1985	2789	0.42
	7	3	id.	id.	id.	id.	6.10	19.20	18	8.43	4.07	714	7945	2739	5206	0.34
	8	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	18	6.32	2.81	618	6878	1753	5125	0.25
	9	3	id.	34.9	id.	24.40	id.	25.00	14	7.73	6.32	486	5410	3412	2998	0.45
	10	5	id.	id.	id.	id.	9.15	id.	14	7.02	6.32	989	11007	4543	6464	0.41
	11	4	id.	id.	id.	id.	id.	25.90	21	7.73	5.62	538	5989	2235	3754	0.37
	16	10	id.	id.	id.	30.48	6.10	31.10	11	7.37	7.73	1581	17599	4543	13056	0.26
	17	3	id.	id	id.	id.	9.15	31.70	17	6.32	6.32	9840	109522	5315	104207	0.05
3	5	3	12.20	25.4	id.	18.30	3.05	18.60	10	8.57	4.71	599	3103	2017	1066	0.65
	6	1	id.	id.	id.	id.	id.	id.	10	7.87	5.83	306	1585	890	695	0.56
	7	3	id.	id.	id.	id.	6.10	19.20	10	4.48	7.02	625	3235	2031	1204	0.63
	8	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	18	9.62	5.97	581	3007	1590	1417	0.53
	9	3	id.	22.2	id.	24.40	id.	25.00	14	11.94	7.23	534	2766	840	1926	0.30
	10	5	id.	id.	id.	id.	id.	25.00	14	8.78	7.02	1011	5238	1408	3730	0.27
	11	4	id.	id.	id.	id.	9.15	25.90	21	8.78	6.67	690	3575	645	2930	0.18
	12	2	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	8.92	7.02	630	3262	591	2671	0.16
	13	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	8.92	7.02	570	2950	195	2755	0.07
	14	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	9.13	7.02	511	2649	423	2226	0.16
	15	3	id.	id.	id.	id.	id.	id.	21	8.43	6.32	435	2253	64	2139	0.03
	16	10	id.	id.	id.	30.48	6.10	31.10	11	8.43	6.67	1790	9272	159	9113	0.02

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces bateaux à incendie, ils ont même eu l'idée de se servir du jet lui-même, comme moyen de propulsion ; si mauvais que soit ce moyen, au point de vue de la bonne utilisation du travail moteur, il n'est pas mal approprié pour un bateau spécialement destiné au service des incendies.

C'est ici que s'arrêtent les faits dont nous avons été les témoins ; mais il paraît que les désirs des constructeurs vont plus loin, et voici ce que nous lisons dans un journal de science, à la date du mois de novembre dernier.

« Une machine locomotive de traction, avec pompe à incendie, construite par M. W. Roberts, des ateliers de MM. Brown Lenox et Cie, de Millwall, pour MM. Marc et Cie, a été essayée vendredi dernier à la distillerie de MM. Hodges, Church street, Lambeth. La machine pèse tout équipée, chargée de 250 kil. de charbon et de 40 gallons d'eau dans son tender, 7 tonnes 3/4. Elle a une chaudière à tubes d'eau de Benson, avec un petit cheval pour maintenir une circulation artificielle de l'eau entre les capacités externes et les tubes. La vapeur agit dans deux cylindres de $0^m,15$ de diamètre et de $0^m,32$ de course, et les organes de transmission peuvent s'embrayer avec une seule ou deux roues ($1^m,52$ de diamètre), de manière à produire une vitesse de 14 milles à l'heure ; dans un petit trajet on a même atteint 18 milles. Les roues sont mises en mouvement par une chaîne, et des moyens simples sont employés pour remédier aux allongements ou à l'usé de cette chaîne. Les essieux moteurs, un pour chaque roue, sont montés chacun sur deux ressorts d'une grande élasticité, et, à la place des plaques de garde ordinaire, des tiges radiales sont employées pour les réunir au bâti. Une simple roue directrice, à l'avant, permet de tourner dans un cercle de $3^m,66$ de diamètre, presque aussi vite qu'un bon cavalier avec son cheval. Rien, en vérité, ne peut surpasser la facilité avec laquelle la machine obéit, dans l'exécution, à ces différents mouvements. Sur l'arbre principal se trouvent une poulie et un cabestan, la première pour remorquer la machine, s'il est nécessaire, et l'autre pour l'employer à l'élévation des fardeaux, objet pour lequel M. Marc avait sans doute l'intention de l'employer, la plupart du temps ; quand elle fonctionne comme pompe à incendie, on emploie deux pompes de M. Roberts ; les deux pompes sont à double effet ; chaque cylindre a $0^m,240$ de diamètre et une course

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 0m,177. La chaudière est faite pour contenir une grande quantité d'eau, et le temps nécessaire pour mettre en vapeur est par conséquent assez grand. Lorsqu'elle fonctionne, un jet de 0m,044 de diamètre atteint au sommet d'une cheminée de 42m,70 de hauteur, ou à une distance horizontale de 60 mètres, sans compter les 4 ou 5 mètres suivants, dans lesquels l'eau n'arrive plus que disséminée en gouttelettes. La vapeur ne s'est pas maintenue à une pression uniforme; après s'être élevée à 10 atmosphères, elle s'est abaissée rapidement, mais M. Roberts espère qu'il pourra corriger ce défaut, avant le complet achèvement de la machine. Pendant l'essai, il a montré comment, alors que les pompes fonctionnaient à 50 tours par minute, on pouvait employer successivement des jets variant de 0m,040 à 0m,032 de diamètre. La machine est revenue sans accident à Milwall à une heure avancée. »

On voit, par ces détails, l'intérêt que l'on attache en ce moment, tout à la fois à la machine de traction et à la pompe à vapeur; nous ne croyons pas, pour notre part, à la solution facile du double problème; pour être vraiment supérieures, quant à une application déterminée, les machines demandent à être étudiées spécialement en vue de cette seule application; cependant le problème mérite d'être poursuivi, et, à ce titre, on nous saura gré sans doute de faire connaître le programme du concours ouvert, à Londres même, pour la meilleure construction des pompes à vapeur.

« Les fabricants de pompes, les ingénieurs mécaniciens et autres, sont informés qu'un fonds a été souscrit, dans le but de distribuer des prix aux constructeurs des pompes à vapeur, qui, par suite des essais, seront reconnues les plus efficaces pour l'objet en vue duquel elles sont construites. Les arrangements relatifs à ce concours, les conditions sous lesquelles les constructeurs y seront admis, et l'attribution des récompenses seront décidés par un comité composé ainsi qu'il suit :

Président. — Sa Grâce le duc de Sutherland.

Le T.-H. comte de Caithnesse;	T.-R. Crampton;
Lord R. Grosvenor, M. P.;	J. Hawskley;
J.-G. Appold;	J.-E. Mac-Connell;
J.-F. Bateman;	J. Nasmyth;
W.-M. Brown;	W. Smith;

Capitaine E.-M. Shaw, secrétaire honoraire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le comité offre les prix suivants pour les meilleures pompes à incendie à vapeur qui seront essayées à Londres le 1er juin 1863 :

« Les machines présentées aux essais formeront deux classes :

« La première classe se compose des machines dont le poids ne dépassera pas 30 quintaux (1,500 kilogrammes) ;

« La seconde, de celles dont le poids sera supérieur à 30 quint. et n'excédera pas 60 quint. (3,000 kilogr.), ce poids ne comprenant ni le charbon, ni l'eau, ni les tuyaux ou autres accessoires.

« Les prix offerts dès à présent sont de 6,250 francs pour la meilleure machine, et de 2,500 fr. pour celle qui sera désignée comme la seconde, dans chaque classe.

« Le comité espère qu'il pourra prochainement former une troisième classe, qui comprendrait toutes les machines se transportant par elles-mêmes, sans distinction de poids.

« Les principaux points sur lesquels le comité fixera son attention, après la considération du coût et du poids, sont ceux qui sont relatifs à l'efficacité générale de ces machines comme pompes à incendie, en réunissant, parmi d'autres points d'excellence, la rapidité dans l'apparition et la production de la vapeur, la sûreté de l'aspiration, le volume du jet, la distance à laquelle il peut atteindre avec la moindre perte, la simplicité, la facilité d'accès et la durabilité de toutes les parties.

« Le comité se réserve le droit de modifier ou même de retirer ces prix, dans le cas où aucune des machines produites ne lui paraîtrait suffisamment recommandable, et les compétiteurs sont informés que les décisions du comité seront définitives et sans appel.

« Les communications devront être adressées au capitaine E.-M. Shaw, secrétaire honoraire du comité, 63, Watling street, à Londres, E. C. »

L'appel du comité sera entendu, et nous ne craignons pas de dire que l'avenir réserve aux pompes à vapeur un grand rôle; elles auraient déjà été indirectement utiles, si les résultats spéciaux qui précèdent pouvaient convaincre l'administration de la nécessité de mettre l'eau plus libéralement à la disposition des services qui ne la réclament que dans un intérêt commun. Nous avons pensé, d'ailleurs, qu'il était utile de faire connaître à nos constructeurs des faits encore nouveaux et dignes de leur attention.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La question des presses hydrauliques se rattache si intimement à celle des pompes, qu'il nous semble nécessaire d'en dire quelques mots, non pas que les pompes se soient notablement modifiées dans leur construction; mais le rôle de la soupape de sûreté s'est agrandi de telle sorte, qu'elle constitue maintenant un appareil intermédiaire qui, sous le nom d'accumulateur ou de réservoir de force, ou de compensateur, a doté ces sortes d'appareils de propriétés tout à fait nouvelles.

L'emploi des presses verticales est encore plus exclusif en Angleterre qu'en France, où cependant on semble aussi tendre vers la même préférence. La construction des presses anglaises est très-bonne, mais elle n'est pas plus avancée que chez nous, bien qu'on emploie cette machine à des usages beaucoup plus variés. Les énormes poids qu'elle peut supporter la font rechercher chez nos voisins pour les grands travaux de construction; et l'on voyait, en 1851, le modèle de celle qui avait servi à soulever le pont Britannia. Aujourd'hui le vérin hydraulique est, en Angleterre, aussi employé que l'est, chez nous, le vérin à vis.

L'extraction de l'huile de lin se fait exclusivement à la presse hydraulique, et les modèles exposés étaient fort remarquables, sous le rapport de l'agencement des plateaux et des sacs, disposés de manière à faciliter le chargement et à éviter toute perte d'huile bien mieux que chez nous. Les fabricants ont généralisé, dans toutes les usines, l'emploi de l'huile elle-même, à la place de l'eau, pour transmettre les pressions aux pistons. Il est maintenant bien établi que les cuirs et surtout les surfaces métalliques se conservent beaucoup mieux en opérant de cette façon.

Ces détails écartés, le seul fait important est celui de l'emploi, qui se généralise en France, de l'accumulateur. L'accumulateur est une véritable presse hydraulique, disposée de manière à ce que la pression s'y maintienne constante, quelles que soient les variations du jeu des pompes d'injection, qui la desservent, et les quantités d'eau qu'on lui enlève, à chaque instant, pour les besoins des autres presses.

C'est un appareil intermédiaire entre les pompes et les presses hydrauliques, en si grand nombre que l'on voudra, d'une usine. Les figures 6 et 7 font voir l'appareil en élévation et en plan. La figure 8 est une coupe horizontale par le milieu de la base du corps de presse; la figure 9, une coupe verticale faite suivant *a b*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les organes de la presse elle-même, et suivant a' b', pour le système des plateaux de fonte qui chargent, au degré voulu, le piston.

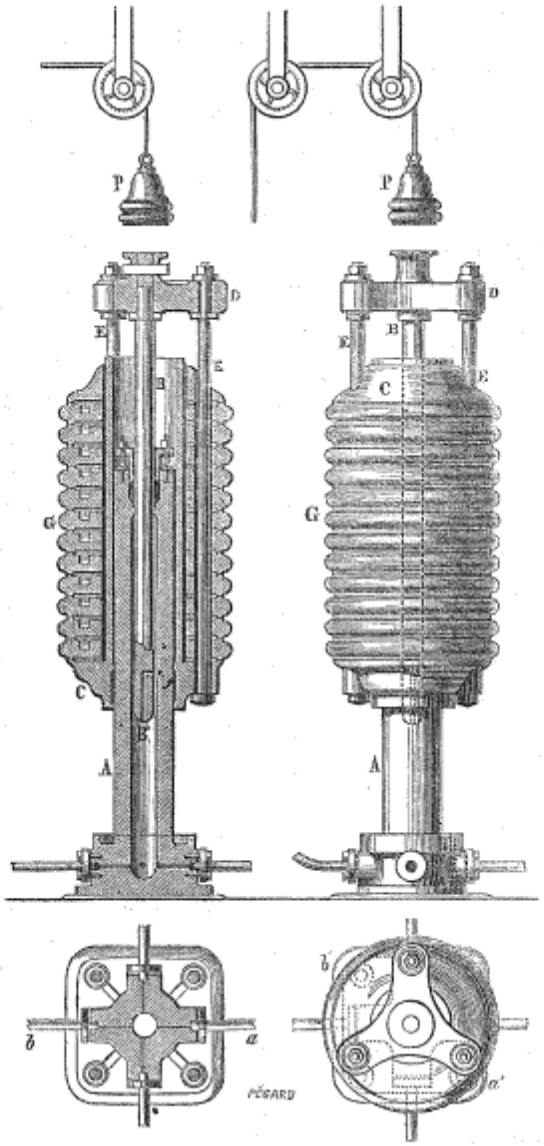


Fig. 6, 7, 8 et 9.

Les orifices d'injection des pompes et ceux d'alimentation des presses, que le compensateur doit desservir, se trouvent distri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bués, au nombre de quatre, dans le pied de l'appareil, au-dessus de la plaque de fondation. Le corps de presse A est très-long par rapport à son diamètre : il est alésé intérieurement, et garni des cuirs emboutés convenables pour assurer le jeu du piston B, et exactement tourné à l'extérieur pour permettre au cylindre C, garni de ses rondelles, de glisser librement, suivant la demande du piston. La solidarité entre l'une et l'autre pièce se produit au moyen de la forte bride triangulaire D et des trois tiges de suspension E; celles-ci relient entre eux les deux plateaux C, qui comprennent entre leurs tiges un nombre de plaques plus ou moins considérable, suivant la pression à laquelle on veut se maintenir. Ainsi chargé, le piston peut parcourir, du haut en bas, toute sa course, sans pour cela que la pression varie, et pourvu qu'il ne repose pas par la bride supérieure D sur le corps de presse, l'appareil sera toujours prêt à injecter une partie de son eau sous cette même pression. Les pertes que fait ainsi le cylindre A sont d'ailleurs incessamment réparées par le service des pompes d'injection qui ne doivent cesser de fonctionner que si le piston B est arrivé au sommet de sa course. Si, par impossible, cette circonstance se présentait, on voit en B′ comment l'eau excédante serait rejetée en dehors par le petit conduit B′, ménagé à la partie inférieure du piston.

Mais c'est là une condition de sécurité surabondante, car les choses sont ainsi disposées qu'en venant rencontrer le poids P au moyen du tampon D′, et avant de permettre à l'eau de sortir par le conduit B′, le piston détermine la cessation du fonctionnement de la pompe ou des pompes d'injection.

Dans la machine exposée par M. Lecointe, le piston B a une section transversale de 33 centimètres carrés; le poids total des rondelles est de 3300 kilogr., de sorte que la pression hydraulique est constamment maintenue à 3300 : 33 = 100 kilogr. par centimètre carré ou à 100 atmosphères.

On ne saurait croire combien ces sortes d'appareils apportent d'améliorations dans les usines dans lesquelles un grand nombre de presses sont constamment en fonction ; chaque ouvrier presseur n'a qu'un robinet à tourner plus ou moins, pour déterminer et modérer à son gré la rapidité de l'opération qu'il dirige.

La première idée de ces appareils repose évidemment sur le même principe que le réservoir, à eau comprimée, des grues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Armstrong, et des appareils analogues qui fonctionnent dans les principaux docks de l'Angleterre; mais pour introduire cette donnée dans la pratique courante des ateliers, pour atteindre à des pressions le plus souvent supérieures à 100 atmosphères, il a fallu modifier toutes les formes : les compensateurs de M. Falguière d'abord, ceux de M. Lecointe ensuite, perfectionnés comme ils le sont, dans la disposition générale des organes, sont destinés à devenir d'une application de plus en plus générale. Nous avons demandé à M. Lecointe de nous construire sur ce principe un compensateur à poids variable, destiné à nos expériences d'écrasement sur les matériaux de constructions.

La disposition la plus nouvelle de l'appareil de M. Lecointe consiste dans l'ensemble des organes nécessaires pour faire cesser et reprendre le jeu des pompes alimentaires, toutes les fois qu'il est nécessaire.

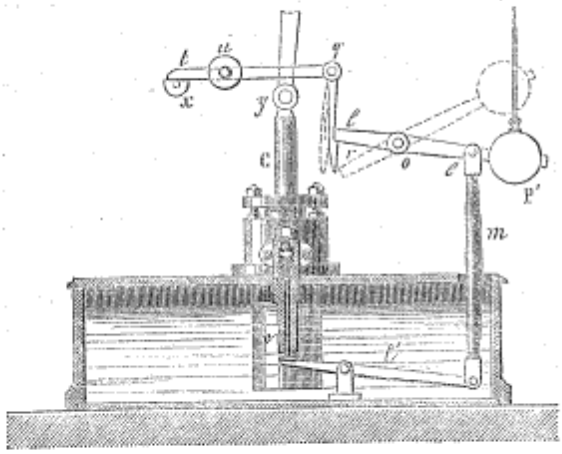


Fig. 10.

Ces pompes sont au nombre de deux et la cessation du fonctionnement de chacune d'elles est déterminée par l'abaissement du poids P', fig. 10, relié au poids P de la figure précédente. Ce poids P' s'abaisse dans la position indiquée par le dessin, toutes les fois que le piston du compensateur est arrivé au haut de sa course. Le poids P' agit alors par l'intermédiaire du levier l, mobile autour du centre o, sur la bielle m, à l'extrémité de laquelle se trouve articulé un autre levier l', dont l'extrémité opposée à la bielle agit sur la queue de la soupape d'aspiration pour la relever. Lorsque les choses sont arrivées dans cette position, la soupape cesse d'agir et ne peut plus reprendre son jeu que quand le levier l' a repris une position horizontale. Une tige verticale v sert d'intermédiaire entre le levier l' et la soupape S qui est en ce moment soulevée sur son siége. Lorsque les leviers l et l' se sont ainsi inclinés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour produire le débrayage de la soupape, sous l'action du poids P', l'extrémité l du levier l est venue se loger dans une encoche correspondante pratiquée sur le côté, d'une équerre rqt, mobile autour du point q, et qui tend à se maintenir dans cette position sous l'action d'un contre-poids u de sa branche horizontale, jusqu'à ce que celle-ci repose sur un buttoir fixe x, attaché au bâti de la pompe.

Tant que le taquet ou l'encoche r se maintiendra dans cette position, elle retiendra la soupape d au-dessus de son siége, en sorte que la reprise de la pompe ne pourra avoir lieu que quand on agira sur l'équerre, pour soulever sa branche horizontale $q\ t$. C'est ce qui arrive chaque fois que le piston C arrive près de l'extrémité supérieure de sa course. Le prolongement y de la goupille d'articulation avec la bielle rencontre alors la branche $q\ t$, et dégage, en le soulevant, le taquet. C'est seulement à ce moment que le poids P' peut se relever et dégager la soupape; il résulte de cet arrangement que la soupape ne retombe jamais sur son siége qu'au moment où s'achève la course descendante du piston, et que l'aspiration ne peut avoir lieu qu'au moment où ce piston commence sa course ascendante, c'est-à-dire au moment où il n'a pas encore acquis une vitesse qui puisse donner lieu à des coups de bélier.

Nous considérons cette impossibilité de la reprise de la pompe, en toute autre position des organes, comme une amélioration très-importante; elle est parfaitement assurée au moyen des dispositions que nous avons décrites. On remarquera d'ailleurs que l'action de la broche y ayant lieu à chaque coup de piston, la pompe reprendra toujours, au commencement de la course qui suivra l'abaissement du poids P, c'est-à-dire aussitôt que le compensateur ne sera pas entièrement plein.

On voit, par ces indications, comment les détails se perfectionnent dans les machines les plus employées; chacun de ces perfectionnements se traduit par de nouvelles facilités dans le travail et par la diminution du prix de revient des produits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 17.

INSTRUMENTS ET APPAREILS

DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE,

PAR le Dr U. TRÉLAT.

(SUITE.)

§ 2. *Appareils orthopédiques, contentifs, etc.* — Les appareils orthopédiques sont des machines généralement complexes, ayant pour but, à l'aide de pressions ou de tractions soutenues, de maintenir ou de ramener les parties déviées vers leur situation naturelle. La diversité des mouvements à obtenir et la difficulté de presser longtemps les parties molles sans les blesser sont ici les deux obstacles à vaincre.

D'immenses progrès ont été faits dans cette voie depuis le commencement du siècle, et chaque jour en voit éclore de nouveaux; les uns consistant en une modification de détail, les autres dérivant d'une idée plus générale et partant plus féconde. Nous aurons à indiquer plus bas un progrès de cette nature.

MM. Lebellegnic et Grandcollot de Paris, M. Leiter de Vienne ont perfectionné à différents égards les appareils à pied bot. M. Lebelleguic substitue les mouvements parallèles ou par glissement aux mouvements par rotation autour d'un axe, et, bien que cette formule ne doive pas passer à l'état de principe, on ne saurait nier que dans bon nombre de cas elle ne donne de très-bons résultats. Rien ne serait plus aisé que d'employer, dans un même appareil, ici le glissement, là la rotation; c'est une ressource nouvelle à ajouter et non à substituer aux autres.

M. Grandcollot a poursuivi une autre idée. Il a cherché une combinaison simple qui permît, à la volonté du chirurgien, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement libre dans deux directions opposées ou seulement dans une seule. Il y arrive de la façon que voici : son articulation se compose de deux courbes, l'une circulaire dans toute son étendue, l'autre circulaire en partie et non circulaire dans le reste de son étendue. Quand la tangence est établie selon les deux fractions de cercle, le mouvement est libre dans les deux sens, mais dès que, par un très-léger déplacement de la pièce qui porte la courbe variée, le point de tangence a été porté en dehors d'une ligne qui unirait les centres des courbes, le mouvement, facile dans un sens, est absolument arrêté dans l'autre comme par l'action d'un frein.

Cette disposition, croyons-nous, avait été déjà utilisée dans la construction des machines, mais on n'y avait nullement songé pour les appareils orthopédiques, où elle demandait d'ailleurs à être modifiée pour devenir facilement applicable. Jusqu'ici on se servait de roues dentées commandées par un pignon à pas de vis ou par un encliquetage empêchant le recul ; il est évident que l'articulation de M. Grandcollot est plus simple, tout aussi solide et peut être variée dans son action avec la plus rapide facilité. Cette articulation peut être appliquée à des appareils très-divers de contention ou de redressement.

La grande majorité des appareils orthopédiques agit en poussant, en pressant dans un sens contraire à celui de la déformation. Il n'est pas douteux que dans certains cas ce mode d'action soit utile et suffisant, mais il en est d'autres plus particulièrement caractérisés par des déformations où la paralysie de quelques muscles joue le principal rôle. C'est ce qui explique comment une gymnastique appropriée ou les contractions provoquées artificiellement par l'électricité peuvent parfois rendre un grand service. Mais, en présence d'une paralysie réelle, ces moyens sont inefficaces.

Depuis longtemps on avait songé à suppléer aux muscles paralysés par des ressorts ou des cordons élastiques, mais les difficultés d'exécution de semblables appareils avaient entravé, dès leur début, presque toutes les tentatives. On n'obtenait en général que des tractions ou trop faibles ou trop énergiques, et ayant le défaut grave de ne donner qu'une sorte de résultante des mouvements si complexes qui se produisent à l'état normal.

Éclairé par ses importantes recherches sur l'action physiolo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gique des muscles, M. le docteur Duchenne (de Boulogne) a repris cette étude des appareils orthopédiques à forces constantes, et les résultats auxquels il est arrivé constituent un de ces progrès importants que nous signalions aux premières lignes de ce chapitre.

M. Duchenne a reconnu que, pour maintenir une situation naturelle ou provoquer des mouvements naturels dans les petites articulations de la main ou du pied, il était indispensable de donner aux moteurs artificiels la direction, les points d'attache des muscles et des tendons. C'était là une idée bien simple, et cependant personne n'en avait suffisamment compris l'importance, et personne ne l'avait mise en pratique.

On comprendra, sans qu'il soit besoin d'entrer ici dans de plus amples détails, combien les appareils conçus d'après ces principes peuvent et doivent être variés. Ici point de panacée, rien de formulé d'avance, seulement un moyen général dont l'efficacité dépend du tact du chirurgien et de l'habileté du fabricant.

Signalons ici une série de petits appareils très-ingénieux, quoiqu'en général très-simples, et destinés à pallier une disposition morbide assez fréquente. Certaines personnes ne peuvent conserver une attitude ou répéter un mouvement sans éprouver une douleur fixe, une crampe qui s'oppose absolument à la continuation de l'acte. Cette crampe atteint surtout les doigts, la main, l'avant-bras, et, chose remarquable, elle cesse aussitôt que la situation des organes est modifiée. Cette singulière et gênante affection est connue sous le nom de *crampe des écrivains*, parce que c'est l'écriture qui la provoque le plus souvent, mais non toujours. Il suffit donc, pour y porter remède, de faire que le patient puisse toujours éviter la position spéciale qui engendre la douleur. Pour atteindre ce but, on a construit des porte-plumes, des porte-pinceaux offrant les formes les plus variées, souvent les plus bizares, mais contraignant les doigts ou la main à prendre une attitude exempte de souffrance. Ces appareils sont dus surtout à MM. Velpeau, Cazenave (de Bordeaux), Duchenne (de Boulogne); ils figuraient dans les expositions de MM. Charrière et Mathieu, qui leur ont fait subir diverses modifications.

Nous avons examiné avec grand intérêt des appareils servant à la contention des membres à la suite de traumatismes graves

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits par la main du chirurgien ou par une cause accidentelle. Les chirurgiens d'Angleterre et d'Allemagne opèrent assez fréquemment la résection de la hanche et du genou. Ces opérations importantes, difficilement acceptées par la chirurgie française, laissent le membre flottant et sans aucun maintien ; or, comme la guérison ne peut s'effectuer sans un temps considérable, il faut de toute nécessité disposer un appareil qui, tout en permettant des mouvements au malade, conserve l'immobilité du membre. La réalisation de cette double donnée n'est ni facile, ni simple ; on n'y est arrivé jusqu'ici qu'à l'aide de machines compliquées et coûteuses. Ce sont des chariots où le membre blessé repose couvert de son pansement et bien fixé, chariots suspendus à des galets roulant avec facilité sur des rails ; de sorte que les mouvements généraux du corps entraînent ensemble le membre malade et son appareil contentif. En conséquence, aucun déplacement nuisible ne peut se produire.

M. Mathews de Londres, et M. Leiter de Vienne ont exposé de ces chariots à résection dont le plus connu est le *Salter's swing* (berceau de Salter). Ils peuvent être employés non-seulement après ces opérations, mais dans toute circonstance où une plaie grave nécessite une immobilité prolongée. Si nous sommes bien renseigné, c'est un appareil de ce genre que le docteur Partridge a appliqué à Garibaldi, et cette disposition a été approuvée par tous les chirurgiens qui ont visité l'illustre blessé.

Malheureusement, ainsi que nous le disions, l'élévation du prix et la nécessité de modifier le chariot à peu près dans chaque cas particulier apportent de sérieux obstacles à l'extension de ce précieux moyen de pansement.

D'autres objets peu coûteux, et d'un usage très-commun, ont attiré notre attention dans les vitrines des exposants anglais et dans nos visites aux hôpitaux de Londres ; nous voulons parler des attelles ou éclisses si utiles dans le pansement des fractures.

Est-ce routine ou besoin de simplicité, nous employons à peu près exclusivement en France des attelles droites, plates, ou parfois courbées suivant leurs bords ; aussi, pour adapter ces lames rigides aux contours sinueux des membres, sommes-nous obligés d'user de remplissages, de coussins volumineux, et encore ne parvenons-nous pas toujours à bien remplir toutes les indications. Nous avons vu à Londres des attelles pour les frac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures du membre inférieur qui nous paraissent bien supérieures aux nôtres; elles sont courbes suivant la largeur, percées d'un large trou au niveau des malléoles et munies d'un prolongement angulaire qui embrasse les parties latérales du pied. Une autre disposition permet, chose bien utile, d'appliquer autour d'un membre un appareil contentif solide en laissant à découvert un point plus ou moins étendu qui réclame des pansements fréquemment renouvelés. Ce résultat est obtenu au moyen de l'*attelle interrompue,* deux attelles reliées l'une à l'autre, suivant leur longueur, par deux barrettes de fer en forme de ⊂ renversé dont les deux extrémités sont rivées sur le bois; on voit de suite comment cet assemblage rigide laisse passer entre les deux tiges de métal les mains du chirurgien et les pièces du pansement.

Il n'y a pas ici un grand effort d'invention, mais il convient de rappeler que, dans la pratique chirurgicale, l'instrument le plus ingénieux ne comporte pas nécessairement un progrès ou un avantage proportionnel, et réciproquement.

Une table à opérations exposée sous le nom de M. Whibley est employée dans plusieurs hôpitaux de Londres. Cette table étroite, légère, facile à transporter et fonctionnant dans toutes ses parties à l'aide de moyens simples et solides, est bien préférable au meuble lourd qui existe dans nos hôpitaux de Paris; elle permet au chirurgien d'être plus près du malade, de soutenir isolément un seul de ses membres congénères ou tous les deux ensemble; enfin, grand avantage, reposant sur quatre pieds, elle ne peut jamais basculer et est aisément placée dans tel point convenable de l'amphithéâtre. Or, ce point est sujet à varier suivant la quantité, la nature de la lumière, l'incidence des rayons du soleil, etc.

Du reste, quoique ce ne soit pas ici le lieu d'aborder en détail un pareil sujet, il nous a semblé que, sous tous les rapports, les amphithéâtres à opérations des hôpitaux de Londres étaient infiniment mieux installés que les nôtres. Ce soin général se retrouve jusque dans le transport des opérés, dont nous voulons dire un mot. Chez nous, l'opération et le pansement terminés, le malade est soulevé à bras par un ou deux infirmiers qui le placent sur un brancard et le transportent jusque dans la salle, près de son lit. Là il est de nouveau enlevé du brancard de la même manière et déposé dans son lit. Si bien exécutée qu'on la sup-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose, cette double manœuvre est, dans bien des cas, longue et pénible, à ce point que, pour certaines opérations, les chirurgiens préfèrent pratiquer dans la salle, au milieu des autres malades, ce qui est mauvais, pour éviter le mode de transport que nous avons indiqué.

La majeure partie de ces mouvements est évitée par le procédé anglais. Au moment de commencer l'opération, on étend sur la table une pièce de forte toile d'égale dimension, munie d'une large coulisse suivant chaque bord longitudinal ; par-dessus on dispose un tissu imperméable. Le malade est couché sur la table ainsi préparée et l'opération s'achève. Aussitôt deux infirmiers glissent dans les coulisses deux longs bâtons maintenus écartés à l'aide de barres de fer convenablement placées ; ce brancard improvisé soulève et emporte le malade sans lui imprimer aucun mouvement inutile ; on le dépose sur son lit, les bâtons et les barres de fer sont élevés et le transport est effectué. Au bout d'une ou de plusieurs heures, quand les premiers moments de trouble sont passés, on retire la toile, qui pourrait devenir gênante. On comprendra que ce mode d'agir permet, si c'est nécessaire, le double transport de l'opéré, de son lit à l'amphithéâtre et de l'amphithéâtre à son lit sans plus de difficulté que nous venons de le dire. On alléguera peut-être que ces manœuvres sont compliquées, qu'elles doivent être répétées deux ou quatre fois pour chaque malade. Nous affirmons que tout cela se fait très-aisément, très-vite, et que les opérés échappent ainsi à tous les mouvements intempestifs qu'ils ont à subir lorsqu'on agit comme nous l'avons indiqué pour nos hôpitaux.

§ 3. *Appareils prothétiques.* — D'immenses progrès ont été faits dans cette branche depuis le commencement du siècle ; quelques-uns datent même de ces dernières années. Nous y insisterons plus particulièrement.

La prothèse ne vise pas toujours au même but ; tantôt, sans souci de la forme, elle poursuit la restitution d'une fonction, tantôt elle cherche, par une imitation savante, à simuler un organe absent ; parfois, enfin, touchant alors à la perfection, elle cache sous une apparence naturelle un artifice qui remplace et la forme et la fonction perdues. Tout cela est soumis à l'habileté, au génie de l'artiste, et avant tout à l'indication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand l'œil est perdu, il ne peut être question que d'une seule chose, simuler son existence ; mais cette chose, grâce à l'admirable exécution des coques artificielles d'émail, rend d'inestimables services. C'est un fait aujourd'hui reconnu qu'un œil de verre simule la nature au point de tromper les personnes les plus attentives. A cette perfection des apparences, les habiles artistes qui s'occupent de cette fabrication ont ajouté d'autres progrès bien importants. Grâce à l'épaisseur variable qu'ils peuvent donner aux coques, grâce aux encochures de leurs bords disposées pour chaque cas particulier, il n'existe pour ainsi dire plus de moignon oculaire qui se refuse à l'application d'un œil artificiel. Nous devons citer avec éloge ici les fabricants français, MM. Desjardins, Coulomb et surtout MM. Boissonneau, père et fils.

Nous passons, sans nous y arrêter, sur la prothèse dentaire. Quelque remarquables que soient les résultats obtenus, ils sont aujourd'hui trop bien connus pour que nous en parlions ; mais il n'en est pas de même des restaurations plus considérables dues à un dentiste américain, aujourd'hui fixé à Paris. M. Préterre a construit des pièces artificielles destinées à remplacer des mâchoires entières, à combler d'horribles délabrements résultant de plaies d'armes à feu ou d'opérations chirurgicales. Ces pièces faites pour des malades des hôpitaux civils ou militaires de Paris, sous les yeux de chirurgiens éminents, permettent la mastication et la parole à de malheureux blessés qui, sans elles, ne pourraient accomplir aucune de ces deux fonctions si nécessaires.

Après la découverte de la staphyloraphie (réunion du voile du palais), on avait renoncé à la prothèse ; on cherchait à remédier au vice de conformation par les procédés de la chirurgie. En 1845, M. Stearns, médecin américain, fit voir aux chirurgiens de Paris un appareil fait par lui et pour lui et qui fonctionnait parfaitement. Par malheur, M. Stearns quitta la France sans laisser copier son appareil. Pendant dix ans il ne fut plus question de prothèse pour les divisions du voile palatin. Aujourd'hui, M. Préterre peut montrer plusieurs infirmes qui mangent, parlent, vivent avec des appareils remarquables faits par lui. Les succès de la prothèse sont tels, que plusieurs chirurgiens n'hésitent pas à y avoir recours plutôt que de pratiquer même des opérations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inoffensives. Cette dernière opinion prévaudra-t-elle? Il est permis d'en douter, surtout en face des remarquables succès opératoires obtenus dans ces derniers temps par quelques chirurgiens. Quoi qu'il en soit, cette rivalité entre la chirurgie proprement dite et la prothèse ne peut que donner les meilleurs résultats pour la cure d'une infirmité d'autant plus triste, que respectant toutes les grandes fonctions, elle gêne profondément les continuels rapports qui s'établissent par la parole[1].

Les membres artificiels ont été améliorés de différentes façons, et nous devons citer les noms de MM. Bigg et Gray, en Angleterre, de MM. Charrière, Mathieu, comte de Beaufort, en France.

Il nous est impossible d'entrer dans le détail de ces améliorations qui nécessiteraient des descriptions étendues, nous devons nous borner à en indiquer la nature.

MM. Charrière et Mathieu ont perfectionné les mouvements des bras artificiels en employant le système de traction imaginé, en 1844, par M. Van Petersen. Mais s'il est juste de rendre à ce dernier auteur ce qui lui appartient réellement, il faut reconnaître que M. Mathieu est le seul qui soit parvenu à satisfaire complétement un amputé bien connu du monde artistique. De son côté, M. le comte de Beaufort, avec l'aide d'un habile orthopédiste de Paris, M. Béchard, a pu montrer aux sociétés savantes une main artificielle d'un nouveau modèle, et ce qu'il nomme *bras artificiel utile ou automoteur*. Le mérite de cet appareil, qui a été très-favorablement apprécié par le conseil de santé des armées, consiste en ceci, qu'il entre en jeu, pour ainsi dire, à l'insu de celui qui le porte ; si l'épaule se jette en avant, l'avant-bras artificiel s'étend, et réciproquement. C'est en étudiant avec attention comment les mouvements du bras et de l'avant-bras s'associent dans l'état normal, que M. de Beaufort est arrivé à ce résultat de synergie artificielle. Ce n'est, du reste, pas la première fois que l'étude de la physiologie ou de l'anatomie nor-

1. Les individus atteints de division congénitale du voile du palais ou de la voûte palatine ne peuvent absolument pas produire certains sons ; les autres sont confus et nazonnés. En somme, la parole est à peu près inintelligible, à moins d'une habitude spéciale. Il est facile de comprendre que cet état constitue une infirmité réelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

males donne de bonnes inspirations aux inventeurs d'appareils prothétiques. M. Duchenne (de Boulogne) n'est parvenu à agir utilement contre les paralysies musculaires du bras et de la jambe qu'en simulant avec des ressorts la direction et les insertions des muscles. Un des plus remarquables perfectionnements apportés à la construction des jambes artificielles, la position excentrique en arrière de l'articulation des attelles jambière et fémorale (ce qui permet à la fois et la mobilité du genou et sa solide régidité dès que le membre est dans l'extension), n'est qu'une imitation rigoureuse de ce qui existe dans la nature; ce perfectionnement remonte à une vingtaine d'années. Ce qu'il y a de plus important à signaler pour ces derniers temps, c'est l'adaptation d'une sorte de pied en bois de frêne que M. de Beaufort fait au pilon commun et la tendance de plus en plus marquée des chirurgiens et des fabricants à donner pour point d'appui à leurs appareils non la tubérosité sciatique mais la cuisse, comme le fait M. Palmer, de New-York, ou la cuisse et la partie supérieure de la jambe, ainsi que cela existe dans le modèle de M. Mathieu.

§ 4. *Appareils physiques d'usage médical.* Quoique nous n'ayons à exposer ici qu'un petit nombre de sujets, leur importance est si grande que nous avons cru devoir leur consacrer un paragraphe spécial.

De ces appareils, les uns sont particulièrement utiles à l'étude des sciences médicales qui ne forment qu'une branche des sciences naturelles; le microscope est de ce nombre. Les progrès que cet instrument a fait faire à l'anatomie, à la physiologie, à la pathologie sont immenses. On ne saurait dire dans quelles proportions se sont accrues les connaissances humaines, grâce au télescope qui nous fait voir l'infiniment loin, et au microscope qui nous montre l'infiniment petit. Aussi peut-on prévoir des découvertes scientifiques nouvelles chaque fois que ces puissants moyens d'investigation sont améliorés. Ce qui nous a le plus frappé à cette Exposition, ce sont les microscopes binoculaires. Nous en avons vu chez plusieurs fabricants anglais et chez l'un d'eux, dont malheureusement nous ne pouvons retrouver le nom, nous avons pu observer différents objets donnant cette sensation de relief qu'on n'obtient que par la vision avec les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

yeux. Nous n'avons pas à indiquer ici les différents procédés par lesquels ce résultat peut être obtenu et la théorie assez délicate de ces dispositions nouvelles; c'est là un point d'optique pure qui n'appartient pas à cet article. Il nous suffit de signaler le perfectionnement qui ne peut manquer de rendre d'importants services à tous les micrographes.

Depuis qu'on connaît mieux, et cette connaissance est absolument contemporaine, les conditions de la vision binoculaire, on a cherché à la rendre possible pour le plus grand nombre des instruments d'observation. C'est cette pensée qui a dirigé M. Giraud-Teulon, savant physicien en même temps que physiologiste habile, dans la construction de son ophthalmoscope binoculaire que l'on pouvait voir dans la vitrine de M. Nachet. Nous n'avons pas besoin de faire ici l'éloge de cet exposant, dont les excellents microscopes, qui sont entre les mains de presque tous les anatomistes français, ont acquis une réputation incontestée. Notre expérience personnelle ne nous permet pas de dire si l'instrument de M. Giraud-Teulon remplaçera tous ceux qui ont été imaginés depuis l'admirable découverte d'Helmholtz (éclairage et observation du fond de l'œil); nous pensons cependant qu'il constitue une innovation remarquable et que dès qu'on aura vaincu quelques légères difficultés d'application, il pourra faciliter et rendre plus complet l'examen de la surface rétinienne. En effet, d'une part, la vision binoculaire donne cette sensation de relief dont nous parlions à propos du microscope, d'autre part, la grande difficulté de l'ophthalmoscopie consistant en ce que l'observateur doit voir une image réelle ou aérienne située entre son propre œil et l'œil observé, cette image est plus facilement trouvée par les deux yeux que par un seul, qui n'a pas la sensation des distances.

A côté de l'ophthalmoscope nous devons parler du laryngoscope. Les deux promoteurs ou vulgarisateurs de cet instrument, M. Czermack, de Pesth, et M. Türck, de Vienne, ont exposé leurs appareils. La première idée de la laryngoscopie appartient à Liston et à Manuel Garcia. Ce dernier, étudiait sur lui-même, à l'aide d'un miroir introduit dans l'arrière-gorge, le travail du larynx dans la production des sons musicaux. Pendant plusieurs années ces faits restèrent stériles; presque en même temps, M. Türck et M. Czermack publièrent des observations remarqua-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bles et montrèrent à un nombre considérable de médecins et de physiologistes le larynx, les cordes vocales et les anneaux de la trachée. Aujourd'hui, quatre ans seulement après ces premiers travaux, le laryngoscope est adopté et employé par tous les médecins. Les choses utiles font vite leur chemin, et nous croyons fermement que, dans ce siècle, lorsqu'une idée scientifique rencontre des résistances tenaces, c'est qu'elle est nuisible ou pour le moins stérile. Il n'en a pas été ainsi pour l'ophthalmoscope ni pour le laryngoscope ; ces admirables moyens d'investigation qui font pénétrer le regard de l'observateur dans les ténèbres de nos organes étaient à peine connus, qu'aussitôt ils étaient appliqués et perfectionnés [1] avec un succès que l'avenir augmentera encore.

Signalons en passant un ingénieux appareil du professeur Ruete, l'ophthalmotrope. De bien remarquables découvertes ont été faites dans ces dernières années sur la physiologie de l'œil. Le mécanisme de l'accommodation aux diverses distances, les troubles de cette importante fonction, tout cela a provoqué des recherches et des études de toute nature sur la vision. Les muscles moteurs du globe oculaire n'y ont pas échappé ; l'instrument du professeur Ruete est destiné à démontrer d'une manière rigoureuse les mouvements de ces muscles, leur étendue, la part que chacun d'eux prend aux déplacements de l'axe optique. Le mérite de cet appareil consiste surtout dans l'exactitude des connaissances physiologiques qu'il doit vulgariser.

Le sphygmographe du docteur Marey doit attirer toute notre attention ; c'est un appareil très-portatif, destiné à écrire les formes du pouls.

Outre ses variations de fréquence, bien étudiées par tous les médecins, le pouls présente des variétés de forme qui avaient reçu des anciens médecins une foule de noms dont le moindre inconvénient était de ne donner qu'une idée très-vague de sensations fugaces et par cela même mal représentées par le langage. Aussi tous ces mots étaient tombés dans l'oubli et une longue expérience pouvait seule développer un tact assez fin pour sentir des changements réels mais presque imperceptibles.

1. Ces perfectionnements dus à MM. Czermack, Turck, en Allemagne, Moura-Bourouillon en France, sont surtout relatifs au mode d'éclairage et à l'emploi des réflecteurs ; ce ne sont que des variétés d'une méthode unique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les recherches physiologiques, faites sur l'appareil circulatoire à l'aide de manomètres et d'hémomètres, devaient conduire les savants à trouver des procédés qui leur permissent de mieux apprécier, en les amplifiant, les formes du pouls et même d'en conserver le tracé. Vierordt, le premier, construisit un sphygmographe à levier qui donnait le tracé du pouls. Mais le levier de cet appareil était chargé d'un poids destiné à presser sur l'artère et équilibré par un contre-poids; il oscillait comme le fléau d'une balance chargée, c'est-à-dire lentement, de telle sorte que l'ascension et la descente étaient égales. Ce sphygmographe ne donnait donc que l'intensité de la pulsation et non sa forme; il fallait obtenir ce dernier et si important résultat.

M. Marey l'a atteint au bout de longues et ingénieuses recherches. Son appareil, construit par Bréguet, se compose d'un cadre métallique qu'on fixe aisément sur l'avant-bras au moyen d'un lacet courant d'un côté à l'autre, d'un ressort oblique dont on peut graduer la pression, terminé par une plaque d'ivoire qui appuie sur l'artère, d'un levier long et très-léger qui, fixé par une de ses extrémités au cadre, est soulevé près de cette extrémité par le ressort; son bras le plus long traduit la pulsation en l'amplifiant et l'écrit sur une bande de papier mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie très-peu volumineux qui fait partie intégrante de l'appareil.

Il est facile de comprendre qu'avec une semblable disposition, le levier indicateur se meut en toute liberté, sans avoir à vaincre aucune de ces résistances compensatrices que nous avons signalées dans l'appareil Vierordt; aussi le sphymographe de M. Marey donne-t-il des tracés variés en rapport avec les changements qu'éprouve la circulation artérielle à l'état normal et à l'état pathologique. En un mot, il indique les formes du pouls. Ces formes sont si constantes et si absolument liées aux causes qui les produisent que l'on peut, sans hésiter, remonter de la forme pulsatile à la cause physiologique ou pathologique. Un pareil instrument ne pouvait manquer de fournir des données nouvelles; des points de physiologie importants et obscurs, des incertitudes de diagnostic ont été tranchés par lui et l'ingénieuse ardeur de notre confrère nous autorise à penser qu'il est encore loin du terme de ses heureuses recherches. Le jury de Londres lui a décerné une médaille, la Faculté de médecine de Paris un prix,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et nous croyons savoir que l'Institut de France lui prépare une haute récompense.

Nous ne voulons pas omettre de signaler en terminant les admirables aquarelles de M. Lakerbauër qui consacre un réel talent à la reproduction si difficile des pièces pathologiques ; les curieuses photographies de M. Duchenne (de Boulogne), extraites de son remarquable travail sur la physiologie des muscles de la face; enfin les belles préparations microscopiques de M. Hyrtl, de Vienne, et de MM. Bourgogne père et fils, de Paris.

§ 5. *Conclusion*. Arrivé au terme de cette étude, qu'il nous soit permis de résumer notre impression sur la dix-septième classe de l'Exposition de 1862.

Le grand progrès d'aujourd'hui, c'est la dispersion, l'universalisation du progrès. La construction des instruments et appareils de chirurgie ne saurait être l'apanage d'un pays, d'une ville ; la production des matières premières et leur bas prix jouent ici un rôle secondaire; ce qui importe, c'est une chirurgie active, s'exerçant sur un grand théâtre et soufflant de continuelles inspirations aux mains habiles des ouvriers. Or, ces conditions existent, plus ou moins accusées, dans presque toutes les grandes villes d'Europe; aussi pouvait-on voir à l'Exposition des produits de Berlin, de Vienne, de Stockolm, de Copenhague, de Rotterdam, de Lisbonne, de Bologne et même de la lointaine Russie.

En 1851, la France avait une éclatante supériorité; cette supériorité s'affirmait en 1855 par l'extrême rareté des exposants étrangers, elle s'affirme en 1862 par leur nombre. Nos fabricants se sont créé des imitateurs, des émules. Leurs modèles, leurs formes, le travail de leurs instruments ont été copiés ou imités, et c'est par cela qu'on trouve, à n'en pas douter, la raison des progrès remarquables accomplis en première ligne par les couteliers anglais, ensuite par ceux des autres pays. Ce rôle initiateur de notre industrie prouve que si elle n'est plus sans rivale elle marche toujours au premier rang dans sa sphère.

Paris. — Imprimerie P.-A. BOURDIER et Cie, rue Mazarine, 30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 7.

MACHINES A TRAVAILLER LES MÉTAUX ET LES BOIS.

PAR M. TRESCA.

L'Exposition universelle de 1862 était surtout remarquable par le grand nombre des machines-outils qui avaient été placées, les unes à côté des autres, dans la grande annexe du palais de Kensington. Jamais les mille systèmes de machines à travailler le bois et le fer n'avaient offert une aussi grande variété, ni une aussi grande perfection.

L'emploi des grandes machines-outils a été, pour l'Angleterre, la cause prédominante de sa supériorité dans la construction des machines, et si certains constructeurs français sont parvenus au même degré de perfection, il faut bien le reconnaître cependant, l'Exposition qui vient de finir a démontré qu'ils ne savent généralement pas se servir des machines-outils aussi bien que dans les ateliers anglais, et que ces machines elles-mêmes ne sont pas arrivées chez nous à une aussi grande sûreté dans le travail qu'elles exécutent, ni à une aussi grande perfection dans leur agencement général.

Sans doute nous avons, en France, des machines-outils fort bien exécutées; beaucoup d'entre elles sont même la copie de machines anglaises plus anciennes, et l'on sait qu'à partir de 1820 ce sont presque toujours les types anglais qui ont servi de thème à la plupart des améliorations de détail qui ont été introduites par nos constructeurs les plus habiles, dans cette partie importante des applications mécaniques.

C'est de cette époque aussi que date le développement de nos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ateliers de construction mécanique; outillés d'abord avec les machines de Fox et de Sharp et Robert, ils se sont formé bientôt un matériel spécial et tout français; mais pendant que MM. Pihet, Calla, Cavé, Hallette, De Coster, Ducommun, s'inspiraient, dans leurs nouvelles constructions, de ces premières machines-outils venues de l'étranger, MM. Whitworth, Fairbairn, Sharp et Stewart travaillaient, de leur côté, à perfectionner leurs propres types; et à notre avis, quant à la construction spéciale des machines-outils, la distance est encore bien grande entre les nôtres et celles de nos voisins.

Ce genre de machines était d'ailleurs représenté en très-petit nombre dans notre Exposition française : l'esprit d'invention s'y faisait remarquer cependant, autant et plus peut-être que dans les travées anglaises; mais le nombre, mais la puissance, mais la spécialisation faisaient défaut, et il nous a semblé que, pour s'être mis à l'œuvre beaucoup plus tard, certains constructeurs allemands, prenant leurs modèles sur des machines anglaises plus récentes, avaient approché du but beaucoup plus que les nôtres.

Avant de passer en revue les machines-outils les plus remarquables, il nous paraît nécessaire d'indiquer ce qui nous paraît constituer, d'une manière générale, la supériorité que nous attribuons aux produits anglais : car elle tient tout autant à une physionomie d'ensemble qu'à quelques différences dans l'exécution et dans la disposition des organes.

Il ne faut pas s'étonner d'ailleurs de la diversité des opinions qui ont été émises sur le sujet important qui nous occupe. Suivant le temps que chaque observateur a pu consacrer à l'examen des machines-outils, il a dû rapporter de ses visites à l'Exposition une impression toute différente. A première vue, il était impossible de n'être point frappé de ce vaste ensemble qui rapprochait, à quelques pas les uns des autres, ces puissants engins qui n'avaient pas encore été réunis en aussi grand nombre, même dans les plus vastes chantiers. Ce même nombre de machines, ce même nombre de constructeurs, tous habiles, ne pouvait se rencontrer que dans un pays où l'activité industrielle a pris l'importance qui est un des traits les plus caractéristiques de la puissance anglaise.

Si, revenu de ce premier éblouissement, l'observateur s'est attaché à reconnaître la nature des machines-outils qui figuraient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'Exposition, il n'y a trouvé que des tours, des machines à raboter, des machines à percer, des marteaux-pilons, de grandes dimensions pour la plupart, mais n'offrant, ni par leur objet, ni par leur mode de fonctionnement, de différences bien apparentes avec nos machines similaires; de là cette opinion que les machines-outils, qui font la fortune des ateliers anglais, seraient semblables aux nôtres.

Ce sont en effet, comme celles-ci, des tours, des machines à raboter, puisqu'elles sont destinées à façonner les pièces brutes, suivant les formes variées qu'exigent les besoins divers des arts mécaniques; mais, quand on y regarde de plus près, on ne tarde pas à apercevoir, malgré les similitudes des noms, des différences d'autant plus importantes qu'elles se traduisent presque toujours par une plus grande sûreté ou par une plus grande rapidité dans l'exécution, en même temps que par une répartition mieux entendue du métal, dans le but d'assurer à chacune des pièces la résistance la plus convenable; on tient aussi à ce que l'ouvrier préposé au travail ait, pour ainsi dire sous sa main, tous les moyens de faire varier, quand il en est besoin, le jeu des organes et les différents mouvements qu'ils doivent effectuer.

Les constructeurs anglais, moins capricieux et en même temps moins inventifs que les nôtres, sont en général peu disposés à s'éloigner d'un type, quand ils l'ont une fois adopté; mais, par cela même qu'ils le répandent à un grand nombre d'exemplaires, qu'ils s'enquièrent des avantages et des défauts signalés dans les diverses applications qui en sont faites, ils le modifient pour ainsi dire pièce à pièce, donnant de la force à telle partie qui n'a pas résisté, aux dépens de telle autre qui a peut-être des dimensions exagérées; cette étude non interrompue conduit à rapprocher les uns des autres certains organes, à grouper, sur un même point, tous ceux qui doivent être mis en jeu par la main de l'ouvrier, à distribuer l'action mécanique à toutes les opérations qui peuvent se faire d'une manière automatique, et, sur tous ces points de détail, à améliorer toujours, sans rien abandonner de ce qui déjà a été rendu meilleur. Ce mode de procéder, qui exige sans doute plus de temps et plus de persévérance, trouve ses principaux avantages dans sa lenteur même, et il se traduit, en définitive, chez les constructeurs les plus en renom, en robustes automates, solide-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment constitués dans toutes leurs parties, et exécutant, sans hésitation et sans retard, dans la mesure de leurs forces et de leurs dimensions, tous les travaux en vue desquels ils ont été construits.

Après cet aperçu général, voici d'ailleurs l'indication des principales tendances auxquelles la pratique journalière paraît avoir conduit, en Angleterre, la plupart des constructeurs de machines-outils.

Toutes les machines-outils sont lourdes et massives; leur bâti est en général composé d'une seule pièce de fonte creuse, d'une exécution difficile parfois, mais sur laquelle tous les organes viennent se grouper, chacun à sa place, occupant dès lors par rapport aux autres une position parfaitement définie, à partir de laquelle ils fonctionnent avec la plus grande sûreté.

Ce caractère spécial des outils anglais s'est produit, ainsi que nous venons de le dire, par des modifications successives, et l'emploi des bâtis creux en fonte, tels que M. Whitworth les a, le premier, construits, a été entre toutes la plus importante. La stabilité d'une machine-outil n'est jamais assez grande : si les diverses parties ne sont pas suffisamment solidaires, si elles peuvent même vibrer pendant leur action, le travail sera défectueux, et l'on dit alors que l'outil broute. Si au contraire la construction est bien assise et suffisamment compacte, non-seulement le travail sera plus uniforme et plus précis, mais encore on pourra faire mordre d'avantage les outils et enlever, d'un seul coup, des épaisseurs de matière pour lesquelles, avec des machines moins bien organisées, plusieurs passes ne suffiraient pas.

Le grand mérite des machines-outils construites en Angleterre c'est qu'elles sont robustes, et nos constructeurs ne sauraient mieux faire que de tendre vers le même but, au lieu de chercher à allégir le poids mort des bâtis.

Il ne faudrait pas croire que ces lourds appareils, si bien appropriés aux gros travaux, manquent en aucune façon de délicatesse pour les opérations du plus grand fini, et cette observation nous conduit à signaler encore, à nos fabricants, une pratique qui mériterait d'être mise à l'étude dans leurs ateliers. En Angleterre, quand on a décroûté une pièce, et qu'elle est amenée sur la machine, à la forme géométrique qu'on veut lui donner, on ne la livre pas à des ajusteurs, pour enlever, à la lime, les sillons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'outil et la polir. Nous avons vu, dans les ateliers si bien dirigés par M. Penn, que ce travail de finissage s'effectuait lui-même sur la machine, au moyen de passes spéciales, enlevant fort peu de métal, et, dans quelques circonstances, n'ayant absolument pour objet que de brunir la surface; le travail tout entier était ainsi effectué sans que la pièce fût dérangée de sa place; ses formes géométriques n'étaient pas altérées, comme elles le sont habituellement par les dernières opérations faites à la main, et la main-d'œuvre dépensée pour ce finissage se trouvait diminuée dans une proportion notable.

Cette pratique est très-générale en Angleterre; elle exige qu'une même machine-outil soit plus longtemps employée à l'exécution d'une pièce donnée; l'outillage nécessité par une fabrication de même importance doit être augmenté dans la même proportion que cette durée de l'exécution; le capital à dépenser pour l'installation d'une usine devient ainsi plus considérable; mais, s'il est vrai que l'exécution soit meilleure, et qu'elle exige moins de main d'œuvre, il faut évidemment reconnaître que, dans la plupart des cas, la pratique anglaise est préférable à la nôtre, et que nous ferions bien de l'imiter. En décrivant les machines elles-mêmes nous aurons souvent à faire remarquer que la terminaison des pièces, sur la machine même, est une des grandes préoccupations des principaux constructeurs de machines-outils.

Cette préoccupation a grandement contribué à la tendance que l'Exposition a signalée vers la spécialisation, de plus en plus marquée, dans la destination des outils; à côté des machines destinées à exécuter toujours la même nature de travail sur des pièces de formes et de destinations différentes, nous avons aujourd'hui des appareils qui servent exclusivement au travail d'une pièce, de forme et de dimensions presque déterminées : les tours à tourner les roues de wagons sont un exemple déjà ancien de cette spécialisation des machines, et l'Exposition de Londres nous montrait, pour la première fois, des tours pour façonner les tiges de tampons, des machines à mortaiser pour raboter spécialement les arbres coudés des locomotives, des machines à percer disposées tout exprès pour le travail de leurs longerons, une machine à raboter pour faire les dos cylindriques des clavettes, etc. Toutes les fois qu'une même pièce doit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être exécutée à un très-grand nombre d'exemplaires, on ne recule point devant la dépense d'une machine appropriée, qui empruntera, aux machines-outils ordinaires, les organes particuliers et le mode de travail nécessaires pour l'exécution de chacune des parties de cette pièce.

Une circonstance particulière, qu'il importe de signaler à l'attention de nos constructeurs, a puissamment contribué à faire naître ces machines spéciales : en Angleterre chaque fabricant a ses modèles, qu'il ne modifie point au gré de l'acheteur : celui-ci n'a donc qu'un choix à faire, et non pas, comme chez nous, des conditions particulières à imposer; et, le type se reproduisant toujours le même, jusqu'à ce qu'il se présente une occasion de l'améliorer, on n'a point à redouter de faire une dépense, dont on sera bientôt remboursé par l'économie réalisée dans une fabrication courante de la machine, disposée en vue de cette fabrication.

En France les habitudes sont tout autres, et il y sera difficile, pendant longtemps encore, d'échapper aux exigences des acheteurs et des ingénieurs qui dirigent les exploitations.

Afin de réduire, autant que possible, le rôle de l'ouvrier, dans la partie matérielle de l'exécution, les machines anglaises sont, plus encore que les nôtres, dotées de transmissions automatiques, pour tous les déplacements de l'outil ou de la pièce à travailler; la marche rétrograde se détermine en général par le déplacement du même cliquet chargé de produire le même mouvement en avant; à la fin de chaque passe, l'outil s'avance de lui-même, sous l'action générale de la poulie motrice; en un mot, la machine se suffit à elle-même dans toutes ses manœuvres, aussitôt que cette poulie tourne, et l'ouvrier n'a plus qu'à dégager ou à engager les encliquetages, pour arrêter ou modifier à son gré le fonctionnement de chacun des organes. Cet agencement si complet, qui continue ses fonctions avec une exactitude chronométrique, à moins que le conducteur n'en ordonne autrement, cette obéissance précise à chaque signal, qu'il suffit de manifester, par le moindre effort, sur quelque levier ou quelqu'autre pièce bien apparente, et bien placée sous la main, n'ont pas seulement pour objet de faciliter le travail et la surveillance de l'ouvrier; s'il doit moins faire par lui-même, il surveille mieux, et les choses en sont arrivées à ce point qu'il peut même, dans un grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de cas, surveiller à la fois l'exécution de deux pièces ou de deux parties d'une même pièce, sur la même machine. S'il s'agit du rabotage d'une bielle, le même banc portera deux limeuses indépendantes, façonnant simultanément ses deux têtes; deux forets pourront de même préparer, aux deux extrémités, les logements des clavettes; et, dans d'autres cas, on exécutera, à chacune des extrémités de la même machine, un boulon ou un écrou séparé.

Cette double surveillance, imposée au même conducteur, est ainsi l'un des caractères les plus communs dans les machines qui travaillaient à l'Exposition; elle constitue, par elle-même, une amélioration importante, et quand on ne peut en obtenir le bénéfice, soit parce que les pièces sont trop grandes, soit parce que la surveillance du travail doit être incessante, on place encore plusieurs outils les uns à côté des autres de manière à effectuer à la fois plusieurs passes parallèles, et à arriver ainsi à une exécution plus rapide, avec une moindre dépense de main-d'œuvre.

La stabilité des machines, la complète exécution des pièces, sans démontage, la spécialisation des outils à l'exécution de celles qui se font à un grand nombre d'exemplaires, la généralisation des mouvements automatiques poussée jusqu'à l'extrême, l'emploi simultané de plusieurs outils, tels sont les caractères les plus généraux des progrès récemment accomplis dans la construction des machines-outils.

S'il nous était donné d'entrer dans quelques détails sur l'histoire des perfectionnements successifs d'une même machine-outil, nous verrions que, depuis le mémorable rapport de M. le général Poncelet, c'est-à-dire depuis la première Exposition universelle de 1851, chacun des appareils que l'on comprend dans cette dénomination générale de machines-outils s'est modifié suivant l'un ou l'autre de ces caractères; en nous bornant, dans cet article, à examiner, en eux-mêmes, les différents genres de machines exposés à Londres, l'année dernière, nous aurons à constater aussi d'autres améliorations de détail; mais elles ne sauraient, comme les précédentes, être caractérisées dans leur ensemble par des tendances aussi nettement définies et d'un intérêt aussi général.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. TOURS.

De toutes les machines-outils, le tour est la plus ancienne, et c'est aussi la plus remarquable : car elle permet d'exécuter, avec une extrême précision, toutes les surfaces de révolution, particulièrement les surfaces cylindriques, sur lesquelles elle donne aussi le moyen de tracer des hélices et de creuser profondément des rainures, de même forme et de différents profils, qui laissent en saillie les filets d'une vis. Il suffit, pour exécuter ce travail, de déplacer l'outil devant le cylindre, de manière qu'il avance, à chaque tour, d'une distance égale au pas de cette vis. Au moyen d'engrenages intermédiaires, convenablement disposés, on sait, depuis longtemps, faire varier cette distance entre des limites très-différentes. C'est ainsi que les tours à charioter sont transformés en tours à fileter; mais nous n'avons à signaler aucune particularité nouvelle dans les dispositions destinées à ce travail, si ce n'est que, comme nous l'avons déjà dit, les bancs sont généralement d'une seule pièce, en fonte creuse, et que les chariots qui glissent sur ces bancs ont un plus grand empâtement, et présentent ainsi, dans leur fonctionnement, une stabilité plus grande.

Les modèles de M. Whitworth et Cie se sont à peine modifiés depuis l'Exposition de 1851 ; mais l'emploi simultané de deux outils opposés est généralement adopté pour toutes les pièces longues; on évite ainsi la flexion de ces pièces, et rien ne s'oppose à ce que l'on donne à chaque passe une plus grande profondeur. On adopte aussi la disposition que l'on désigne depuis quelque temps sous le nom de tour à banc rompu : une lourde plaque de fondation, dressée et percée de mortaises sur toute sa surface, supporte un banc mobile, qui peut s'éloigner de la poupée du tour, de manière à laisser, au-dessous de celle-ci, une fosse plus ou moins large, pour les pièces qui doivent être tournées sur plateau; la transmission qui détermine le déplacement du support à chariot, passe dans l'intérieur de la plaque de fondation, et l'outil se transporte automatiquement, soit parallèlement à l'axe, pour charioter, soit dans une direction perpendiculaire, pour planer. Quant à l'ouverture et à la fermeture de la fosse, elle s'effectue en faisant glisser le banc tout entier sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaque de fondation, au moyen d'une manivelle et d'un arbre fileté auquel on donne une longueur convenable.

Dans le tour à fileter de William Muir, on remarque deux petites crémaillères qui font partie du chariot, et qui, placées de chaque côté de l'embrayage, sont destinées à faire baisser le support de la longue vis, à l'instant où la partie inférieure de l'écrou doit passer, et à le ramener ensuite, dans sa première position, après le passage de cet écrou.

Dans le tour de Maclea et March, on remarque une disposition nouvelle pour le serrage de la contre-pointe : on a pratiqué, dans le tube dans lequel cet organe est logé, une mortaise d'une largeur d'un centimètre et de vingt centimètres de longueur environ; cette mortaise est remplie de plomb, et l'on place, vers le milieu, un boulon destiné à resserrer les deux lèvres; le serrage se fait ainsi d'une manière parfaitement concentrique, sans aucun risque de déplacement de la contre-pointe. M. Ducommun avait déjà employé une disposition analogue.

MM. Smith Beacock et Tannett ont employé deux outils, mais dans des conditions tout à fait différentes de celles de M. Whitworth; ils ont placé, sur un même banc, un double attirail de poupées, et ils peuvent ainsi travailler deux pièces à la fois; ces pièces, ce sont des tiges de tampons de choc, et le cheminement du chariot étant guidé par une rainure, chacun des outils avance ou recule de manière à exécuter automatiquement, sur le tour, le profil même de la rainure qui sert de guide.

Une disposition analogue pourrait, dans un grand nombre de cas, être appliquée avec avantage, pour le travail des pièces qui sont d'un emploi fréquent.

M. Hartmann, de Chemnitz, avait disposé un tour spécial pour couper les tubes de locomotives et pour les repousser ou les rétreindre à leur extrémité, de manière à faciliter l'assemblage des deux parties à souder ensemble, pour les faire servir, à nouveau, dans les chaudières tubulaires. Cette petite machine était fort ingénieusement disposée et deviendra certainement l'un des outils les plus indispensables dans les ateliers de réparation. Ce sont encore MM. Smith Beacock et Tannett qui avaient construit cette grande machine à rayer les canons, qui doit, à tous égards, être considérée comme un modèle à suivre; la rayure se fait, d'une manière entièrement automatique, par la combinaison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de translation, celui-ci variant à volonté par rapport à l'autre, en inclinant plus ou moins, sur l'axe de la pièce, le bras sur lequel le mouvement rectiligne est réalisé; l'outil n'avance dès lors que suivant la projection de ce mouvement, et cette projection varie, suivant l'angle indiqué sur une division que porte la machine. M. Anderson, qui l'a étudiée dans toutes ses parties, avait exposé la coupe d'un canon, dans lequel il avait exécuté des rainures extrêmement variées, et d'un précision irréprochable.

II. MACHINES A ALÉSER.

L'alésage est une opération qu'on effectue, suivant les circonstances, sur des machines à axe vertical ou à axe horizontal; ces dernières ont prévalu parce que cette disposition permet facilement de donner une grande stabilité aux pièces en travail.

On se sert souvent, pour cet objet, de tours spéciaux, et nous ne voyons que deux de ces machines à signaler parmi celles de l'Exposition.

L'une d'elles, sortant, des ateliers de MM. Crawhall et Campbell, était disposée pour aléser plusieurs cylindres horizontaux, suivant des axes exactement parallèles.

M. le baron Séguier, dans son rapport officiel, a fait remarquer avec raison que ce parallélisme n'était peut-être pas assuré avec une précision suffisante; et, si le résultat n'est pas obtenu d'une manière absolue, il est évident que la machine n'a aucune raison d'être. Cependant l'idée subsiste, et il n'est pas impossible de la réaliser sous plus d'une forme satisfaisante.

Le constructeur allemand que nous avons déjà cité, nous a montré une petite machine pour aléser, sans le déplacer, un cylindre de locomotive, qui aurait pris un peu de jeu par l'usé. L'outil est un burin de machine à raboter, à fer taillé en forme de gouge, dans des conditions telles qu'il peut agir sous différents angles; l'appareil est fixé par des boulons au cylindre même, et l'outil tourne autour de ce cylindre; une disposition analogue peut être appliquée au dressage des glaces de tiroirs, et des outils-machines de ce genre pourraient certainement trouver de très-nombreuses applications pour la réparation de diverses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parties d'un matériel, en dehors de l'atelier de construction. C'est là une indication qui peut faire naître toute une classe de machines nouvelles, disposées pour la réparation seulement.

III. MACHINES A PERCER.

Tous les constructeurs avaient présenté quelques machines de ce genre, les unes remarquables par leurs dimensions ou par les moyens employés pour leur donner une volée variable, les autres comme spécimens de difficultés vaincues dans le moulage de bâtis creux, d'une exécution remarquable, ou parce qu'elles apportaient de notables perfectionnements dans la mise en place des grosses pièces. Nous décrirons d'abord quelques-unes de ces machines en détail.

Machine radiale, de Fairbairn et Cie, de Leeds.

Cette machine est surtout remarquable par la disposition du tablier à rainures, qui se compose de deux faces A et B, bien rectangulaires entre elles, et disposées de manière que, suivant la forme des pièces, leur mise en place se fait avec la même facilité, sur la face horizontale ou sur la face verticale de ce tablier. La poulie motrice est cachée derrière la face verticale, de manière à ne jamais gêner la manœuvre; la transmission a lieu au moyen de deux poulies étagées et d'une double paire d'engrenages, de manière à accélérer convenablement la vitesse de l'arbre vertical, caché dans l'intérieur de la colonne, et qui, par son pignon supérieur, commande à la fois le mouvement de rotation de l'outil et son mouvement de descente; le premier de ces effets s'obtient directement au moyen de deux autres engrenages coniques, dont l'un est solidaire avec un arbre horizontal intermédiaire, l'autre avec le porte-outil. Ce dernier pignon sert aussi à déterminer l'avance de l'outil de la manière suivante : un troisième pignon conique, symétrique par rapport au premier, fait tourner un petit arbre horizontal et, avec lui, une poulie à étages, fixée à son extrémité; cette poulie correspond à une poulie inverse, placée sur un arbre parallèle, au bas du chariot C; cet arbre agit, par vis sans fin, sur un pignon horizontal, faisant mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir, à l'extrémité supérieure de son arbre vertical, un autre pignon commandant une roue centrale, qui forme écrou, et qui agit sur la tige filetée du porte-outil.

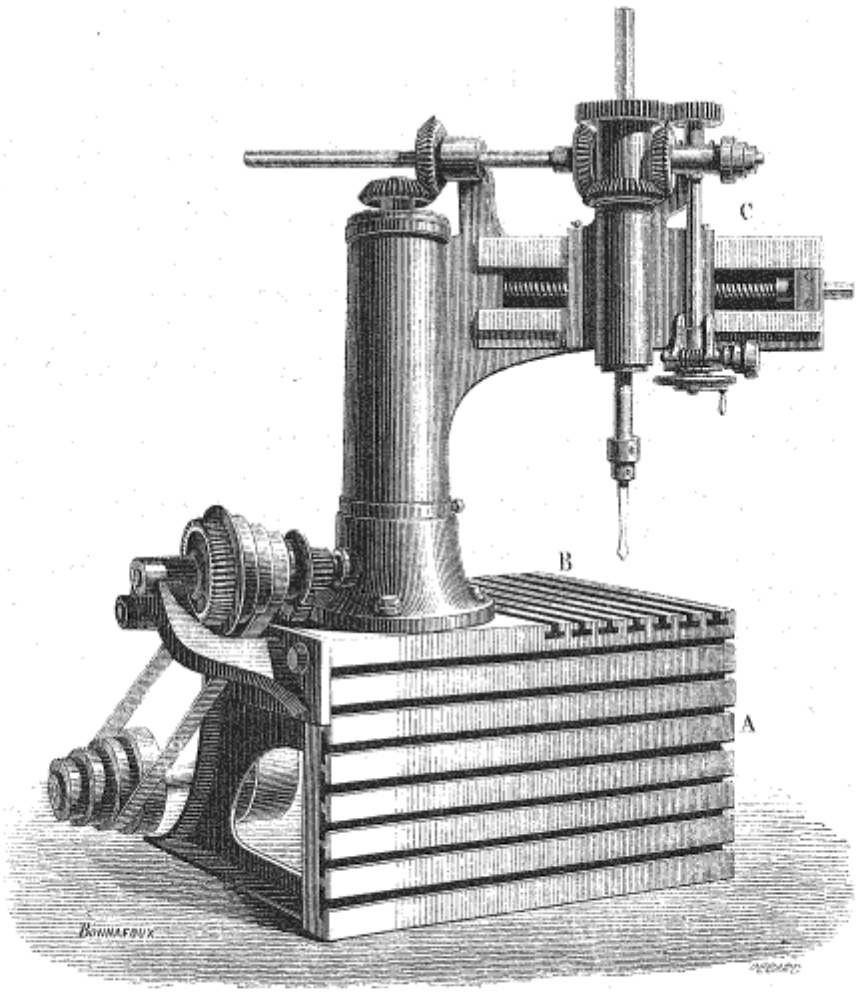


Fig. 1.

Lorsque le chariot qui porte l'outil se déplace dans ses glissières, l'arbre horizontal, qui est au sommet de la colonne, glisse également dans ses portées; mais, le pignon qui lui donne le mouvement restant en place, la transmission du mouvement continue à s'opérer de la même façon.

Quant au déplacement autour de la colonne, il s'effectue facilement à la main, le premier pignon de l'arbre horizontal tournant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors autour du premier pignon d'angle, sans cesser de rester en prise avec lui.

Cette machine simple a $0^m,10$ de course de fer et $0^m,90$ de flèche; elle convient parfaitement pour percer jusqu'au diamètre de $0^m,045$.

Machine à percer radiale, automatique, et à table reposant sur le sol, de Hulse, de Manchester.

La partie fixe de cette machine se compose d'une grande table à rainures A, reposant directement sur le sol, et munie, à l'une de ses extrémités, d'un socle cylindrique sur lequel est fixée une colonne B, qu'on peut considérer comme faisant partie de la même pièce, et qui sert de support à toutes les parties mobiles de l'appareil. Les rainures de la table peuvent servir directement à la mise en place des grosses pièces; et, dans le cas où l'on aurait à travailler sur des pièces plus petites, on y boulonnerait une sorte de billot cylindrique *a*, dont le plateau supérieur est disposé, soit avec des rainures, soit avec des mortaises, pour le passage des boulons d'assemblage.

La colonne verticale porte l'arbre moteur et les glissières sur lesquelles doit venir s'assembler le châssis mobile C, qui porte le banc radial D, avec le foret et tous les organes nécessaires à son fonctionnement.

Dans la position qui est représentée par la figure 2, l'effort moteur est transmis à la poulie motrice, et, par l'intermédiaire du pignon conique calé sur le même axe, il entraîne l'arbre vertical au sommet duquel une nouvelle paire d'engrenages coniques sert à faire tourner, sur lui-même, le petit arbre horizontal, qui porte en son milieu un pignon engrenant avec la roue droite, figurée sur le dessin, et dont l'arbre porte à son autre extrémité une nouvelle roue d'angle; c'est cette dernière roue qui engrène avec celle du porte-outil, et qui imprime à celui-ci son mouvement de rotation. Quant au mouvement de descente automatique de cet outil, il est également dérivé du dernier arbre horizontal, au moyen de la poulie à étages qui se voit à côté de la roue droite; le mouvement de rotation est transmis, par courroie, à la poulie inverse qui est au-dessous, et au pignon droit qui est solidaire avec elle; ce pignon engrène avec un pignon parallèle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'arbre horizontal fait fonctionner, par vis sans fin, le petit pignon horizontal qui se voit de l'autre côté de la figure et dont l'arbre vertical est également muni d'une vis, à sa partie supérieure; enfin c'est cette vis qui est chargée d'entraîner le petit arbre horizontal qui agit, au moyen d'un pignon placé en son milieu, sur la crémaillère de la tige du porte-outil. Si ce mouvement de descente devait s'opérer à la main, on supprimerait la courroie et on agirait après débrayage au moyen de la manivelle qui est solidaire avec le dernier arbre vertical.

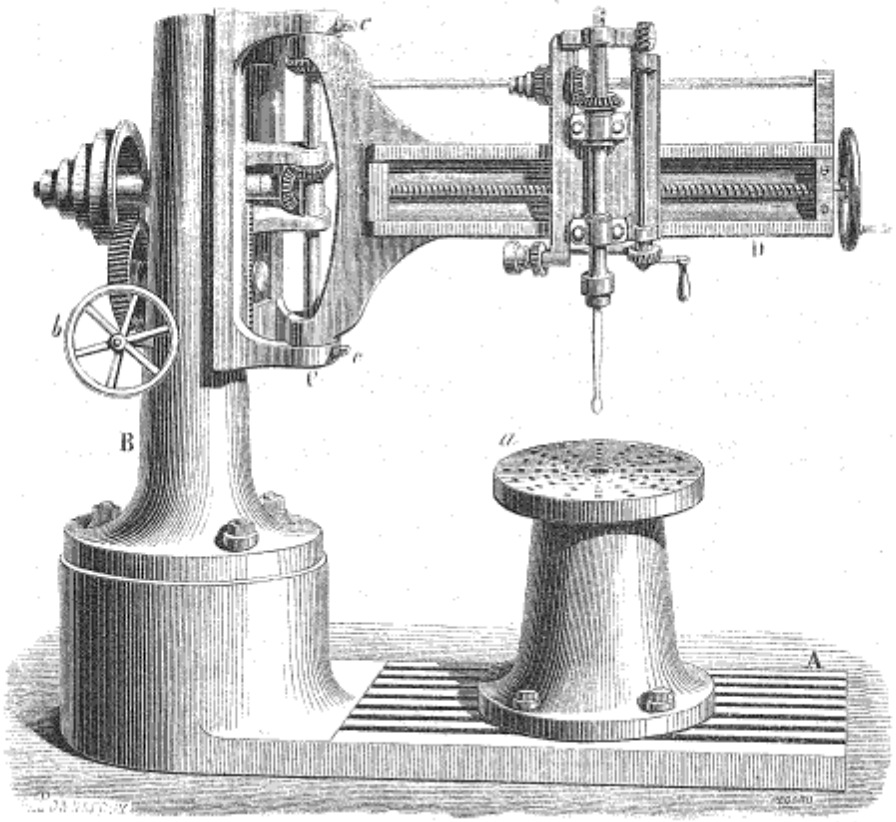


Fig. 2.

Cette combinaison n'offre rien de particulier, mais il faut que les mêmes fonctions puissent être remplies par tous les organes qui la constituent, quelle que soit la position de l'outil par rapport au bâti de la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le transport longitudinal du chariot du porte-outil s'effectue au moyen de la vis horizontale, qui règne d'un bout à l'autre du banc radial D; le chariot tout entier se déplace parallèlement à lui-même, en entraînant avec lui tous les organes de transmission, y compris le pignon droit qui glisse sur une rainure de l'arbre horizontal supérieur.

Le mouvement autour du premier arbre vertical, parallèle à l'axe de la colonne, s'effectue directement à la main; et toute la partie mobile de l'appareil est fixée dans la position convenable, au moyen de deux vis de pression, dont les têtes sont apparentes en *cc* sur le dessin.

Quant au soulèvement tout entier du banc, il s'opère également d'une manière simple. Un petit volant à manette *b* agit, par vis sans fin, sur un arbre horizontal, dont la roue dentée se voit à la gauche du dessin; à l'autre extrémité du même arbre est un pignon, agissant sur la crémaillère qui fait partie du châssis mobile C; dans ce mouvement, le deuxième pignon conique glisse sur l'arbre vertical d'articulation, et ne cesse pas de rester en prise avec le pignon qui le commande; on pourra donc monter et baisser ce chariot, faire tourner le châssis horizontal, tout autour de la machine, enfin éloigner ou rapprocher l'outil, de toute la longueur du chariot horizontal, sans pour cela qu'aucun des organes de transmission cesse de fonctionner. Cette condition a exigé l'emploi d'un plus grand nombre d'engrenages intermédiaires; mais le résultat est aussi complet que possible, et la machine constitue un outil puissant, très-solide, et d'une très-bonne application à un grand nombre de travaux.

Machine à percer, de Shanks.

Plusieurs applications des engrenages à coin avaient été faites à l'Exposition; mais la seule qui nous ait paru vraiment bonne, en raison de la petitesse des efforts à transmettre, est celle de M. Shanks, dans sa nouvelle machine à percer, à plusieurs forets; cette machine est représentée fig. 3; le mouvement est transmis par la poulie placée au bas de l'appareil, à un arbre à peu près vertical qui est renfermé dans la colonne extérieure, et la poulie à rainures A, qui surmonte cet arbre, est toujours un peu inclinée du côté du plateau B, représenté à la droite du dessin. La jante

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette poulie est garnie de rainures qui correspondent aux saillies ménagées entre les rainures semblables, pratiquées dans un certain nombre de petits pignons *aaa*, distribués à égale distance, au pourtour de la machine, et portant chacun un foret; les saillies, offrant une épaisseur qui va régulièrement en augmentant de la circonférence au centre, constituent de véritables

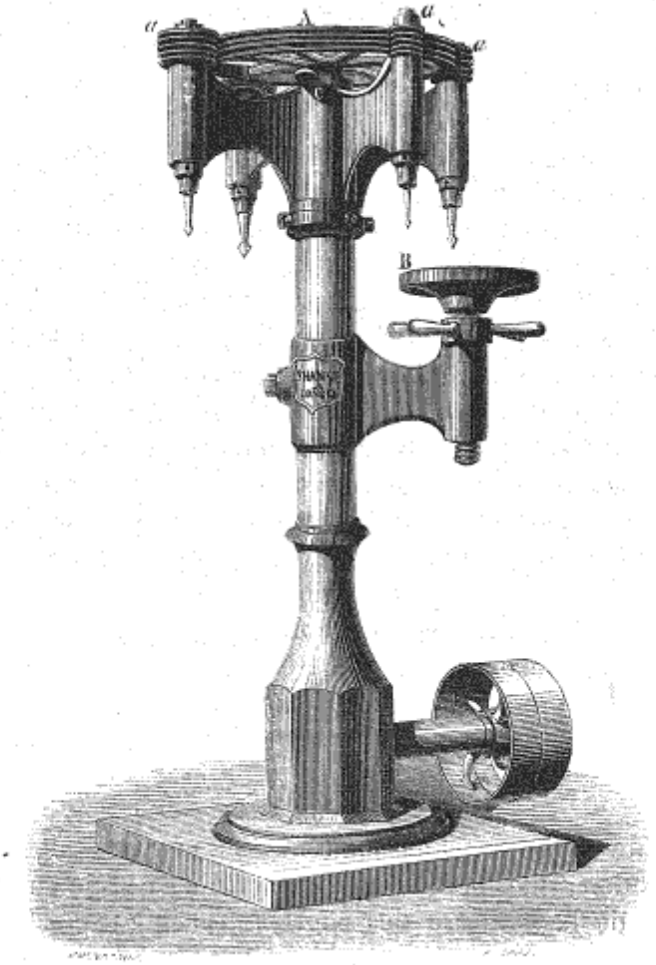


Fig. 3.

coins qui, lorsqu'on les presse par les rainures du plateau central, déterminent une suffisante adhérence entre la poulie et le pignon correspondant, pour que le premier de ces organes en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traîne la rotation de l'autre, avec une vitesse angulaire d'autant plus grande que le diamètre du pignon est moindre.

M. Shanks a profité de cette propriété pour faire mouvoir ses forets avec des vitesses différentes, en montant, sur leur axe, des couronnes de diamètres variés, et appropriés à la vitesse qu'il convient de donner à chacun d'eux, eu égard à la dimension du trou qu'il doit percer.

La tête de cet appareil, qui porte quatre forets, est mobile sur la colonne principale, et l'on peut à volonté mettre l'un ou l'autre de ces forets en prise avec la roue centrale, en l'amenant au-dessus du plateau latéral B. On voit sous la poulie une sorte de clef C, qui sert à fixer exactement, au moyen d'un verrou et d'une entaille, la tête de l'appareil dans la position convenable.

La pièce à forer étant assujettie sur le plateau B, il suffira de soulever celui-ci, au moyen de l'écrou à poignées qui est au-dessous de lui, pour que le foret pénètre dans la pièce et fasse rapidement son office. Placée à l'écart, dans un atelier, cette machine serait d'une utilité très-grande pour effectuer rapidement le percement des petites pièces, suivant l'un ou l'autre des diamètres des différents outils installés.

Peut-être la forme générale de la machine est-elle un peu recherchée et de mauvais goût, mais elle n'en constitue pas moins une application nouvelle, d'une réelle et sérieuse utilité.

Machines à percer les longerons des locomotives, par M. Smith Beacock et Tannett.

Nous avons déjà cité cette machine comme un des exemples les plus remarquables de l'emploi de certains outils spéciaux dans une fabrication déterminée. Imaginez un banc immense, sur lequel reposent les pièces à percer, assujetties par les moyens ordinaires. Trois chariots mobiles, assez semblables aux ponts des machines à raboter, peuvent, au moyen d'une même transmission, se déplacer dans le sens longitudinal, et, dans chacun d'eux, un porte-foret peut se déplacer transversalement, de manière à s'approcher, autant qu'on le veut, de l'un des bords du plateau qui forme le banc ; ces déplacements sont déterminés par des vis; la rotation des outils est, en chaque position, assurée par des pignons d'angles, les uns fixes, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres mobiles eux-mêmes sur les arbres avec lesquels ils tournent. Cette simple description suffit pour faire comprendre le principe sur lequel repose cette machine, et pour démontrer qu'elle doit agir avec une précision exceptionnelle. Reste à savoir si elle n'immobilise pas, eu égard à ses grandes dimensions, un capital d'une importance exagérée par rapport aux services qu'elle peut rendre.

Nous aurions pu multiplier les descriptions de toutes ces machines; nous aurions trouvé, dans chacune d'elles, quelque particularité à signaler, mais il nous suffira de dire d'une manière générale que l'exécution est partout excellente, que l'emploi d'ajustements coniques assure, dans presque toutes, une fixité parfaitement satisfaisante dans la position des axes, et que quelques-unes d'entre elles peuvent servir pour des forets d'un diamètre de six à sept centimètres. La plupart des constructeurs donnent maintenant du fer à l'outil, au moyen d'une crémaillère; le foret s'engage moins avec ce mode de transmission, et l'on parvient plus facilement à le dégager à la main, en cas de soufflure.

Depuis quelque temps, M. Bouille, mécanicien à Paris, construit une machine à percer, à banc rainée sur toutes ses faces, et à table rapportée. Elle est disposée de manière à pouvoir percer sous toute inclinaison, fût-ce même de bas en haut; cette machine peut rendre des services dans certains cas spéciaux.

IV. MACHINES A MORTAISER, A OUTILS ROTATIFS.

En ce qui concerne le travail des métaux, aucun fait nouveau n'est plus important que l'emploi des outils rotatifs pour creuser des rainures, des mortaises, ou, en termes plus généraux, pour creuser une pièce de métal suivant un profil parfaitement déterminé. Les mortaises confectionnées de cette façon sont si bien exécutées, que la morsure de l'outil s'aperçoit à peine sur les parois travaillées, et que les fonds sont aussi bien dressés que par l'action d'une excellente machine à raboter.

Ces machines à outils rotatifs agissent en général sur une pièce solidement fixée sur un tablier mobile, et l'outil se déplace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longitudinalement, en même temps qu'il tourne sur lui-même, à la manière des outils à percer. Les dimensions de chaque mortaise se trouvent ainsi déterminées en largeur par le diamètre de l'outil, en longueur par la course variable qu'on lui donne, et en profondeur par l'abaissement plus ou moins considérable qu'il reçoit automatiquement de la poulie-motrice : cet abaissement se produit chaque fois qu'une passe entière a été faite, et il est réglé suivant la nature du métal sur lequel on opère.

L'outil rotatif doit être spécialement décrit. Il est ordinairement formé par l'affûtage d'une tige cylindrique en acier, sur laquelle on produit deux méplats opposés, comprenant entre eux une épaisseur de métal qui va légèrement en diminuant vers l'extrémité. Si l'on se représente une section perpendiculaire à l'axe de la tige, cette section sera une sorte de rectangle curviligne dont les deux côtés parallèles seront des lignes droites, reliées à leurs deux extrémités par des arcs de cercle. En pressant cette section sur une plaque de métal, elle ne pourrait l'entamer, avec quelque profondeur, par ses angles, qui sont obtus tous les quatre; mais si l'on recoupe la tige suivant un profil demi-cylindrique, à génératrices horizontales, et inclinées d'un certain angle par rapport aux côtés rectilignes dont il vient d'être question, on voit que le plan de la section quadrangulaire aura pu disparaître tout entier, à l'exception de deux petits triangles, formés chacun par l'un des côtés curvilignes de la face primitive, par une partie seulement de l'un des côtés rectilignes, et par l'une des génératrices inférieures de l'évidement demi-cylindrique.

Les quatre extrémités de ces deux génératrices étant inclinées par rapport aux facettes primitives, le berceau demi-cylindrique reposera sur le plan, par deux dents aiguës qui pourront mordre, avec une grande énergie, la surface à travailler, sur toute la longueur des génératrices horizontales, surtout si la pression est grande, et si l'on a pris soin d'affûter, un peu en biseau, les deux triangles conservés à la face primitive.

Les outils ainsi disposés coupent avec une très-grande précision, et leur affûtage, qui ne présente aucune difficulté, leur permet toujours de conserver le même diamètre extérieur, qui est celui de la mortaise à exécuter.

Pour l'exécution des rainures et des mortaises de grandes lar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

geurs, M. Sharp et Stewart ont profité de ce que les outils ne doivent pas couper par leur centre, pour remplacer celui que nous venons de décrire, par un simple manchon cylindrique en acier, dans toute la longueur duquel ils introduisent, avec une légère inclinaison, deux burins, dont ils fixent la position avec des vis, et qui ne dépassent la face inférieure du manchon que de quelques millimètres. Ces burins peuvent être facilement enlevés toutes les fois qu'il est utile de les affûter, et cette forme d'outils nous paraît devoir remplacer toutes les autres, lorsque les diamètres sont assez grands pour pouvoir l'employer. Dans d'autres circonstances, on se sert simplement d'une broche en acier, taillée en forme de fraise sur son pourtour.

Pour que le fond de la pièce soit raboté avec une grande précision, il faut, autant que possible, que le déplacement longitudinal de l'outil se produise d'un mouvement uniforme, et les différents constructeurs ont, chacun de son côté, cherché une solution à ce problème difficile; la transmission par bielle et manivelle donne lieu à des déplacements trop irréguliers, et l'on n'est arrivé à une solution convenable qu'au moyen d'engrenages ovales. Pour diminuer la période de ralentissement vers les points morts, on comprend en effet qu'il suffirait de rendre plus grande la vitesse de la manivelle, ce que l'on peut facilement réaliser en fixant le bouton de cette manivelle sur un plateau elliptique, dont la denture serait commandée par un autre plateau semblable. Si le plus grand rayon de l'ellipse motrice correspond au plus petit rayon de l'ellipse conduite, le mouvement de rotation sera, à ce moment, accéléré, et si le bouton de manivelle est placé sur ce dernier rayon, l'influence finale des points morts se fera beaucoup moins sentir.

Pour arriver à ce résultat, MM. Shanks et C^ie^ emploient deux roues elliptiques, égales et disposées de telle façon qu'en tournant respectivement autour de leurs centres, leurs dents ne cessent pas d'être en prise, la somme des deux rayons vecteurs qui viennent se placer simultanément dans la ligne des centres restant exactement constante.

MM. Sharp Stewart et C^ie^ arrivent au même résultat en employant, comme pignon moteur, une roue circulaire excentrée, dont le développement total est la moitié de celui de la roue elliptique qu'il conduit. Le bouton de manivelle est alors placé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le petit axe de l'ellipse, et la distance des deux centres de rotation est mesurée par la somme des longueurs de ce petit axe et du plus grand rayon vecteur du cercle excentré.

L'introduction, dans les machines, de ces roues dentées elliptiques ou excentrées, dans le but de rendre le mouvement d'une tête de bielle plus uniforme, est un fait assez saillant pour qu'il nous ait paru nécessaire de reproduire, à une échelle suffisante, les épures de ces transmissions.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche 15 se rapportent à la disposition de M. Shanks; les figures 4, 5 et 6, à celle de MM. Sharp Stewart et C^ie.

A, fig. 1 et 2, est une roue à vis sans fin, qui reçoit, d'une manière continue, son mouvement de rotation de la machine; sur l'axe *a* de cette roue, et au-dessus d'elle, se trouve calée la roue elliptique B, que nous avons désignée sous le nom de roue motrice; cette roue, dont les deux diamètres principaux ont pour longueur, 0^m,270 et 0^m,189, est dentée sur tout son pourtour, et elle engrène avec une deuxième roue elliptique C, de mêmes dimensions; la distance entre ces deux centres *b* et *c* est égale à la somme 0^m,2245 des deux demi-axes. Cette seconde roue C est fondue, d'une seule pièce, avec le plateau-manivelle D, d'un diamètre de 0^m,482; le bouton de manivelle *d* peut se déplacer dans la coulisse *e*, de manière à s'écarter du centre jusqu'à la distance maximum de 0^m,20, et le rayon du cercle qu'il décrit peut être réduit, suivant la course que l'on veut obtenir, de cette distance maximum à 0. La bielle F, d'une longueur totale de 1^m,52, transmet le mouvement de translation au porte-outil.

Pour représenter par un tracé graphique les circonstances de cette transmission de mouvement, nous avons reproduit, dans la figure 3, les ellipses sur lesquelles les dentures ont été tracées.

Dans la première position, l'ellipse motrice agit, par son plus grand diamètre, sur l'extrémité du plus petit diamètre de l'ellipse conduite, et le bouton de manivelle se trouve sur ce diamètre en d_0, point auquel correspond le point f_1 de l'autre extrémité de la bielle. Lorsque les deux ellipses se déplacent, le point de contact a toujours lieu sur la ligne des centres, et le point d_0 occupe successivement les positions 1, 2. 3. . . 12, auxquelles correspondent les mêmes numéros pour l'autre extrémité de la bielle en *f*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le déplacement angulaire du bouton *d* de la manivelle, et le déplacement en ligne droite de l'articulation *f* de la bielle, étant ainsi déterminés, on a pu construire sur la ligne prise pour axe des abscisses, la courbe dont les ordonnées augmentent de quantités égales pour des déplacements angulaires égaux. Cette courbe MN affecte, d'une manière générale, la même forme que celle de la transmission par manivelle ; mais, pour la comparer plus utilement à cette dernière, on l'a également tracée sur le dessin, en supposant que la course totale fût la même, dans les deux cas, pour chaque tour de l'arbre moteur.

On voit ainsi que cette nouvelle courbe PQ est beaucoup plus renflée que la première, et que, pour celle-ci, la vitesse, après être arrivée beaucoup plus rapidement à son maximum, le conserve presque exactement jusqu'à la fin de la période. La courbe MN ne différant sensiblement d'une ligne droite qu'en ses extrémités, on est en droit d'en conclure que c'est seulement vers les points morts que le mouvement est notablement retardé, et qu'ainsi la nouvelle disposition réalise, d'une manière beaucoup plus approchée, les conditions d'un mouvement de transport uniforme.

Les mêmes lettres représentent respectivement les organes correspondants dans la transmission employée par MM. Sharp Stewart et C^ie^. A, fig. 4 et 5, est toujours la roue motrice à vis sans fin ; B le pignon circulaire excentré, dont le diamètre est de 0^m^,168, et qui tourne autour de l'axe *b*, excentré de 0,023 ; ce pignon est denté sur tout son pourtour, et il conduit, par sa denture, la roue elliptique C, dont les axes ont pour longueur 0,378 et 0,286 ; elle tourne autour de son centre *c*, et la distance $bc = 0{,}250$ mesure exactement la somme du petit rayon vecteur du cercle et du demi-grand axe de l'ellipse. Le bouton de manivelle *d* peut se déplacer dans la coulisse *e*, de manière à s'écarter du centre depuis 0 jusqu'à la distance maximum de 0,180, suivant la course que l'on veut donner à l'outil. La machine étant beaucoup plus réduite que la précédente, dans ses dimensions longitudinales, MM. Sharp Stewart et C^ie^ n'ont donné à la bielle qu'une longueur de 0,76, et cette différence se remarque à première vue lorsqu'on compare la figure 6 à la figure 3. C'est afin de ramener la transmission dans l'axe de la machine, encore plus que pour diminuer la vitesse du plateau circulaire, que M. Sharp Stewart et C^ie^ ont été conduits à employer les roues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intermédiaires A' et B', dont les analogues n'existent pas dans le système de M. Shanks et Cie.

La nouvelle courbe MN, fig. 6, tracée avec ces éléments, ressemble beaucoup à la précédente, bien qu'elle ne soit pas tout à fait aussi régulière; les temps morts sont plus marqués, et les renflements que l'on remarque en M et en N indiquent, en ces points, une petite augmentation dans la vitesse de transport de l'outil. Cette cause d'infériorité, dans la nouvelle transmission, tient un peu, sans doute, au raccourcissement de la bielle, mais il convient de faire observer que cette combinaison d'organes présente d'ailleurs, par rapport à la première, deux avantages importants : un seul des deux pignons est elliptique, et le nombre des tours du plateau-manivelle qui porte l'engrenage elliptique n'est que la moitié de celui du pignon circulaire.

Dans la machine de Shanks, le nombre de tours du plateau varie de 1 à 6 pour 1,000 tours de l'outil; dans la machine de Sharp Stewart, les chiffres correspondants varient de 0,80 à 3 seulement.

Après avoir ainsi décrit les organes qui déterminent le mouvement de transport de l'outil, nous pouvons facilement faire comprendre, dans son ensemble, le jeu des deux machines.

Celle de Shanks, la première qui ait été employée en France, porte deux outils horizontaux placés sur une même ligne; la pièce à mortaiser se place dans l'axe de la machine, au moyen d'une pointe et d'une lunette à mâchoires concentriques; le support à chariot qui porte les deux outils est amené en face d'elle, de manière que le travail se commence au point convenable; au début, l'écartement des deux burins se règle à la main, au moyen d'une vis à deux pas contraires; les porte-outils reçoivent leurs mouvements de rotation à la manière ordinaire, et le support tout entier se transporte à l'aide de la transmission que nous avons indiquée; à la fin de chaque course un buttoir détermine l'avancement des deux fers, de la quantité convenable, et ils marchent ainsi, à l'encontre l'un de l'autre, jusqu'à ce que la cloison qui les sépare n'ait plus que l'épaisseur d'une fraction de millimètre.

M. Shanks trouve, dans cette combinaison de deux outils, l'avantage de ne leur faire faire à chacun qu'un chemin égal à la demié-paisseur de la pièce en travail, ce qui lui permet de donner à ses outils moins de longueur, au grand profit de la régularité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des surfaces exécutées; mais, après avoir dégagé la pièce, il faut rompre, au burin et à la lime, la petite cloison de métal qui sépare encore les deux mortaises, et c'est là un inconvénient que ne présentent pas les machines à un seul outil. Il est vraiment curieux de voir comment les deux cavités, ainsi formées, se correspondent; les faces sont mathématiquement dans le prolongement l'une de l'autre, et le travail est en définitive excellent. On peut reprocher à la machine de Shanks sa grande longueur; les engrenages elliptiques et tous les organes qui sont relatifs au mouvement de transport de l'outil sont rejetés au dehors du bâti principal de la machine, et la grande longueur de la bielle est loin d'être une cause de stabilité.

La machine de Sharp Stewart et C^ie est au contraire très-condensée; la transmission est placée tout à côté de la table; la bielle est courte, et l'ensemble de la construction possède bien le cachet de solidité des bonnes machines anglaises. Cette machine est représentée par la figure 4 ci-jointe.

La pièce est fixée, à la manière ordinaire, sur un tablier horizontal, semblable à celui des étaux limeurs, et l'outil est disposé verticalement comme celui des machines à percer. Le fer se donne automatiquement, au moyen d'un cliquet, à la fin de chaque course, mais le desserrage d'un petit manchon conique permet aussi de le manœuvrer très-facilement à la main.

La poulie étagée principale détermine, par la rotation de son arbre et l'intermédiaire de deux paires de roues d'angles, le mouvement de rotation de l'outil autour de son axe, mais son mouvement de transport, qui doit être relativement très-ralenti, ne s'obtient pas aussi facilement.

A l'autre extrémité de ce premier arbre, on voit une poulie étagée, de moindre dimension, transmettre son mouvement à un arbre parallèle, placé dans le bas de la machine; cet arbre est fileté dans une partie de sa longueur, de manière à faire mouvoir le pignon horizontal que l'on aperçoit sous le banc, et, par l'intermédiaire de l'arbre de celui-ci, un autre arbre vertical, qui est placé au milieu du bâti, et sur lequel est calé le pignon horizontal excentré que nous avons désigné, dans le tracé de l'épure, sous le nom de roue motrice. On voit en C la roue elliptique que ce premier pignon commande, et l'on se rend ainsi parfaitement compte de la disposition générale des organes. Quant à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avancement de l'outil, il se produit, à chaque fin de course, au moyen d'un renflement que porte la face inférieure de la roue elliptique; ce renflement abaisse le levier L et relève l'autre

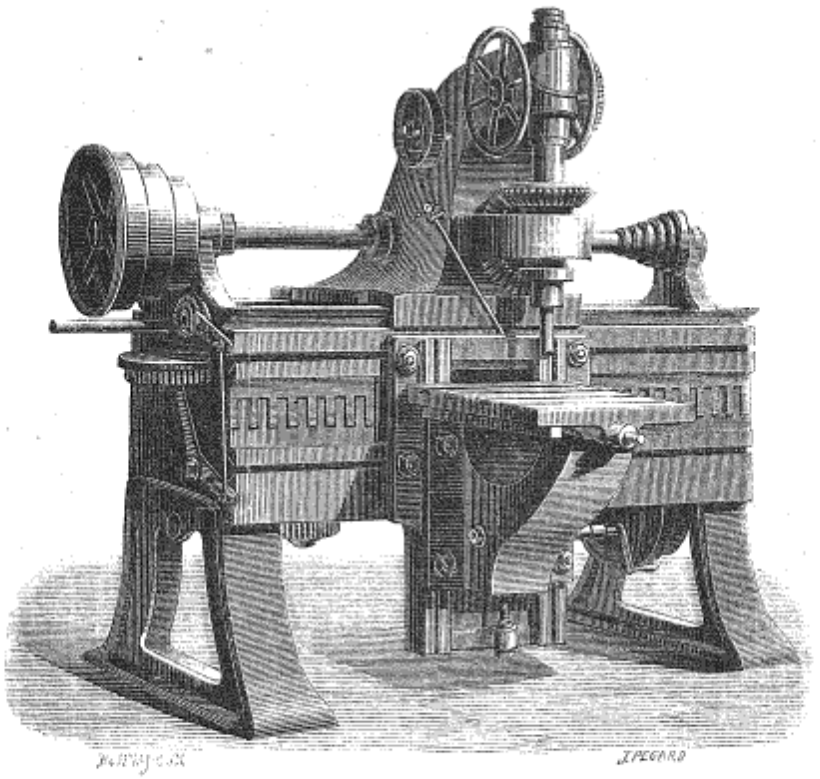


Fig. 4.

branche K, armée d'un cliquet, qui vient agir sur la roue à rochet correspondante; cette action intermittente est transmise à l'arbre horizontal qui donne le fer par deux petits arbres intermédiaires et leurs pignons dentés. Quant au règlement de la course, il se fait avec une manette, en agissant sur l'arbre fileté R qui n'a d'autre mission que de permettre le déplacement du bouton de manivelle dans sa coulisse; le chariot porte-outil peut obéir d'ailleurs au déplacement de la tête de bielle, en quelque position qu'il soit amené par rapport à elle.

Cette nouvelle machine est déjà d'un grand usage dans les ateliers anglais, mais elle acquiert encore bien plus d'importance lorsqu'elle est à double table et à double poupée, de manière à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façonner à la fois les deux extrémités d'une même bielle, ou, dans certaines circonstances, de les former l'une après l'autre sans avoir à démonter les pièces en travail.

MM. Sharp Stewart et Cie, et M. Whitworth exposaient ces machines plus complètes. Voici la description qu'en donne ce dernier constructeur dans sa notice. Le banc à coulisse est rainé dans toute sa face antérieure, de manière à recevoir les deux plateaux, qui peuvent se déplacer, soit dans le sens vertical, soit dans le sens longitudinal. La tige de l'outil rotatif tourne avec ses ajustements coniques, en acier trempé, dans un tube de section octogonale qui se place comme le porte-foret d'une machine à percer; tous les organes de transmission, nécessaires pour donner le mouvement de rotation, et l'avancement du fer, fonctionnent automatiquement à l'intérieur de chacune des poupées, qui se déplacent à volonté tout le long de la glissière de la face supérieure du banc. Ces machines sont construites avec une ou plusieurs tables et de dimensions variées suivant les pièces en travail. Le mode de construction de l'outil est spécialement étudié pour éviter tout jeu latéral, et par conséquent pour produire un excellent travail; des dispositions particulières sont prises pour ajuster l'outil pendant son action, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal, et pour régulariser la direction de la rainure.

Il est nécessaire de faire remarquer que M. Whitworth échappe à l'emploi des roues elliptiques, en déterminant l'avance du fer d'une manière continue et non pas seulement à l'extrémité de chaque course : il est difficile de croire que cette combinaison, beaucoup plus simple, satisfasse complétement aux conditions d'un aussi bon travail.

On construit encore ces machines sous une autre forme pour le cas où les mortaises ne doivent pas être dirigées suivant la longueur de la pièce, comme, par exemple, pour les T des machines à vapeur. Le bâti qui porte la fraise est fixe, et la manivelle qui détermine le glissement agit alors sur la table qui porte la pièce. Toutes dispositions sont prises pour que ce déplacement ait lieu dans une direction quelconque.

Nous nous sommes longtemps arrêté sur ces machines à mortaiser, à outils tournants, mais l'importance de la question exigeait ces détails, et nous ne saurions trop insister pour que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces machines soient promptement adoptées par nos ateliers de construction : ils y trouveraient, sans aucun doute, l'avantage d'une plus prompte et d'une meilleure exécution, dans un très-grand nombre de circonstances.

Nous avons, en notre possession, une grande filière de M. Whitworth, dans laquelle tous les encastrements et toutes les rainures ont été faits avec des machines du genre de celles dont nous venons de nous occuper; la trace de l'outil se trouve sur toutes les surfaces, mais si peu apparente qu'il ne peut être nécessaire de retoucher, ni à la lime, ni au burin, aucune des parties dans lesquelles doivent se mouvoir les clavettes de serrage et les peignes, qui forment les coussinets de cet outil d'une extrême précision.

V. MACHINES A RABOTER.

Trois grandes machines à raboter figuraient à l'Exposition, et il serait dificile de choisir entre elles. Celle de M. Whitworth et C^ie^, qui avait 6^m^,70 de long sur 1^m^,68 de large, se distingue cependant des autres par le fini de l'exécution; mais ces constructeurs sont à peu près les seuls qui aient conservé les outils à retournement, fonctionnant dans les deux sens ; on n'arrivera jamais, par ce système, à une aussi grande régularité dans les passes qu'avec les outils fixes, qui ont l'inconvénient de ne travailler que dans un seul sens.

MM. Whitworth et C^ie^ reviennent à cette disposition pour les machines de moindre dimension, mais le mouvement de retour est alors accéléré dans le rapport de 3 à 1; pour rattraper le temps perdu, les deux autres constructeurs emploient chacun trois outils fonctionnant dans le même sens; deux d'entre eux dressent la partie horizontale de la pièce, pendant que le troisième est chargé de raboter les rives; ce troisième outil, qui est aussi à mouvement automatique, est supporté par un chariot vertical, glissant sur l'un des montants verticaux qui portent le pont.

M. Whitworth a conservé l'emploi de la vis pour déterminer le déplacement de la pièce à travailler; et lorsqu'il se sert de deux vis bien parallèles, on peut être assuré que le travail sera excellent, si les montants sont reliés au banc avec la rigidité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenable ; MM. Fairbairn et Cie déterminent ce déplacement par l'intermédiaire d'une crémaillère simple et de roues d'angle ; M. Zimmermann par une crémaillère à plusieurs dentures juxtaposées, qui apportent plus de régularité dans le mouvement de transport. M. Zimmermann a d'ailleurs remplacé tous les pignons d'angle par des pignons droits, et, comme M. Fairbairn, il donne au mouvement de retour une vitesse triple de celle qui correspond à la période de travail.

Les machines plus petites étaient en très-grand nombre, et l'on ne pourrait cependant en citer une seule dont le bâti ne soit pas d'une grande masse, avec des montants creux en fonte, et résistant, par la forme la mieux appropriée, aux efforts exercés pendant le travail. Inutile d'ajouter que tous les mouvements étaient automatiques, soit pour le déplacement de la pièce, soit pour le déplacement et l'avancement de l'outil.

La petite machine à raboter, fonctionnant à la main par l'intermédiaire d'un levier, continue à être employée, en Angleterre, pour l'exécution d'un grand nombre de petites pièces.

VI. MACHINES A RABOTER VERTICALEMENT.

Puisque la plupart des mortaises sont faites aujourd'hui par des machines à fraises, il est impossible de conserver aux machines que l'on désignait sous le nom de machines à mortaiser leur ancienne dénomination ; c'est pourquoi nous les désignons sous celui de machines à raboter verticalement, leur caractère spécial consistant en ce que le chariot porte-outil se meut dans un plan vertical déterminé par des coulisseaux venus de fonte avec le bâti. A cela près, les machines à raboter verticalement ressemblent beaucoup, dans leur forme générale, aux machines à percer. Le mouvement de va-et-vient du chariot est déterminé le plus ordinairement par bielle et manivelle, quelquefois par un simple excentrique ; mais, dans la plupart des grandes machines, on a maintenant adopté la disposition au moyen de laquelle M. Whitworth est parvenu à ramener l'outil avec rapidité, après chacun des sillons qu'il a tracés. On sait que M. Whitworth a réalisé, d'une manière fort ingénieuse, ce problème, en plaçant l'axe de la poulie motrice un peu plus bas que celui du plateau-manivelle, et en engageant un goujon,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appartenant à ce plateau, dans une coulisse radiale, tournant avec la poulie; on arrive de cette façon à réduire le temps perdu au tiers de la durée totale d'un tour du plateau.

Plusieurs autres solutions ont été données du même problème, et en particulier celle qui a été réalisée par MM. Ducommun et Dubied, dans leur machine à mortaiser de l'Exposition de 1855 : l'arbre-moteur et l'arbre-conduit étaient, comme dans la solution précédente, excentrés l'un par rapport à l'autre, et les bras dont ils étaient respectivement armés étaient reliés entre eux par une petite bielle intermédiaire, de longueur constante; il est facile de voir, par un tracé géométrique des plus simples, que le rapport des vitesses, dans la période ascendante et dans la période descendante, peut être augmenté dans la même proportion qu'au moyen de la combinaison de MM. Whitworth et C^ie.

La variation de la longueur de la course s'obtient en rapprochant plus ou moins, du centre du plateau, le bouton d'articulation de la bielle ; lorsque cette course a été réglée, on peut encore relever l'outil dans son chariot, de manière que cette course s'accomplisse entre les points extrêmes de la pièce à raboter.

Comme machines nouvelles présentant quelque caractère de nouveauté, nous citerons celle de Fairbairn et la grande machine de Smith Beacock et C^ie.

Dans la machine de Fairbairn, le déplacement de l'outil est déterminé par un simple bouton excentré, glissant dans une coulisse horizontale du chariot; on peut, comme à l'ordinaire, changer la course, en rapprochant ou en éloignant le bouton du centre; mais la bielle est entièrement supprimée, ce qui permet de réduire notablement les dimensions de la machine en hauteur. Quoique fort simple, la transmission qui vient d'être indiquée serait absolument mauvaise si toutes les pièces qui la composent n'étaient pas cémentées et trempées; cela constitue, pour quelques-unes d'entre elles, de grandes difficultés d'exécution, mais quand on a remédié, à la meule, aux gauchissements qui peuvent s'être produits pendant l'opération de la trempe, la durée de ces organes est convenablement assurée.

Ce qui surtout donne un caractère particulier à cette machine, c'est que les coulisseaux, entre lesquels les mouvements du cha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riot doivent s'effectuer, sont solidaires avec un plateau rapporté, au moyen de boulons et d'écrous, sur une bride d'attente verticale, faisant partie du bâti lui-même. Cette bride ainsi que le plateau sont divisés de manière que l'on puisse toujours donner à celui-ci une inclinaison déterminée par rapport à l'autre; les coulisseaux sont alors inclinés par rapport à la verticale, et l'outil, tout en continuant à rester dans le même plan, peut, en suivant cette inclinaison nouvelle, raboter des surfaces faisant un angle donné avec la verticale.

Dans cet appareil, comme dans tous les autres du même genre, le plateau sur lequel se fixe la pièce à travailler peut recevoir automatiquement deux mouvements horizontaux, perpendiculaires l'un à l'autre, ou même un mouvement circulaire continu; dans ce dernier cas la pièce serait façonnée suivant la forme d'un cone de révolution, à axe vertical, dont toutes les génératrices seraient inclinées, comme l'outil lui-même, dans les divers sillons qu'il produit à la surface du métal. Si l'on se sert, dans les mêmes conditions, des mouvements rectilignes, on obtiendra des biseaux plus ou moins inclinés, qu'il serait souvent difficile d'exécuter aussi bien avec l'étau limeur dont nous parlerons bientôt.

MM. Whitworth et C^ie^ n'ont pas adopté cette disposition, mais ils construisent de petites poupées comportant toutes les transmissions d'une petite machine à mortaiser, et ils placent plusieurs de ces poupées sur un même banc, de manière à mortaiser différentes pièces à la fois, sous la surveillance d'un même ouvrier.

Dans la grande machine dont il nous reste à parler, les constructeurs ont eu pour objet de disposer spécialement une machine à mortaiser pour faire verticalement le rabotage des essieux coudés des locomotives. La pièce est maintenue debout, sur un plateau de grande dimension, dont tous les mouvements sont commandés par doubles vis parallèles; à la partie supérieure l'essieu est maintenu par une contre-pointe, aussi verticale, et l'outil abat facilement toute la matière qui excède le rayon extrême que l'on veut laisser à chacun des coudes. Pour dégager ensuite les évidements qui doivent former les coudes, on munit la machine à mortaiser de deux outils écartés de la distance convenable ; en faisant marcher le plateau dans une direction recti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne, on forme peu à peu les deux rainures parallèles, comprenant entre elles le métal, qu'une troisième tranchée transversale séparera tout à fait.

Nous rencontrerons encore l'emploi simultané de plusieurs outils lorsque nous traiterons des petites mortaiseuses qui servent à tailler les faces des écrous et des têtes de boulons.

VII. ÉTAUX LIMEURS UNIVERSELS.

On désigne, sous le nom d'étaux limeurs, de petites machines à raboter transversalement, dans lesquelles l'outil se déplace horizontalement et enlève des copeaux parallèles sur une pièce maintenue fixe sur un plateau; le chariot qui porte l'outil se meut automatiquement, au moyen d'un arbre fileté, et le mandrin qui porte l'outil peut lui-même tourner autour d'un axe horizontal, de manière à déterminer sur la pièce, une forme cylindrique, concave ou convexe; enfin, et c'est pour cela que M. Whitworth donne aux outils de ce genre, qui sortent de ses ateliers, le nom de limeuses universelles, le mandrin qui porte l'outil peut prendre diverses inclinaisons, par rapport au plateau divisé sur lequel il est assemblé par des boulons; quand cette inclinaison est réglée, si l'on se borne à donner automatiquement du fer, sans déplacer la poupée, on peut former des biseaux de toute inclinaison, de la même manière qu'un plan vertical; tous ces mouvements sont automatiques par l'emploi, comme intermédiaire, d'une manivelle à cliquet, qui se place sur celui des arbres de transmission que l'on veut faire fonctionner.

L'amplitude de mouvement de va-et-vient de l'outil est rendue variable par le déplacement du bouton de manivelle, sur lequel est articulée l'une des extrémités de la bielle qui fait glisser le chariot dans ses coulisses. M. Whitworth et plusieurs autres constructeurs adoptent, pour cette transmission, une disposition de retour rapide, analogue à celle de la machine à mortaiser; les constructions allemandes ne diffèrent de la disposition précédente qu'en ce qu'on se sert, pour le maintien des pièces, de petits étaux à mâchoires parallèles. tout à fait analogues à ceux qui ont été, tout d'abord. employés par M. de Coster.

Il y a donc, dans la construction générale de ces machines, peu de différences dans les organes; mais il n'en est pas de même quant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux dimensions. M. Whitworth, entre autres, donne à ses outils une course qui va dans les plus grands modèles jusqu'à 0m,90; les transmissions sont mieux groupées et moins éloignées du banc; le chariot, avec tous ses organes, est plus ramassé et mieux assis, sur la tablette rabotée qui règne dans toute la longueur. Les détails diffèrent peu d'un constructeur à l'autre, et alors que les machines les plus complètes, en 1851, ne portaient qu'un seul chariot pour desservir deux plateaux, et un mandrin spécialement destiné aux pièces cylindriques, elles ont aujourd'hui, presque toutes, deux chariots distincts et entièrement indépendants, à l'aide desquels on peut travailler à la fois plusieurs pièces ou les diverses parties d'une même pièce.

La machine de M. Fairbairn est encore plus ramassée; son banc est plus solide, et elle diffère de celle des autres constructeurs en ce que le mandrin destiné aux pièces rondes peut se placer à deux hauteurs différentes, c'est-à-dire au-dessus et au-dessous de l'arbre à vis tangente qui détermine sa rotation. On peut même placer trois chariots sur cette machine; le même constructeur établit aussi des machines plus petites qu'il suffit de placer sur un banc approprié, pour pouvoir les appliquer au travail d'un grand nombre de petites pièces.

On voit donc que, pour ce genre de machines comme pour les autres, le caractère le plus saillant des dernières améliorations est celui qui consiste dans un groupement plus robuste des organes et dans la multiplicité des outils dont un seul ouvrier surveille le fonctionnement.

VIII. MACHINE A FAIRE LES ÉCROUS ET LES TÊTES DE BOULONS.

Nous rangerons les machines à faire les écrous à la suite des précédentes, parce que, sous leur forme la plus appréciée aujourd'hui, elles constituent de véritables machines à raboter verticalement.

M. Whitworth se sert toujours, pour dresser à la fois quatre faces appartenant à deux écrous différents, de deux fraises planes, tournant sur deux axes qui sont dans le prolongement l'un de l'autre; les fraises peuvent s'approcher à la mesure de l'épaisseur à conserver entre les faces, et les écrous se montent horizontale-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment sur des broches qui sont facilement mises en prise au moyen d'un mandrin universel à trois coussinets, analogue à celui que l'on emploie pour certaines filières; lorsqu'une face est faite, on tourne l'écrou de 120° et l'on exécute simultanément les deux faces nouvelles, qui se présentent, dans la position convenable, devant les fraises. Sans doute M. Whitworth a reconnu que ces fraises de grandes dimensions étaient d'une exécution difficile, car il remplace aujourd'hui leur denture par des lames d'acier rapportées; mais il n'obtient ainsi ni la netteté dans le travail, ni l'économie résultant de l'action du burin, la seule qui convienne d'ailleurs pour les métaux mous comme le bronze et le fer.

M. Ducommun, de Mulhouse, avait cherché à obvier à cet inconvénient en agissant avec des burins rotatifs, pour lesquels il avait imaginé un mode d'affûtage fort ingénieux; mais l'Exposition de 1862 nous a fait voir qu'en revenant, avec quelques modifications, à la première disposition de Mariotte les constructeurs allemands ont beaucoup amélioré le travail de ces machines.

Dans le modèle exposé par M. Zimmermann, le banc est surélevé, en son milieu, par une poupée fixe, au milieu de laquelle se trouvent les poulies de commande, faisant fonctionner, au-dessus de chaque extrémité du banc, une petite machine à mortaiser à deux outils; ces deux machines sont entièrement indépendantes; les outils d'une même poupée peuvent se rapprocher suivant la dimension de l'écrou à faire; l'amplitude du mouvement peut être modifiée par le déplacement du bouton excentré qui fait fonctionner la bielle; les boulons ou les broches sur lesquels les écrous sont fixés sont maintenus verticalement, au centre d'un plateau à serrage conique, qui assure un bon centrage et qui opère avec rapidité, ce qui est indispensable, surtout pour des opérations qui se répètent à petits intervalles; enfin la rotation de la pièce s'opère à la main, suivant la division fort exacte des trous disposés sur le collet qui sert d'axe au plateau.

La machine que nous venons de décrire équivaut, on le voit, à deux petites mortaiseuses installées sur un même banc et fonctionnant sous la surveillance d'un même ouvrier. Cette fois encore nous retrouvons cette même tendance que nous avons déjà rencontrée si souvent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous nous rappelons que M. Reisz, de Mulhouse, avait présenté, à l'Exposition de Metz, des machines analogues, et il en est de même à l'égard d'une disposition de M. Hartmann, appropriée au dressage, non des pans, mais de la face principale des écrous, et au tournage du chanfrein qui, dans les écrous bien faits, raccorde cette face à celles qui forment les pans. L'écrou est, à l'ordinaire, fixé sur une broche à tête que l'on serre solidement dans un mandrin à emboitage conique, et la pièce tourne alors avec ce mandrin comme si elle était montée sur un tour. Un double porte-outil est mis en mouvement par un levier horizontal, tournant autour d'un axe vertical; les deux outils dont il est armé attaquent peu à peu le sommet et les bords de l'écrou, de telle façon que quand la face plane est dressée, le chanfrein est entièrement terminé; le seul désavantage de cette machine consiste en ce que, pour faire mordre à la fois les deux burins, il faut que l'un attaque la droite de l'écrou par son tranchant, pendant que l'autre travaille à gauche, et que le tranchant de celui-ci soit, pour cette raison, formé par une des arêtes inférieures du burin.

M. Zimmermann avait aussi une machine spéciale pour couper et pour percer des écrous dans une barre de fer de section hexagonale. La barre étant montée, en lunette, sur un banc, et traversant la poupée creuse d'un petit tour, est mise en prise avec deux outils, supportés à l'autre extrémité de ce banc par deux chariots distincts; l'un d'eux porte le foret destiné à percer la barre jusqu'à une profondeur égale à l'épaisseur de l'écrou; l'autre est armé d'un burin transversal qui détache, à chaque fois, un écrou en donnant aux deux surfaces séparées le profil approprié à leur destination. Des procédés analogues ont été employés en France, mais nous n'avions encore vu aucune machine qui fût aussi bien disposée pour cette double opération.

IX. MACHINES A TARAUDER.

La filière à laquelle M. Whitworth a donné son nom a complétement transformé, depuis longtemps, le fonctionnement des machines à tarauder. On sait que cette filière, dont les organes ont reçu, de temps en temps, quelques modifications de détail, agit au moyen de trois peignes qui sont taillés avec un taraud et qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affûtés au besoin sur la meule, découpent les filets dans le métal qui constitue les boulons, sans le refouler.

Les filières Whitworth et même la série des pas établie par ce constructeur sont, en Angleterre, d'un usage absolument général, et la même tendance se manifeste chez nous, depuis un certain nombre d'années, quant au mode de construction des filières.

La filière Whitworth, telle qu'on l'exécute aujourd'hui, se compose d'un tourne-à-gauche s'élargissant au milieu de sa longueur en forme de plateau circulaire. Dans ce plateau on perce, de part en part une lunette dans laquelle les peignes pourront fonctionner; trois rainures sont pratiquées, à la machine, suivant trois rayons également inclinés les uns par rapport aux autres; c'est dans ces rainures que l'on place les peignes; deux d'entre eux, plus étroits que le troisième, sont exactement ajustés pour se loger dans les cavités correspondantes et ils peuvent y glisser de manière à se rapprocher du centre de la lunette, lorsqu'on repousse leurs talons, par les bords inclinés d'une même clavette mobile dans l'épaisseur du plateau, par l'action qu'exerce un écrou sur la tige filetée par laquelle celle-ci se termine. Le troisième peigne est plus large que les autres et il est coupé suivant une génératrice pour déterminer, dans cette partie, une troisième arête tranchante. Cet ensemble des trois peignes ou coussinets est recouvert par une simple plaque, retenue par des boutons à mentonnets; cet assemblage suffit pour maintenir les coussinets en place, et le changement de coussinets peut s'effectuer plus rapidement que par tout autre moyen.

On sait d'ailleurs que ces coussinets sont taillés par des taraudsmères, d'un diamètre extérieur plus grand de deux fois la profondeur du filet que celui des boulons à fileter. M. Whitworth a été conduit à adopter cette disposition pour que, dès le commencement de l'opération du taraudage, la filière soit, par toutes les arêtes des filets, en contact avec la paroi du cylindre à fileter. En France on prenait généralement pour diamètre de la mère des coussinets le diamètre même des boulons à fileter; mais dans ces derniers temps la plupart des constructeurs prennent, pour le diamètre de la mère, celui du boulon, augmenté seulement d'une seule profondeur du pas.

Quelle que soit la règle à cet égard, le principal mérite de ces filières est de faire les boulons en une seule passe. Quant aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

écrous, on opère sur eux au moyen de tarauds coniques, filetés dans de bonnes filières et rendus coupants par des rainures profondes, pratiquées, par une machine spéciale, parallèlement à l'axe du taraud. La machine à tarauder, exposée par M. Whitworth, se composait simplement d'une poupée avec mandrin à mâchoires destinées à prendre rapidement les faces du boulon, de manière à présenter celui-ci par la pointe, devant la filière, et d'un support fixe pour la filière elle-même. Cette machine fonctionne parfaitement; mais il faut, pour retirer le boulon, faire tourner en sens contraire, et nous allons voir que la disposition de MM. Sharp Stewart et C^ie évite, de la manière la plus inattendue, cette manœuvre.

Machine à tarauder de MM. Sharp Stewart et C^ie.

Le nom de MM. Sharp frères est intimement lié aux premières machines-outils qui nous ont été fournies par l'Angleterre, au moment de la transformation de nos ateliers; et leurs successeurs actuels, MM. Sharp Stewart et C^ie, continuent à occuper un des premiers rangs parmi les constructeurs qui s'occupent de la fabrication des machines-outils.

La machine à tarauder qu'ils construisent, et dont l'invention est due à M. Sellers, de Philadelphie, commence à se répandre en France : elle est, dans notre opinion, destinée à un grand succès.

La figure 5 la représente au moment où elle serait employée à fileter des coussinets; mais son emploi principal consiste à tarauder les boulons; la filière se compose d'un jeu de trois peignes qui se rapprochent et s'éloignent du centre à la volonté de l'ouvrier; les peignes ressemblent de tous points à ceux employés pour fileter sur le tour; ils n'agissent absolument que par enlèvement de matière et non par compression; c'est pour cette raison que les tiges des boulons doivent être exactement tournées au diamètre que l'on veut conserver à l'arête extérieure du filet. Lorsque cette préparation est faite, la tête du boulon est placée dans l'étau à mâchoires mobiles A, que l'on voit au-dessus de la machine; les deux mâchoires se déplacent parallèlement, de quantités égales, sous l'action du volant supérieur, et une main à béquille B sert à mettre le boulon en prise avec la filière, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'un cliquet qui s'appuie sur l'une ou l'autre des dents qui forment une véritable crémaillère sur le bord du banc.

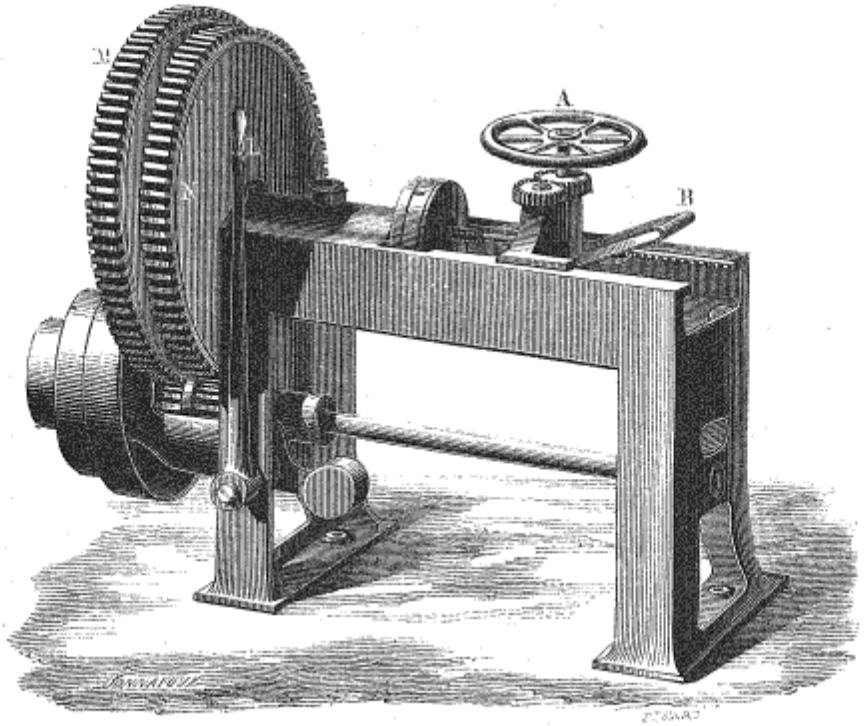


Fig. 5.

Les trois peignes de la filière sont guidés dans leur boîte, chacun en deux points : près du centre ils glissent dans un guide fixe; à leur autre extrémité ils portent un prisonnier, engagé dans une rainure courbe, qui, quand elle se déplace, force la partie affûtée des peignes correspondants à se rapprocher du centre; c'est ce qui détermine le serrage des filières, et ce serrage s'effectue d'une manière entièrement automatique, ainsi qu'il suit.

La boîte tout entière, qui constitue la filière, participe au mouvement qui est communiqué à la grande roue M par le pignon correspondant, qui estsolidaire avec l'arbre des poulies; l'autre pignon, qui engrène avec la roue N, est ordinairement F ou sur ce même arbre, de telle sorte qu'aussitôt la mise en marche, il y a mouvement relatif de la roue M par rapport à la roue N; l'une d'elles conduit la boîte qui forme la filière, l'autre n'agit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que sur les coulisses circulaires des peignes; et par suite de ce mouvement relatif il y a serrage dans la boîte, jusqu'à une limite déterminée par la mise en contact de deux cames ou arrêts, respectivement disposés sur les moyeux des deux roues. La filière est immédiatement prête à fonctionner, et aussitôt que le boulon est terminé, il faut opérer le desserrage des filières.

A cet effet, l'ouvrier, en agissant sur le levier L, force les deux pignons à marcher ensemble, en les reliant par l'intermédiaire d'un embrayage à cône de friction; les deux pignons étant alors solidaires, agissent, suivant le nombre de leurs dents sur les deux roues correspondantes M et N; il y a avance de celle-ci par rapport à celle-là; les filets se dégagent, et il suffit de tirer, à la main, sur la poignée de l'étau, pour ramener celui-ci en arrière et y placer un nouveau boulon; dans ce mouvement de retour le cliquet est sans action, mais il reprend sa place de lui-même au moyen d'un contre-poids qui le force à mordre à nouveau dans la denture de la crémaillère. On voit donc qu'avec cette machine les boulons sont terminés en une seule passe et sans retour sur eux-mêmes; la machine, marchant constamment dans le même sens, est toujours prête à fileter, et l'on estime que le temps gagné, sur chaque opération, se traduit par une différence de trente pour cent environ sur la durée totale du travail.

Le taraudage des écrous peut aussi se faire en une seule passe; et, lorsqu'elle est terminée, il suffit de retirer les mâchoires en arrière, de manière qu'elles emportent avec elles le boulon et le taraud; celui-ci est terminé par une portion cylindrique autour de laquelle l'écrou est venu se placer par l'action de la machine, et dont le diamètre est assez faible pour que cet écrou puisse légèrement glisser sur toute la longueur.

MM. Varrall Elwell et Poulot sont, à Paris, les concessionnaires du brevet Sellers, qui a été délivré sous la date du 27 mai 1859.

On comprend d'ailleurs qu'en limitant, au moyen de prisonniers engagés dans une rainure, l'écartement maximum de l'une des grandes roues par rapport à l'autre, on puisse restreindre autant qu'on le voudra la course des peignes, et ainsi fileter, avec un même pas et une même filière, des boulons de diamètres notablement différents; la rainure circulaire, que l'on emploie pour cet objet, est munie d'une aiguille, et d'une division qui permet,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans chaque cas, de régler, avec exactitude, le degré de serrage qui correspond au diamètre du boulon à fileter.

X. MACHINES A DIVISER ET A TAILLER LES ROUES D'ENGRENAGES.

C'est surtout dans ce genre de machines que les dispositions actuelles dérivent de celles des anciens outils d'horlogerie; ce sont toujours des fraises et des burins qui, pendant qu'ils sont animés de rapides mouvements de rotation, enlèvent la matière aux roues à denter, en passant pour ainsi dire au travers du logement qu'ils doivent faire. Quant à l'exactitude de la division, elle est assurée, soit par le déplacement d'une plate-forme portant des divisions variées suivant les besoins, soit au moyen de roues de rechange divisées, seulement sur leur épaisseur, à la manière des roues dentées elles-mêmes.

Dans les anciennes machines, la plate-forme était horizontale, et la roue à tailler était fixée sur le même axe vertical; la fraise tournait alors dans un plan vertical, que l'on pouvait toutefois incliner lorsqu'il s'agissait de tailler des roues d'angle. Aujourd'hui le disque divisé et la roue sont le plus ordinairement montés sur un même axe horizontal, pouvant se déplacer, suivant les diamètres des roues à fendre, sur toute la longueur d'un banc de tour, et la fraise est montée sur un axe vertical que l'on peut abaisser ou relever dans une coulisse verticale, et que l'on peut aussi faire mouvoir transversalement.

Tous ces mouvements sont exécutés automatiquement, et dans le grand modèle de Withworth on peut tailler des roues de 3 mètres de diamètre. Lorsqu'on veut se servir de la même machine pour tailler des pignons, on en place plusieurs les uns à la suite des autres sur l'arbre horizontal, et l'amplitude du mouvement de transport est assez grande pour les canneler tous à la fois, comme s'ils ne formaient qu'un seul manchon à denter.

A part la rigidité qui est donnée au bâti de ces machines, comme à ceux de toutes les autres, nous n'aurions aucune nouveauté à signaler dans la construction des machines à tailler les engrenages, si le même principe de travail n'avait donné lieu, dans ces derniers temps, à des machines spéciales pour tailler la denture des molettes suivant un profil déterminé. Dans les machines à tailler les roues d'engrenages, on est obligé de don-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ner, à chacune des dents de la fraise, la forme même du creux qu'il faut enlever entre deux dents consécutives de l'engrenage. Dans les petites machines à tailler les molettes, au contraire, la fraise est simplement conique, de manière à déterminer une saillie convenable à l'arête vive; mais la forme transversale de cette denture est déterminée par le mouvement de la pièce sur laquelle on opère; ce mouvement est effectué à la main au moyen d'un levier à manette, et il est guidé par un patron découpé, de forme convenable, qui assure l'exactitude parfaite du profil et l'identité de toutes les arêtes de la fraise.

Nous avons fait, à Londres, l'acquisition d'une de ces petites machines, sortant des ateliers de MM. Fairbairn et C^ie^, de Leeds; il nous paraît indispensable d'en décrire les principales dispositions.

Le bâti de la machine est une sorte de boîte en fonte de 0^m^,12 de hauteur, et dont les dimensions horizontales sont de 0^m^,70 sur 0^m^,60.

Vers l'un des bords de cette boîte se trouve une poupée de tour pouvant coulisser, dans deux sens rectangulaires, par l'action de vis fonctionnant au moyen de petits volants; cette poupée sert de support à un arbre horizontal, court et robuste, sur lequel se trouve calée une poulie dont la jante est percée de trous, suivant cinq divisions différentes; un pointeau, maintenu par un ressort, sert à assurer la position de cette poulie pendant la rotation. C'est aussi sur le même arbre, mais à son extrémité, que la molette à tailler est solidement fixée au moyen d'un écrou; elle reste absolument immobile pendant le travail, et ne se déplace autour de son axe que lorsqu'on veut passer d'une dent à l'autre.

La fraise qui doit tailler la molette est montée sur un arbre vertical, auquel un mouvement rapide de rotation est donné au moyen d'une corde sans fin, passant sur une poulie horizontale, et d'une transmission supplémentaire par engrenages.

On voit, par cette description, que, si l'on pouvait, pendant qu'il effectue son mouvement de rotation, déplacer l'arbre de la fraise suivant un profil déterminé, celle-ci tillerait dans la roue un biseau ayant sur toutes ses faces l'inclinaison des génératrices du cône, et les choses sont ainsi préparées que la saillie est d'environ 1 millimètre pour une hauteur de 10 millimètres.

L'arbre vertical est maintenu dans une poupée verticale, mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bile autour d'un axe distant de cet arbre de 10 centimètres environ, et elle se prolonge par un appendice horizontal, à l'extrémité duquel il suffit d'imprimer, dans tous les sens, le déplacement correspondant à celui du profil à exécuter. A cet effet, un levier transversal est articulé à cette extrémité, et ce levier peut être manœuvré à la main par l'intermédiaire d'une vis horizontale, pouvant prendre diverses inclinaisons par rapport au levier lui-même. Ce levier porte en outre un petit buttoir destiné à glisser exactement sur le contour d'un patron saillant, reproduisant, à une échelle plus grande, la forme du profil.

A l'aide d'une manette qu'il déplace de la main droite, à l'aide de la manivelle de la vis qu'il tient de la main gauche, l'ouvrier arrive bien vite à maintenir le buttoir au contact du patron, et à lui faire parcourir toutes les parties de son contour. Il est assuré dès lors que la fraise s'est déplacée de manière à tailler une dent, et il lui suffit d'opérer, de la même façon, pour la suivante, ce qui se fait avec une très-grande rapidité.

On peut tailler avec cette machine des fraises de 12 centimètres de diamètre.

XI. MACHINES A CISAILLER ET A POINÇONNER.

Ces deux genres de machines sont généralement accouplés sur un même bâti en fonte creuse; au milieu, se trouve une échancrure pour recevoir l'engrenage principal avec lequel tournent les excentriques destinés à produire le mouvement de va-et-vient des outils. Pour la cisaille, ce mouvement n'a pas besoin d'être arrêté indépendamment de la transmission; mais il n'en est pas de même pour le poinçonnage, dont il faut pouvoir modifier les éléments, poinçon et contre-poinçon, suivant l'épaisseur des tôles et les diamètres des trous à percer. La pièce demande d'ailleurs à être placée exactement suivant le tracé, et il faut pouvoir disposer du temps nécessaire à cette mise en place; on débraye à cet effet le poinçon par l'introduction d'une cale, et la dernière disposition de M. Whitworth permet, au moyen d'un levier extérieur et d'un contre-poids, d'effectuer cette opération de la manière la plus commode.

Dans un grand nombre de circonstances, ces machines portent, avec elles leur moteur; et, sous ce rapport, la grande poinçonneuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de M. de Bergue est particulièrement remarquable; elle se compose d'une sorte de balancier mis en mouvement par l'action directe de la machine, et disposé de manière à poinçonner et cisailler alternativement par ses deux becs.

On peut cependant reprocher, à ce puissant appareil, de ne pas déplacer le poinçon en ligne droite; mais, eu égard à la longueur du rayon à l'extrémité duquel ce poinçon est articulé, l'inconvénient se trouve, dans une grande mesure, atténué.

Une machine de M. Nasmyth, destinée seulement à poinçonner, se faisait remarquer par une disposition particulière de diviseur à crémaillère, permettant d'avancer la tôle de la quantité strictement nécessaire. L'organe essentiel de cette machine consistait en un bras ou sorte de crémaillère divisée exactement; en inclinant plus ou moins ce bras par rapport au sens du déplacement de la tôle, le chemin parcouru par elle se trouve mesuré par la projection de la division primitive, et cette projection varie à volonté suivant l'angle adopté.

MM. Cook et C^{ie} avaient exposé, entre autres appareils de ce genre, un outil à triple effet avec machine à vapeur à action directe et à fourreau; le poinçon et la cisaille étaient placés à droite et à gauche du cylindre à vapeur, et à l'opposé de celui-ci se trouvait un outil riveur, mis en mouvement par un balancier; il serait difficile d'imaginer un groupement, mieux entendu, des différents organes.

Enfin l'un de nos exposants français, M. Tussaud, avait disposé une cisaille circulaire de manière à pouvoir couper des tôles de grande dimension; il est arrivé à ce résultat remarquable par un agencement nouveau des supports, et nous chercherons à faire comprendre le principe sur lequel repose cette disposition.

MM. Thomas et Laurens ont construit, il y a quelques années déjà, pour l'usine de Guérigny, une cisaille à queue, dont M. Armengaud a fait connaître la disposition et les dessins dans le douzième volume de sa publication industrielle. Dans cette machine, l'une des parties de la feuille de tôle reste dans son plan primitif après le découpage, mais l'autre se trouve déviée de telle façon qu'elle puisse passer à côté des diverses pièces dont se compose la machine; par cette simple déviation de la feuille coupée, on comprend facilement que MM. Thomas et Laurens soient parvenus à faire échapper la feuille, quelle que soit sa largeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ce même principe que M. Tussaud a appliqué à la cisaille circulaire, qu'il a ainsi dotée d'une propriété nouvelle; elle en permettra, sans aucun doute, l'emploi pour des travaux dans lesquels elle ne pouvait servir jusqu'ici; la feuille est également déviée dans le plan de la coupure, de manière que les deux lèvres s'écartent de la quantité suffisante pour laisser passer entre elles les supports qui relient le disque supérieur au bâti de la machine.

XII. MACHINES A FORGER.

Les marteaux-pilons sont, sous leurs diverses formes, les machines à forger les plus importantes, et ils étaient représentés à l'Exposition par un très-grand nombre de systèmes différents. Le marteau à came, avec ressort en caoutchouc, les marteaux à air comprimé, les marteaux à vapeur à simple ou à double effet, fonctionnaient dans toutes les parties de la galerie des machines, et il faudrait leur consacrer un article spécial si l'on voulait indiquer seulement toutes leurs variétés. Nous dirons seulement que l'emploi général des marteaux-pilons automatiques est tout à fait habituel dans la plupart des usines métallurgiques de l'Angleterre; chaque constructeur a sa disposition spéciale pour arriver à ce résultat, que la plupart des systèmes réalisent avec une grande perfection. Comme faits particuliers nous nous bornerons à citer le marteau-pilon à vapeur de MM. Farcot et fils, qui s'alimente par la colonne du bâti, formant constamment réservoir de vapeur, et les enclumes hydrauliques de MM. Schwartzkopf et Imlay, au moyen desquelles chacun des constructeurs s'est proposé de relever l'enclume à volonté, comme le piston d'une presse hydraulique, et d'amortir, par l'intermédiaire du liquide, une partie du choc, de manière à moins ébranler la fondation.

Nous aurons l'occasion de revenir en détail sur toutes ces dispositions; mais, en nous bornant à l'examen des machines-outils, en usage dans tous les ateliers de construction, nous devons surtout signaler la tendance des constructeurs anglais à faire usage de ce qu'ils appellent des machines à forger.

M. Ryder est l'inventeur de ces machines, qui se composent d'un bâti vertical, divisé, par des montants, en un certain nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compartiments juxtaposés. Dans chacun d'eux on dispose une enclume qui peut être plus ou moins relevée à la main, à l'aide d'une vis, et un petit piston, que l'on peut garnir d'une contre-matrice, se meut incessamment de haut en bas, de manière à frapper le fer que l'on veut forger et que l'on place entre les deux étampes; les petites pièces de forge se font ainsi avec une grande facilité, et les étampes pouvant être en fonte, eu égard aux faibles efforts exercés, le procédé est véritablement économique.

En Angleterre, chaque idée nouvelle est la propriété exclusive du patenté ; mais, au lieu de l'exploiter seul, il cède à d'autres fabricants le droit de lui faire concurrence. C'est ainsi que M. Whitworth est arrivé à améliorer, dans tous ses détails, le projet primitif de M. Ryder, et que la machine à forger est presque partout désignée sous le nom de machine Whitworth.

Le modèle que M. Shanks avait exposé nous a paru constituer plutôt un essai pour l'avenir qu'un outil déjà devenu industriel: au moyen de cames convenables, il rapproche horizontalement et verticalement quatre mâchoires qui doivent en quelque sorte mouler les pièces de forge en les emprisonnant dans autant d'étampes; il n'est pas douteux qu'en comprimant, avec une énergie suffisante, on obtiendra, sous le rapport de l'exactitude de la forme, un moulage parfait; mais on n'aura pas sans doute la même certitude quant au corroyage et à l'homogénéité du métal.

Il nous a été donné de voir, chez M. Penn, une autre machine à forger, qui opère avec des marteaux, et qui produit, avec rapidité, des boulons en cuivre rouge, aussi parfaits que s'ils avaient été travaillés sur le tour avec rabotage des faces à la main; les chanfreins mêmes étaient si bien exécutés que l'on n'apercevait nulle part la couture du moule.

En ce qui concerne le travail du fer, ces machines à forger trouvent un aide important dans les machines spéciales destinées à scier le fer en barres, à température élevée; ces machines préparent, avec une rapidité surprenante, les matériaux qui doivent être soumis à l'action du forgeage proprement dit.

Quant aux machines à river, elles ressemblent beaucoup aux nôtres; les trous étant toujours percés avec une conicité très-marquée, par suite de la différence de diamètre entre le poinçon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le contre-poinçon; le rivet suffit pour rapprocher les deux faces qui offrent les petites ouvertures, sans qu'il soit nécessaire de rapprocher, par une opération spéciale, les deux tôles, comme l'avait proposé Lemaitre, au moment même où, le premier, il avait reconnu la possibilité de faire à volonté des trous coniques.

M. Penn fait usage, dans ses ateliers, de petites machines à river portatives, qui s'agrafent dans les trous de la tôle, et qui devraient faire partie, pour les réparations, de l'outillage de nos bateaux à vapeur.

XIII. MACHINES ACCESSOIRES.

Nous placerons dans cette catégorie les meules à aiguiser, qui sont en général établies avec plus de soin en Angleterre qu'en France; celles qui sont destinées à aiguiser les outils à bois présentent, dans certaines circonstances, la forme même du fer qu'il faut affûter.

C'est là un détail de peu d'importance, mais il n'en est pas de même d'une pratique entièrement différente, introduite par MM. William Muir et C^ie^; leurs meules à affûter sont doubles, et l'une d'elles est destinée à dresser constamment la paroi extérieure de l'autre; à cet effet elles sont mises en mouvement par des transmissions indépendantes; on peut à volonté faire varier leur serrage en déplaçant au besoin leurs centres, et la seconde meule a en outre un mouvement dans le sens de son axe, qui lui permet d'égaliser la première dans tout son pourtour; on comprend combien cette pratique doit faciliter l'affûtage des outils, et assurer, à leurs tranchants, la forme la mieux appropriée au travail qu'ils doivent exécuter. La patente de MM. Muir date du 12 mars 1853, et l'on doit s'étonner que la machine ne soit employée qu'exceptionnellement dans nos ateliers français.

On nous permettra de citer aussi, en dehors des divisions qui précèdent, une machine suédoise à forger les clous, à l'aide de laquelle un petit fer de section carrée s'engage dans les rainures d'un laminoir qui l'étirent régulièrement à partir de l'extrémité destinée à former la tête et qui mettent ensuite cette extrémité sous l'action d'un marteau, qui l'écrase et la façonne sous la forme convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XIV. MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS.

Les progrès réalisés dans les machines à travailler le bois ne sont pas aussi marqués que ceux des machines à travailler les métaux, et plusieurs de nos établissements français font aussi bien et même mieux que les constructeurs anglais. Nos machines de ce genre ont été construites, pour ainsi dire, de toutes pièces, tandis que les machines anglaises ne sont en général que des imitations des anciens appareils américains, dans lesquelles on a remplacé le bois par le fer et la fonte. Quand l'imitation porte sur une machine française, les bâtis deviennent plus lourds, la stabilité est rendue plus grande, mais en même temps le prix de revient est beaucoup plus élevé. C'est ce qui arrive, par exemple, pour la scie à découper de M. Perin, pour la machine à façonner les rais des roues en bois, etc. : les modèles anglais sont aussi bien construits que les nôtres; mais, en augmentant les résistances, on a en même temps augmenté les dimensions, et les manœuvres deviennent plus embarrassées; une machine de ce genre ne doit avoir plus de précision que ne l'exige la nature de son travail, et les Anglais vont souvent au delà.

Voici, cependant, quelques indications sur les appareils qui nous ont paru les plus remarquables, au milieu des nombreuses machines qui formaient, pour le travail des bois, un très-bel ensemble, dans le département anglais, M. Worssam et Cie, et MM. Powis James et Cie, paraissent s'être adonnés particulièrement à ce genre de travail; en France, nous n'avions que deux représentants dans cette industrie, M. Périn, avec son admirable scie sans fin; MM. Bernier aîné et Arbey, avec un certain nombre de petites machines.

Nous ne nous rappelons pas avoir vu fonctionner, dans le palais de l'Exposition, la machine à raboter, très-remarquable, de M. Maréchal, bien que son nom fût inscrit parmi ceux des exposants de la classe 7. On sait que ce constructeur opère avec une lame en hélice qui n'attaque la face à dresser que par un point à la fois, et qui cependant le rabote sur toute sa largeur, sans laisser aucune trace de reprise de l'outil. La disposition à l'aide de laquelle M. Maréchal affûte ses lames en hélices est également très-remarquable, quoiqu'elle se rapproche beaucoup,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme principe, de celles employées pour l'affûtage des lames des tondeuses, dans la fabrication du drap. L'effet à produire est en effet le même, à cela près, que M. Maréchal enlève, sur toute la surface, un copeau régulier et continu.

Machine à raboter sur les quatre faces, de MM. Samuel Worssam et C^ie.

Les machines à raboter sur les quatre faces étaient très-nombreuses à l'Exposition; mais, entre toutes, celle de MM. Samuel Worssam et C^ie, se faisait remarquer par la solidité de tous ses organes et par la stabilité de son bâti; c'est pour des machines de cette sorte que l'on peut dire, en toute sûreté, qu'elles ne sont jamais trop lourdes.

La figure sur bois que nous donnons de cette machine remarquable ne peut être bien comprise qu'à la condition de distinguer, tout d'abord, la position occupée par les différents rabots.

La planche sur laquelle on opère est représentée en A B; elle entre par la gauche de la figure et sort à droite. Dans son mouvement, elle est successivement soumise à l'action des rabots M, N, P, Q; le rabot M agit sur la surface de dessus; les deux rabots N, qui se projettent l'un sur l'autre dans le dessin, agissent sur les faces latérales; le rabot rotatif P exécute un premier travail sur la face inférieure; enfin la varlope plane Q, qui est entièrement fixe, termine le dressage de cette face, en enlevant un dernier copeau continu, que l'on dégage par des regards, toutes les fois qu'il en est besoin.

La pièce de bois est maintenue et entraînée par quatre rouleaux de grand diamètre, D E F G; les deux rouleaux inférieurs F et G sont disposés de manière que leur génératrice supérieure soit toujours dans le même plan que la surface, très-bien dressée, du banc de la machine; les axes des rouleaux supérieurs sont au contraire mobiles. On règle, pour chaque série d'opérations, la hauteur de ces axes au moyen de petites manivelles *d* et *e*, qui, par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un pignon central formant écrou, font monter ou descendre les vis qui supportent les axes, dans l'intérieur des grandes bornes en fonte, qui existent sur les deux côtés du banc de la machine, et qui sont reliées, deux à deux, par les arcades C. Ainsi soulevés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une hauteur suffisante, ces rouleaux pressent constamment con-

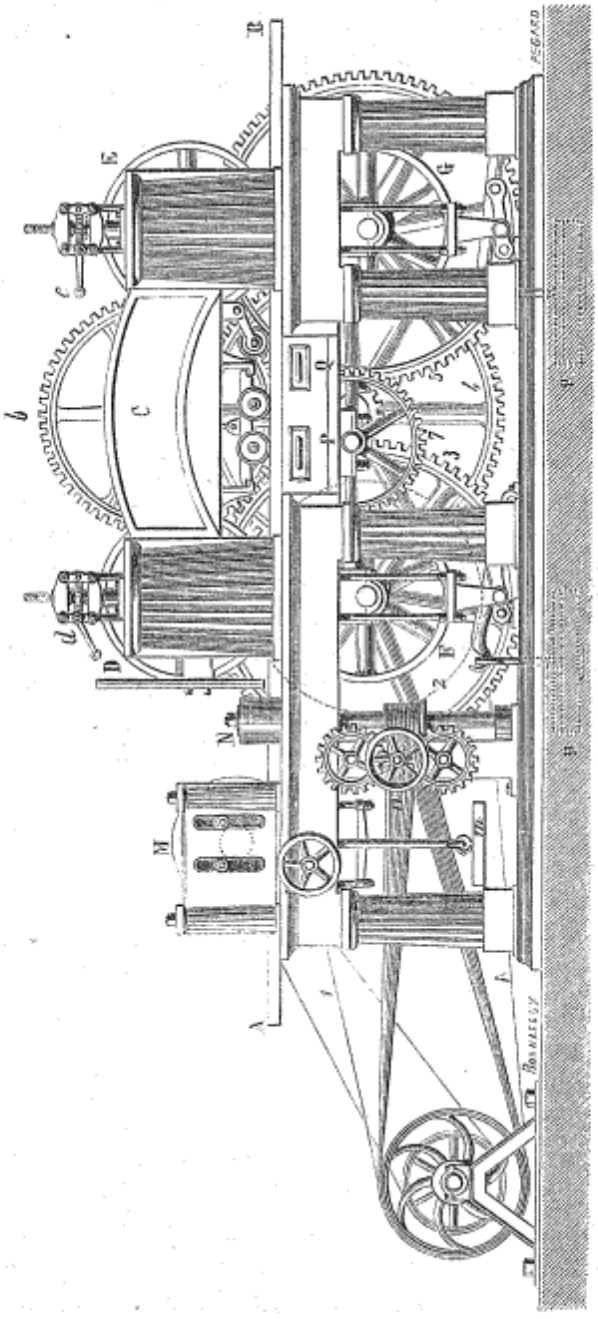


Fig. 6.

tre la pièce en travail, au moyen des contre-poids H et K, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

agissent en dessous, par l'intermédiaire d'étriers, de leviers et de crochets.

Le mouvement de rotation des quatre rouleaux est d'ailleurs déterminé au moyen de la courroie 1, par l'intermédiaire de la poulie 2 et des roues dentées 3, 4, 5 et 6; c'est cette dernière roue 6 qui est aussi chargée de faire mouvoir le pignon 7 du quatrième rabot rotatif P.

La machine étant ainsi comprise dans son ensemble, nous pouvons maintenant entrer dans quelques détails sur le fonctionnement de chacun des organes principaux qui doivent agir sur les faces du bois.

On voit, au-dessous du rabot M, un volant qui sert à régler la course de cet organe, eu égard aux dimensions de la pièce en travail; mais cette course n'est limitée qu'en dessous, le rabot tout entier pouvant se relever, s'il est nécessaire, mais sans cesser d'être soumis à l'action du contre-poids *m*, qui tend toujours à le faire redescendre.

Les rabots N des faces latérales reçoivent directement leur mouvement, par deux courroies obliques, agissant sur la poulie verticale de chacun des axes de ces rabots. Quant à la dimension transversale de la pièce, elle est déterminée en réglant la distance des rabots par le volant *n*, dont le pignon entraîne, en sens contraires, les deux roues correspondantes, et, avec elles, les arbres filetés sur lesquels elles sont calées.

Un écran vertical en tôle est placé derrière les rabots N, pour retenir les copeaux qu'ils dégagent, ainsi que ceux du premier rabot M.

La face dont le dressage doit être le plus parfait est celle qui repose sur la table de la machine; elle est dégrossie par un premier rabot rotatif, qui, mis en mouvement par l'arbre de la roue dentée 7, vient agir sur la face du bois, au-dessous de deux galets destinés à la maintenir, entre les points d'appui des grands rouleaux, en parfait contact avec la table, malgré l'action incessante du rabot rotatif; à cet effet, les deux galets dont nous venons de parler supportent la charge d'un plateau mobile représenté dans le dessin, et cette charge peut être variée à volonté; ce plateau est d'ailleurs maintenu entre deux guides qui l'empêchent de se déverser.

La varlope fixe Q, qui termine le travail, est également aidée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans son action par un galet presseur, et la charge variable de celui-ci est déterminée par un levier à poids curseur, que l'on ne pourrait voir que sur l'autre face de la machine.

Ce puissant appareil fonctionne avec une vitesse de 550 tours par minute, pour chacun des outils rotatifs, qui, dans certaines circonstances, pourraient être remplacés par des outils à moulures. Il pèse environ 6 tonnes, et exige au moins le travail de 6 chevaux-vapeur.

Les dimensions sont telles qu'il peut opérer sur des pièces ayant jusqu'à $0^m,35$ de large et $0^m,16$ d'épaisseur. Les rouleaux compresseurs n'ont pas moins de $0^m,60$ de diamètre, et le mouvement de transport de la pièce peut atteindre facilement $0^m,20$ par seconde. On se fait difficilement une idée du produit considérable d'une telle machine.

La particularité la plus nouvelle consiste dans l'emploi de la varlope fixe, qui est d'ailleurs employée, dans les mêmes conditions, par un grand nombre de constructeurs anglais; la monture est en fonte, et l'outil tout entier se retire comme le tiroir d'un meuble, pour être aussitôt remplacé par un rabot semblable et fraîchement affûté; avec cette modification, la face principale est absolument droite et tout aussi bien parée qu'à la main.

Machine à faire les tenons, de Powis James.

Lorsqu'il faut faire des tenons sur des pièces de grandes dimensions, qui ne se placeraient pas facilement dans les machines ordinaires, MM. Powis James et C^ie^ se servent d'un support indépendant, sorte de table parfaitement rigide, munie d'un chariot et d'un valet. La machine est alors réduite dans le nombre de ses organes, et l'on peut voir sur la figure 7 les différentes parties qui la composent.

Les deux rabots rotatifs R et S sont montés, à la manière ordinaire, sur deux arbres horizontaux parallèles; leur écartement est réglé, pour chaque cas particulier, par les deux écrous à manettes *r* et *s*, qui sont assez commodément placés sous la main de l'ouvrier; ils se composent chacun de quatre fers de rabot, montés à rainure sur un tourteau de fonte, et l'on voit à l'extérieur une lame supplémentaire, sorte de bec-d'âne, destinée à affranchir le bord de la joue enlevée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la transmission du mouvement, elle s'opère, avec une courroie unique, de la manière suivante : cette courroie embrasse, derrière la machine, la demi-circonférence de la poulie motrice,

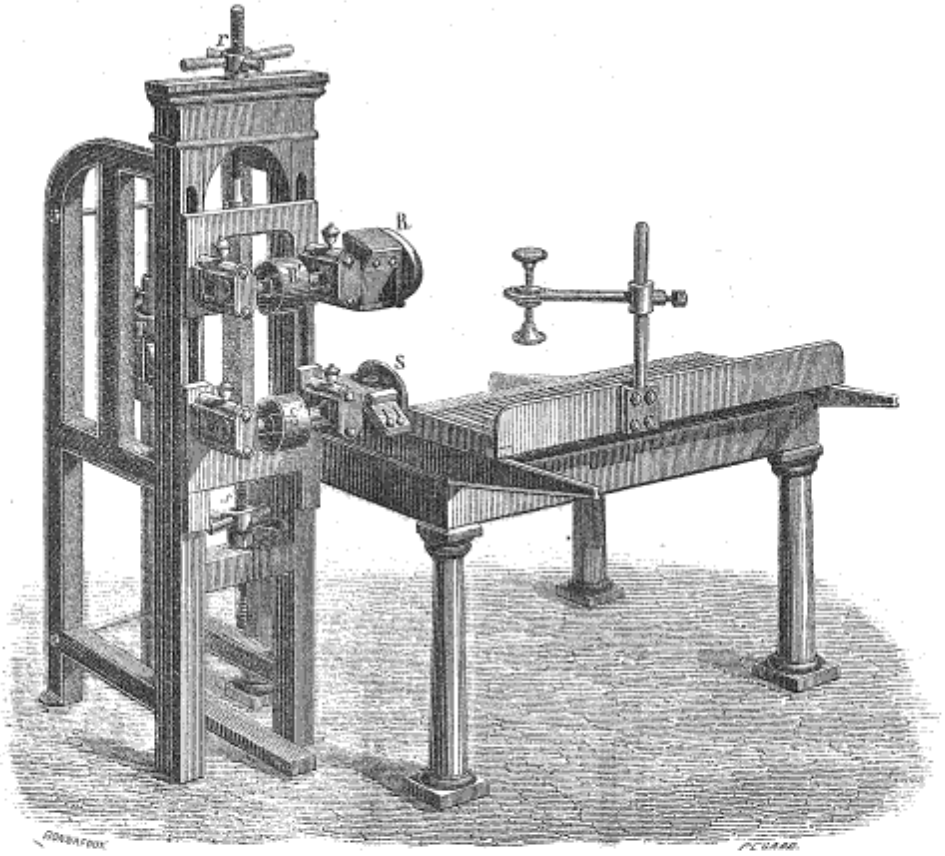


Fig. 7.

et elle passe successivement sur la poulie R′ du rabot R, sur une poulie de renvoi T, placée sur un arbre spécial, à l'arrière du bâti de la machine, et enfin sur la poulie S′ du rabot S. La poulie motrice ayant pour diamètre l'écartement moyen des deux poulies R et S, on peut concevoir qu'au moyen du déplacement de la poulie S, la longueur de cette courroie reste constante pour diverses épaisseurs de tenons; chacune des poulies est embrassée, dans toutes ses fonctions, sur la moitié de la circonférence, et les glissements sont peu à craindre.

Cette machine est surtout utile en ce que, sous un faible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume, elle permet d'opérer sur des pièces de gros échantillon, en laissant, entre les faces dressées, une épaisseur de tenon considérable ; elle est très-propre au travail de certaines pièces de charpente, et quant à l'avancement du chariot, il se fait entièrement à la main. Nous croyons que ces machines à banc indépendant sont appelées à élargir le domaine des rabots à lames rotatives.

Établi mécanique de M. Worssam.

Pour tous les ateliers où l'on a la libre disposition d'un arbre de couche, l'établi mécanique que MM. Worssam et C^ie^ appellent le menuisier universel (*general joiner*), peut faciliter de beaucoup l'exécution de la plupart des pièces de menuiserie.

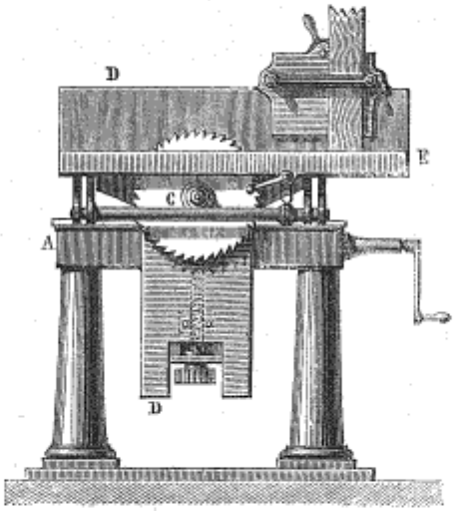


Fig. 8.

Il se compose (*fig.* 8 et 9) d'une table solide A en fonte, avec un arbre longitudinal B, muni de deux poulies, et pouvant recevoir, à son extrémité, divers modèles de scies circulaires C. Derrière cette scie se trouve une planchette verticale D, qui peut s'élever ou s'abaisser à volonté, et qui est complétée par un tablier E, qui forme avec elle différents angles, suivant le travail que l'on veut effectuer. C'est dans l'intervalle compris entre ces deux plans mobiles que les pièces à travailler sont le plus ordinaire-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment placées; on les fait glisser dans des rainures, pendant que l'on fait tourner, soit la scie, soit des outils rotatifs de divers profils.

Cette machine est combinée tout à la fois pour scier, faire les rainures et les languettes, pour raboter, pour faire les tenons et les moulures, pour percer, araser et dresser les extrémités et les faces des tiroirs, planchettes, boîtes, etc. Elle peut être employée à une multitude de travaux, dans les ateliers des menuisiers, des charpentiers et des ébénistes.

La table est disposée pour recevoir des scies de 0m,40 de diamètre et au-dessous; elle peut s'élever et s'abaisser pour faire les rainures et les languettes, et pour raboter. Une glissière en fonte, adaptée à la table et pouvant se mouvoir dans une rainure, sert à araser ou enlever les joues des tenons, etc.

La pièce sur laquelle on veut confectionner un tenon est placée dans une sorte d'étau, qui glisse sur le bord de la planchette D; l'étau est assez grand pour recevoir des pièces de 0m,20 d'équarissage, et la pression étant déterminée par l'action de deux plans inclinés, le serrage et le desserrage de la pièce s'effectuent avec une grande promptitude.

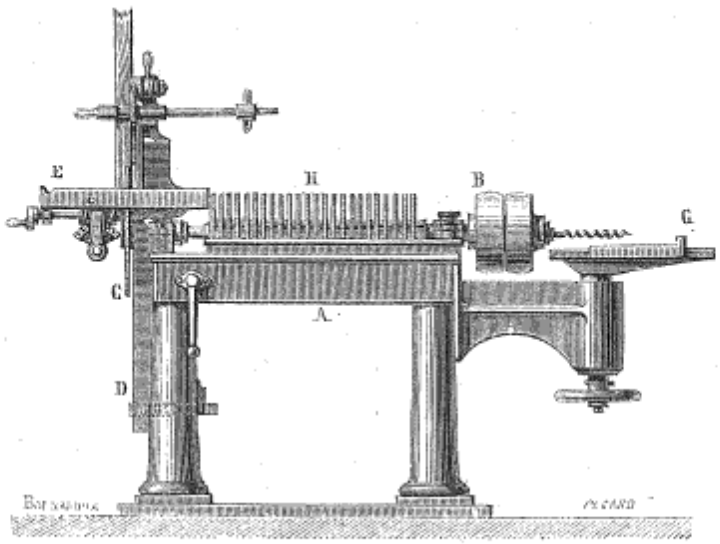


Fig. 9.

La tablette E peut prendre, au moyen d'une manivelle montée sur un arbre à vis sans fin, toutes les inclinaisons possibles jus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à 45°, pour l'ajustement sous différents angles et la coupe des onglets.

Lorsqu'on veut faire des rainures, on remplace la scie ordinaire par une scie de l'épaisseur même de la rainure; la table est alors élevée jusqu'à ce que la scie ne dépasse son plan que de la profondeur qu'on veut obtenir, et il suffit de faire glisser la pièce, à la manière ordinaire, pendant que la scie tourne. A la place d'une scie épaisse, on peut aussi se servir, pour obtenir le même résultat, d'une lame mince de scie ordinaire, montée obliquement à l'axe, en la maintenant entre deux rondelles à faces inclinées; les Anglais appellent cette lame circulaire une scie en ribotte (*drunken saw*), et cette expression fait bien comprendre les allures de chacun des points de la circonférence qui passent de droite à gauche, en enlevant la partie de bois nécessaire pour produire une rainure de la largeur voulue.

Parmi les accessoires de cette machine se trouve un mandrin disposé pour recevoir des lames de différents profils, parfaitement appropriées pour les petits bois de fenêtres ou autres.

L'arbre sur lequel se monte la scie est percé à son autre extrémité; il peut recevoir des forets de 0m,025 de diamètre; le bois à percer est alors placé sur un chariot spécial G, porté sur une table que l'on abaisse ou que l'on élève à volonté au moyen du petit volant qui se voit à l'autre extrémité de la figure.

Les mèches que M. Worssam livre avec sa machine ne peuvent que percer, mais nous avons maintenant en France des mèches qui coupent latéralement et qui permettraient le déplacement latéral de la pièce, après leur introduction, de manière à obtenir, d'un seul coup, l'exécution de véritables mortaises à bouts arrondis.

M. Thomson arrive au même résultat en employant des outils analogues à ceux des machines à rainures, à outils rotatifs.

Cet arbre peut être aussi garni d'une série de petites scies, également espacées sur toute la longueur, de manière à pouvoir servir à la préparation des assemblages à queue d'hironde sur le bord d'une planche. On voit ces petites scies en H, sur la fig. 9. Cette disposition est, à elle seule, suffisante pour amener, dans la confection de certains objets de menuiserie, une diminution notable de prix.

Quant à la scie de M. Périn, elle a toujours le privilége d'inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

resser tous les visiteurs, par la précision avec laquelle elle découpe le bois, suivant les tracés les plus délicats. Au point de vue industriel, elle continue à rendre d'immenses services, et nous avons surtout remarqué deux tuyaux de 80 cent. de longueur, qui, débités l'un dans l'autre, sont bien faits pour démontrer tout le parti que l'on peut attendre de la scie continue.

Une petite machine à tourner les formes de souliers était particulièrement remarquable, en ce qu'elle permettait de modifier, dans une certaine mesure, les dimensions du modèle, et en ce qu'elle travaillait avec une très-grande précision.

Enfin, nous indiquerons encore une grande machine de MM. Cox et Cie, qui, bien que très-mal construite, produisait de très-bons résultats; les outils étaient de petits rabots rotatifs, tournant avec rapidité, à l'extrémité de longues tiges verticales, se déplaçant en hauteur, en largeur et en profondeur, suivant les contours du modèle en relief que l'on se propose de reproduire: les mouvements étaient tellement combinés, que l'ensemble de l'appareil constituait une sorte de pantographe mécanique, dégrossissant, avec une certaine perfection, les parties principales et jusqu'à quelques détails de la reproduction. En ce moment, où les meubles sculptés sont en si grande vogue, il n'est pas douteux que cette machine doive rendre de véritables services.

En approchant des limites qui nous étaient imposées dans l'étendue que nous pouvions donner à cette note, nous éprouvons le besoin de dire combien, en la relisant, elle nous semble incomplète; il est presque impossible de faire comprendre certains détails de machines sans une description minutieuse de toutes leurs parties. Mais les matériaux que nous avons rapportés de l'Exposition résoudront, bien mieux que nous ne pourrions le faire, la difficulté. Le Conservatoire impérial des Arts et Métiers a consacré une partie des fonds qui avaient été mis à sa disposition, à l'exécution de cinq cents feuilles de dessins représentant, dans tous leurs détails, les machines-outils les plus remarquables. Ces dessins sont dès aujourd'hui à la disposition du public, qui peut gratuitement en prendre des calques. Nous ne craignons pas d'affirmer que cette collection, si elle est consultée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec quelque empressement par nos constructeurs, peut exercer une influence très-importante sur les progrès de la construction dans notre pays.

LISTE DES MACHINES-OUTILS

EXPOSÉES A LONDRES EN 1862

Et dont les dessins sont mis à la disposition du public, au portefeuille industriel du Conservatoire impérial des Arts et Métiers[1].

	feuilles
1. Tour parallèle, par Hartmann	3
2. Tour à charioter et planer, par Zimmermann	4
3. Tour double à roues de locomotives, par Beyer et Peacock	5
4. Tour double à roues de locomotives, par Hartmann	6
5. Machine à couper et tourner les écrous, modèle par Hartmann	0
6. Machine à rayer les canons de l'arsenal de Woolwich	7
7. Machine horizontale à aléser, par Hartmann	3
8. Machine à couper les tubes, par Kendall et Gent	2
9. Machine à percer à la main, par Smith et Coventry	2
10. Machine à percer, s'appliquant sur colonne, par Hartmann	3
11. Machine à percer, à 4 outils, à vitesses différentes, par Shanks et Cie	1
12. Machine à percer, à patin rainé, par Eastbrook et Alcard.	3
13. Machine à percer, à plateau mobile, de Eastbrook et Alcard	4
14. Machine à percer, à patin rainé et à plateau mobile, à vitesses et avancements variables, par Eastbrock et Alcard	3
15. Machine à percer avec table à chariot, par Smith et Coventry	4
16. Machine à percer, avec table tournante et à chariot, par Whitworth	4
17. Machine à percer, avec table à double mouvement de chariot, par Zimmermann	4
18. Machine à percer les plaques de foyer, par Shanks et Cie.	3

1. La galerie du portefeuille est ouverte tous les jours, excepté le lundi, de dix heures à trois heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feuilles.

19. Machine triple à percer les longerons, par Beyer et Peacock 3
20. Machine radiale à percer, à patin rainé, par Smith et Coventry..... 3
21. Machine radiale à percer, avec plateau à chariot, par Zimmermann..... 4
22. Machine radiale à percer, avec patin rainé formant socle et support additionnel, par Hulse..... 3
23. Machine radiale à percer, avec banc rainé sur trois faces rectangulaires, par Fairbairn..... 4
24. Machine radiale à percer, avec patin et banc rainé sur trois faces rectangulaires, par Hartmann..... 3
25. Machine simple à faire les mortaises et cannelures, à outil tournant vertical, par Whitworth..... 6
26. Machine double à faire les mortaises et cannelures, à outil tournant vertical, par Whitworth..... 5
27. Machine à faire les mortaises, à outil tournant horizontal, par Zimmermann..... 4
28. Machine à faire les mortaises, à deux outils tournants horizontaux, par Shanks et C^ie^..... 4
29. Machine à raboter horizontalement, à trois outils, par Fairbairn..... 3
30. Petit étau limeur, par W. Muir..... 4
31. Étau limeur avec un mouvement accéléré de l'outil, par Zimmermann..... 4
32. Grand étau limeur à deux tables, par Hartmann..... 5
33. Étau limeur universel, avec deux tables et mandrin tournant, par Whitworth..... 6
34. Machine à raboter verticalement, à deux mouvements automatiques par Maclea et March..... 4
35. Petite machine à raboter verticalement, entièrement automatique, par Hartmann..... 3
36. Petite machine à raboter verticalement, modèle par Fairbairn..... 0
37. Machine à raboter verticalement, avec retour accéléré de l'outil, par Whitworth..... 4
38. Grande machine à raboter verticalement, avec retour accéléré de l'outil, par Hartmann..... 3
39. Machine à tailler les écrous, à deux burins, par Zimmermann..... 4
40. Machine double à tailler les écrous, par Zimmermann... 4
41. Machine à tailler les engrenages de toutes sortes, par Whitworth..... 4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		feuilles.
42.	Machine à tailler les molettes, par Whitworth	4
43.	Machine à tailler les molettes, modèle par Fairbairn	0
44.	Machine à tarauder, par Kershaw	1
45.	Machine à tarauder, à serrage fixe ou variable, par Glasgow	3
46.	Machine à tarauder, à serrage fixe ou variable et sans mouvement de retour, par Sharp Stewart et Cie	4
47.	Machine double à tarauder simultanément les boulons et les écrous par Crawball	3
48.	Petites machines à cisailler et poinçonner, fonctionnant à la main ou par courroie, par Eastbrook et Alcard	4
49.	Machine à cisailler et poinçonner, fonctionnant par courroie, par Eastbrook et Alcard	2
50.	Machine à cisailler et poinçonner, avec coins de serrage pour les coussinets, par Hartmann	4
51.	Machine à cisailler et poinçonner, avec hauteur variable de poinçon, par Whitworth	5
52.	Grande machine à cisailler et poinçonner, fonctionnant par courroie, par Hartmann	5
53.	Machine à poinçonner et cisailler, fonctionnant au moyen de leviers, par Rhodes	5
54.	Cisaille circulaire, disposée pour couper des tôles de grandes largeurs, par M. Tussaud	2
55.	Machine à river, fonctionnant par courroie, par de Bergue	4
56.	Machine à river, à vapeur, de Cook	3
57.	Machine à cisailler, poinçonner et river, de Cook	5
58.	Machine à faire les rivets, à action continue, par de Bergue	5
59.	Machine à forger à quatre mâchoires, par Shanks	3
60.	Machine à forger à quatre paires d'étampes, par Ryder	4
61.	Machine à forger, par Whitworth	5
62.	Marteau-pilon fonctionnant par transmission, par Bunnett	4
63.	Marteau-pilon à air comprimé par Cowan	3
64.	Marteau-pilon à air comprimé, par Cotton	5
65.	Marteau-pilon à vapeur, à simple effet, par Eastbrook et Alcard	3
66.	Marteau-pilon à vapeur, à simple effet et à tiroir équilibré, par Napier et fils	3
67.	Marteau-pilon à vapeur, à simple effet et à tiroir équilibré, par Marcellis	4
68.	Marteau-pilon à vapeur, à simple effet et à action automatique, par Twaites et Carbutt	3
69.	Marteau-pilon à vapeur, à simple effet et à action complétement automatique, par Nasmyth	5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feuilles.

70. Marteau-pilon à vapeur, à double effet, par Carrett, Marshall et Cie 3
71. Marteau-pilon à vapeur, à double effet et à détente, par Rigbby..... 3
72. Marteau-pilon à vapeur, à double effet et à action automatique, par Morrison..... 3
73. Marteau-pilon à vapeur, à double effet et à action automatique, par la compagnie des forges de Kirkstall..... 3
74. Marteau-pilon à vapeur, à double effet et à action automatique, par MM. Varral, Elwell et Poulot (système Naylor) 5
75. Marteau-pilon à vapeur, à double effet et à course constante, avec enclume hydraulique, par Schwartzkopff. 4
76. Marteau-pilon à vapeur, à action variable et à enclume hydraulique, par Imray..... 4

L'étude de ces dessins fera ressortir, bien mieux encore que nos indications, les caractères de supériorité que nous avons cherché à faire saisir, au commencement de cet article, par quelques considérations générales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 25.

MATIÈRES TINCTORIALES, TEINTURE ET IMPRESSION.

PAR M. SALVETAT.

Il ne me sera pas possible, dans le court espace dont je puis disposer, de parler de toutes les matières exposées à Londres, et qui se rattachent au titre de ce chapitre. On comprend, en effet, que l'industrie de la teinture se lie trop intimement aux sciences chimiques et physiques, et qu'elle emprunte trop d'éléments de succès aux arts mécaniques, pour être traitée convenablement dans quelques pages seulement. Une revue complète des différentes matières colorantes que la nature met entre les mains du teinturier, présenterait certainement son intérêt, et il serait instructif de comparer entre elles les différentes sources auxquelles l'industriel puise les diverses matières colorantes qu'il emploie; les plantes tinctoriales, l'indigo, la garance, le pastel, le sumac, le safran, le carthame, les insectes utiles, comme la cochenille, le kermès, etc., ont toujours une importance que personne ne conteste; mais nous devons avouer que cette année la question se présente sous un jour tout nouveau, et que l'attention publique se porte avec raison plus particulièrement sur cette nouvelle mine, encore vierge en quelque sorte, bien qu'elle ait joué déjà dans les ateliers un rôle des plus importants ; je veux parler des matières tinctoriales que l'homme sait préparer aujourd'hui dans son laboratoire, en transformant, modifiant, accouplant des substances incolores, capables de produire, dans des conditions convenablement choisies, les matières tinctoriales les plus variées, matières ne le cèdant en rien en éclat et en valeur aux principes les plus riches que la nature met à notre service.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y aurait avantage à grouper encore les améliorations introduites depuis peu dans l'art de préparer les extraits propres à la teinture, les outils qui servent à débiter les bois, à broyer les poudres, les appareils employés dans l'impression des tissus; les machines en usage dans le blanchiment, les apprêts, le mesurage et le pliage des étoffes. Mais cette étude nous conduirait trop loin, et je suis forcé de choisir dans les faits les plus saillants tout en regrettant de ne pouvoir relater toutes les inventions utiles qui sont appelées à faire époque dans l'intervalle de six ans qui nous sépare de l'Exposition universelle de 1855.

Ainsi que je le disais tout à l'heure, la découverte la plus importante que je doive citer en première ligne, celle qui a le plus frappé l'imagination, celle qui semble la plus capable d'étendre les limites du champ déjà si vaste que l'homme peut exploiter, c'est la transformation de certains agents incolores sous certaines influences en véritables matières tinctoriales. La découverte de la propriété que possède l'acide picrique de teindre en jaune vif les fibres animales avec lesquelles on le met en contact, semble devoir être pris comme le premier point de départ d'une série de recherches qui font le plus d'honneur aux chimistes de notre époque. Ce fut en 1847 que M. Guinon, habile teinturier de Lyon, fit connaître l'emploi de cet acide pour teindre la soie en un jaune vif et brillant; on en consomme aujourd'hui de grandes quantités pour la teinture de la laine; on s'en sert pour obtenir des teintes vertes de la plus grande variété et de la plus grande richesse.

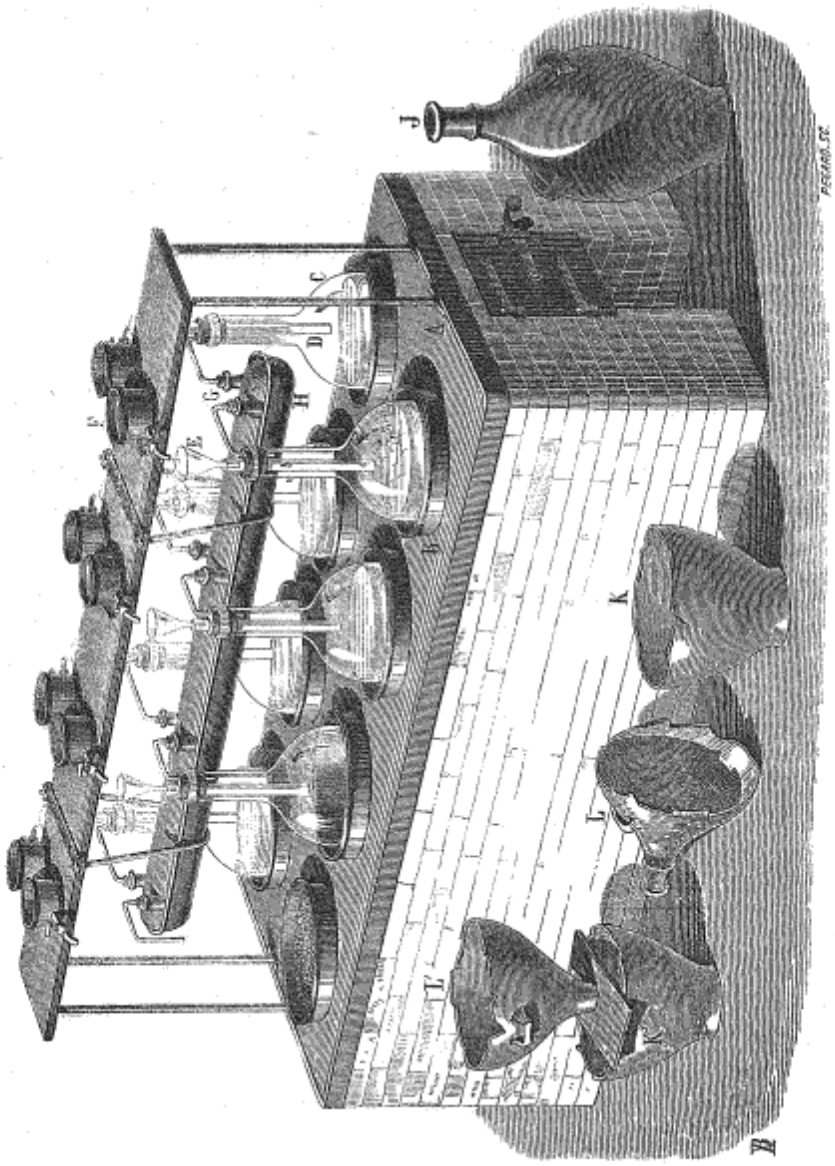
§ 1er. — ACIDE PICRIQUE.

L'acide azotique donne naissance, on le sait, par son contact avec les matières organiques, à des composés stables entre lesquels on distingue l'acide picrique, qui, découvert en 1788, par Hausmann, et retrouvé plus tard parmi les produits de l'oxydation de l'indigo, de la salicine, de l'aloës, des huiles de houille, était resté sans application industrielle.

Nous n'avons pas à répéter ici la description de la méthode à laquelle Laurent avait recours pour préparer l'acide picrique; on la trouvera dans tous les Traités de chimie; elle est peu pratique, surtout si l'on veut faire journellement de grandes masses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'acide : elle est d'ailleurs dangereuse à cause de la violence de l'attaque, quand on agit sur des masses quelque peu considérables.



M. Guinon jeune, de Lyon, a disposé son appareil d'une manière très-intelligente ; elle peut servir de modèle dans beaucoup de cas analogues : c'est pour cette raison que j'ai cru devoir en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner ici la description détaillée; l'opération est régulière, tranquille; elle conduit à des produits remarquables.

Sur un fourneau A on a réservé huit bains de sable B formés par une cuvette métallique qu'on peut chauffer à volonté par un foyer commun. Chaque bain de sable reçoit un ballon de verre C dans lequel, au moyen d'un large tube D, on fait affluer sur l'acide nitrique, l'huile de houille ou l'acide phénique qui s'écoule par un entonnoir E, d'un récipient en bois F contenant la quantité nécessaire pour une opération; l'instillation se fait goutte à goutte. Les produits de la réaction, qui se fait à froid, s'échappent et se condensent dans un réservoir en grès O maintenu par un support en métal H. Quand la réaction se trouve terminée, on chauffe pour transformer la résine; le résidu de l'opération est transvidé dans des cruches K qui servent de cristallisoirs : le collet L des mêmes tourilles sert d'entonnoir; pour égoutter les cristaux, on met au fond du collet renversé quelques fragments de tuiles en terre très-cuite qui font l'office d'amiante, et retiennent les cristaux en séparant une liqueur très-acide qu'on fait rentrer dans les opérations subséquentes. On comprend qu'on peut avoir autant de fourneaux qu'on le désire; on réunit dans une cheminée commune tous les tubes de dégagement qui s'échappent des condenseurs G.

Il n'est pas nécessaire pour les besoins de la teinture de purifier complétement l'acide picrique; on se borne à laver à l'eau froide la masse pâteuse pour enlever l'acide azotique en excès, puis on redissout dans l'eau bouillante à laquelle on ajoute 100 gr. d'acide sulfurique par 100 litres d'eau pour séparer la matière résineuse qui reste avec l'acide picrique. La présence de cette matière donnerait à la soie une odeur désagréable et ternirait la couleur en lui laissant une nuance rougeâtre. On obtient de la sorte une liqueur suffisamment pure qui, étendue d'une quantité d'eau en rapport avec la nuance qu'on veut produire, peut être immédiatement employée comme bain de teinture.

L'acide picrique résulte de l'action de l'acide azotique sur beaucoup d'autres substances; l'indigo bleu, la laine, la soie, la coumarine en fournissent. Mais jusqu'à ce jour ce sont les produits de la distillation de la houille qui le donnent au meilleur marché. Il y a même avantage à prendre non plus les huiles de Laurent bouil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lant entre 160 et 190°, mais les huiles lourdes, qui, d'après M. Bobœuf, contiennent beaucoup d'acide capable de se transformer en acide picrique. On agite ces huiles lourdes avec de la soude qui saponifie tout ce qui est attaquable. Les liquides aqueux sont ensuite traités par l'acide chlorhydrique, qui met les huiles en liberté. Ces dernières sont traitées comme nous l'avons dit plus haut.

§ 2. — COULEURS DÉRIVÉES DE L'ANILINE.

Rouge d'aniline. — Nous avons déjà dit dans ce même recueil [1], avec des détails techniques suffisants, ce qu'étaient les couleurs dérivées de l'aniline. Il me paraît inutile d'y revenir ici, et je me borne à dire que M. Francisque Renard a reçu des mains de S. M. l'Empereur, le 25 janvier dernier, la décoration de la Légion d'honneur. Cette haute distinction est la juste récompense de la part qui revient à la maison Renard frères et Franc, de Lyon, dans la découverte si controversée de la matière tinctoriale rouge dérivée de l'aniline.

Depuis la publication du travail que j'ai cité plus haut, de nombreuses recherches ont été publiées sur le rouge d'aniline, écrites les unes au point de vue historique, les autres au point de vue spéculatif. Parmi ces dernières, je citerai celles de M. Hoffmann, dont je transcrirai ici les conclusions sur la nature chimique de la fuchsine et sur la genèse de cette intéressante matière. D'après M. Hoffmann, les opinions divergentes qui se sont produites tour à tour sur l'origine de la fuchsine résulteraient de la difficulté qu'on éprouve à purifier complétement la matière colorante. Ce serait M. Chamber Nicholson, de la maison Simpson, Maule et Nicholson qui l'aurait isolée pour la première fois à l'état de pureté complète. Je ne répéterai pas ici les caractères que M. Hoffmann assigne à la rosaniline ; ils ont été reproduits déjà dans plusieurs ouvrages. La nature de cette matière serait parfaitement définie dans le travail de l'illustre chimiste : il la représente par la formule

$$C^{40}H^{19}Az^{3}.$$

A l'état d'hydrate elle fixe un équivalent d'eau ; elle n'est pas

1. T. II, page 880, Persoz, De Luynes et Salvétat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

oxygénée, comme nous l'avions déjà démontré; elle forme des sels colorés, alors qu'elle se présente à l'état de liberté sous forme de cristaux incolores. M. Nicholson la retire de l'acétate.

Il me semble bien regrettable que M. Nicholson n'ait pas fait connaître les procédés au moyen desquels il produit son acétate. Ces procédés seraient un élément très-important pour l'étude qui nous occupe; ils permettraient sans doute d'expliquer les faits déjà publiés dans ce recueil, et qui sont en désaccord avec les résultats signalés par M. Hoffman. En voici quelques-uns :

La fuchsine est très-soluble dans l'ammoniaque, et nous avons obtenu cette matière tinctoriale à l'état de poudre verte miroitante, c'est-à-dire colorée sans qu'elle fût à l'état de chlorure, quoique préparée par le bichlorure d'étain. Je n'hésite pas à penser qu'on trouvera quelque jour la raison de ces divergences en étudiant de plus près les procédés de préparation; les caractères assignés à la rosaniline pourraient être ceux de la matière rouge cramoisie, observée pour la première fois par M. Hoffman[1], sans appartenir complétement à la fuchsine.

Quoi qu'il en soit, la rosaniline donne des produits intéressants quand on la soumet à l'action des corps réducteurs. Une solution de la base dans de l'acide chlorhydrique mise en contact avec du zinc est bientôt décolorée. Le liquide contient, outre du chlorure de zinc, le chlorure d'une nouvelle base qui est parfaitement blanche en état de liberté, comme à l'état de combinaison saline. M. Hoffman lui a donné le nom de *leucaniline* pour rappeler cette propriété.

Le leucaniline a pour formule

$$C^{40}H^{21}Az^{3}.$$

Elle ne diffère ainsi de la rosaniline que par deux équivalents d'hydrogène en plus. On observe donc entre ces deux bases les mêmes relations que celles qui existent entre l'indigo bleu et l'indigo blanc.

Jaune d'aniline. — Les chimistes qui ont étudié l'Exposition de Londres ont été frappés de la richesse des couleurs tirées

1. *Annales du Conservatoire*, t. II, p. 880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'aniline ; ils l'ont été tout autant encore de la variété des nuances qu'on en obtient. On remarquait, à côté des rouges et des violets, un magnifique jaune d'or qui se présente comme produit secondaire dans la fabrication de la rosaniline.

On sait que dans les opérations les mieux réussies et quel que soit le procédé de préparation, la rosaniline qu'on obtient ne représente qu'une fraction minime de l'aniline employée. Avec la matière utile se forme une grande quantité d'une substance résineuse, d'un pouvoir basique assez faible, dont les propriétés en général mal définies ont jusqu'ici déjoué toute tentative d'examen détaillé. Ce mélange contient cependant quelques composés bien définis qu'on peut séparer au moyen de traitements compliqués par une succession de dissolvants. C'est encore à M. Nicholson qu'on doit la découverte d'une couleur jaune tinctoriale dans ces résidus sans valeur. M. Hoffman propose de la nommer chrysaniline pour rappeler sa couleur et son origine ; elle se représente par

$$C^{40}H^{17}Az^{3}.$$

Cette composition la rapproche de la rosaniline et de la leucaniline, elles ne diffèrent donc que par la quantité d'hydrogène qu'elles renferment, relations intéressantes qui font ressortir la possibilité de les transformer l'une dans l'autre. La formule de la chrysaniline fait présumer sa métamorphose en rosaniline et en leucaniline ; mais jusqu'à présent cette réaction n'a pas été réalisée.

Ces bases renferment trois équivalents d'azote. Elles résultent au moins de la condensation de trois molécules d'aniline $C^{12}H^{7}Az$. Mais l'excès de carbone qu'elles renferment prouve qu'une quatrième molécule d'aniline doit intervenir dans la réaction et céder une portion de son carbone aux groupes composés qui forment ces substances. Cette réaction est donc encore obscure ; il reste en conséquence à découvrir le vrai mode de dérivation de ces matières tinctoriales.

Bleu d'aniline. — Lorsqu'on introduit dans une cornue en fonte 2 kilog. de chlorhydrate de rosaniline sec avec 2 kilog. d'aniline et qu'on chauffe à 180°, on retire au bout de quatre heures une masse violette qui est insoluble dans l'acide chlorhy-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drique et le sel marin ; on se sert de ces liquides pour la purifier; on l'emploie en solution alcoolique pour la teinture.

En doublant le poids de l'aniline, on obtient un bleu magnifique; MM. Girard et Delaire ont découvert ce produit : on le prépare en grand à Lyon, chez MM. Renard frères et Franc.

Les huiles de goudron sont destinées à devenir la source de bien d'autres matières tinctoriales. L'acide phénique, la quinoléine et la naphtaline qu'on y trouvent seront peut-être un jour très-employés.

§ 3. — COULEURS DÉRIVÉES DE L'ACIDE PHÉNIQUE.

L'acide phénique sert à la préparation de l'azuline, et diverses tentatives ont prouvé qu'il n'était pas trop hardi de présumer qu'on tirerait parti de la quinoléine et de la napthaline.

M. Jules Persoz a le premier observé que l'acide phénique pouvait être converti d'abord en une matière rouge. Cette réaction est devenue le point de départ de la fabrication industrielle de la matière à laquelle MM. Guinon, Marnas et Bonnet de Lyon, ont donné le nom d'azuline. Leurs procédés sont encore secrets. Je ne puis donc que faire connaître quelques caractères de cette nouvelle matière tinctoriale. Elle paraît jouir de propriétés basiques. A l'état de pureté, elle est incolore ou peu colorée, elle est insoluble dans l'eau, inattaquable par les solutions de potasse et de soude à 30°. Elle possède une grande affinité pour les acides avec lesquels elle forme des sels qui, lorsqu'ils sont secs, prennent l'éclat chatoyant métallique des matières tinctoriales.

Les solutions de ces sels sont bleues; dans l'industrie, on n'emploie que ces derniers, et surtout le sulfate, qu'on fait dissoudre dans l'alcool ou dans l'esprit de bois. L'affinité de cette nouvelle matière colorante est puissante; l'absorption est complète par les fibres textiles. Dix grammes de matière pure suffisent pour teindre un kilogramme de soie, même en couleur foncée.

§ 4. — BLEU DE QUINOLÉINE.

Mais l'éclat de l'azuline est moindre que celui que fournit la quinoléine dont la propriété tinctoriale fut découverte par M. Greville William. On fait bouillir pendant dix minutes une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie de quinoléine avec une partie et demie d'iodure d'amyle, et l'on obtient après refroidissement une masse de cristaux qui représentent de l'iodhydrate d'amylquinoléine. La solution aqueuse de ce produit, soumise à l'ébullition avec une solution aqueuse d'ammoniaque qu'on ajoute graduellement, laisse déposer un précipité; c'est une matière colorante violette. Remplace-t-on l'ammoniaque par la potasse caustique, on obtient une matière capable de teindre en bleu. Ces matières tinctoriales paraissent être identiques dans leurs propriétés et leur constitution. M. Greville les obtient sous forme de résines à reflets dorés.

M. Ménier, dont on connaît l'habileté, avait exposé sous le nom de cyanine de superbes cristaux rivalisant en éclat avec l'acétate d'aniline de MM. Simpson, Maule et Nicholson. M. Hoffman en a fait une étude approfondie [1]. Ici l'industrie sert les intérêts de la science, et l'habile chimiste auquel la théorie doit de si grands services termine en disant que, sans les magnifiques produits sortis des ateliers de M. Ménier, il n'aurait pas même tenté d'élucider l'histoire de ces substances. « La science, quoique fière de « guider l'industrie à travers les obstacles qui l'arrêtent, recon- « naît toutefois sans rougir qu'il y a des terrains sur lesquels elle « ne peut avancer sans accepter l'appui que lui offre sa vigou- « reuse compagne. Les travaux communs de ce genre ne peuvent « manquer de mettre le sceau à l'alliance entre la science et « l'industrie. »

Il est regrettable que les couleurs dérivées de la quinoléine n'offrent aucune solidité. Cette circonstance ressort de l'offre faite par la Société de Mulhouse pour la découverte d'un procédé pour rendre solides les bleus de quinoléine.

§ 5. — MATIÈRES DÉRIVÉES DE LA NAPHTALINE.

On a cherché si les dérivés de la naphtaline ne pourraient pas, comme ceux de l'aniline, conduire à des matières tinctoriales. M. de Wildes a produit, en traitant par le nitrate de mercure la naphtylamine, une substance colorante violette.

M. Robert Rumney, de Manchester, avait exposé sous le nom de pourpre de naphtylamine une masse d'un bleu noir. Les ten-

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LV, p. 849, n° 24.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tatives faites pour employer cette substance à la teinture sont, jusqu'à ce jour au moins, restées sans résultat; il en est de même de la nitrosonaphtaline découverte par M. Perkin dans les produits de la réaction du nitrite de potasse sur le chlorhydrate de naphtylamine.

Une découverte toute récente qui se rattache aux produits dérivés de la napthaline a eu beaucoup de retentissement. On avait cru tout d'abord à la formation de l'alizarine, matière précieuse extraite directement des garances. On s'était trop hâté de conclure. Toujours est-il que M. Roussin a fait réagir sur la binitronaphtaline pure l'acide sulfurique et le zinc, à une température d'environ 200°. L'eau bouillante extrait de la masse qui résulte de cette réaction une matière colorante rouge qui se dépose de la solution aqueuse sous forme d'une gelée rouge. Elle se forme donc dans des conditions identiques à celles dans lesquelles l'érythrobenzine se produit. Laurent avait entrevu beaucoup de ces matières colorantes; il y aurait quelque intérêt à les préparer au point de vue de leur application à l'industrie [1].

Au reste, s'il faut se préoccuper aujourd'hui de l'éclat et de la vivacité des couleurs applicables en teinture, il est bon de ne pas perdre de vue les conditions de résistance et de stabilité qu'on doit en attendre. Il est important qu'on conserve toujours aux couleurs solides leur valeur réelle, et qu'on encourage les tentatives dirigées dans le but de donner à celles qui manquent de solidité ces qualités précieuses.

§ 6. — ORSEILLE SOLIDE. POURPRE FRANÇAISE.

Si, comme on le dit, la lutte est actuellement ouverte entre les orseilles d'une part et l'indisine ou les bleus d'aniline d'autre part; entre les rouges d'aniline d'une part et les cochenilles d'autre part, il est urgent que les nopaleries fassent leurs efforts pour se développer en diminuant les prix des cochenilles, en même temps que les chimistes chercheront à rendre les couleurs nouvelles plus fixes et plus stables.

On sait avec quelle faveur l'opinion publique avait accueilli la

1. *Complément au Dictionnaire des Arts et Manufactures*, par M. Ch. Laboulaye, t. I, p. 569.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

découverte de MM. Guinon, Marnas et Bonnet quand ils obtinrent l'orseille comparativement plus solide qu'on ne l'obtenait ordinairement.

Les procédés de MM. Guinon, Marnas et Bonnet ont perdu beaucoup de leur importance depuis la découverte des matières colorantes nouvelles sur l'histoire desquelles nous nous sommes arrêtés plus haut. Mais il me semble utile d'en dire ici quelques mots, afin de faire comprendre l'influence que peuvent exercer sur la qualité du produit des circonstances en apparence de peu de valeur.

On traite à froid les lichens par une solution ammoniacale ou alcalinisée par le carbonate de soude, de manière à dissoudre les acides colorables qu'ils renferment.

Après quelques minutes de contact, on jette le mélange sur une chausse, et on exprime les lichens de manière à enlever le plus complétement possible la liqueur adhérente, puis on précipite par l'acide chlorhydrique; le précipité étant filtré, lavé et égoutté, est redissous dans l'ammoniaque, et on expose à froid la solution au contact de l'air. Au moment où cette liqueur prend la teinte rouge-cerise, on la porte à l'ébullition et on la maintient pendant quelque temps. On l'introduit ensuite par couches de 5 à 6 centimètres de hauteur dans des vases à fond plat de 2 à 3 litres de capacité, qui sont chauffés dans une étuve à 60 ou 70°. L'opération est terminée quand la liqueur a pris une teinte pourpre, et qu'étendue sur du papier blanc elle ne change plus de nuance, même après complète dessiccation.

On peut précipiter par l'acide sulfurique ou par l'acide tartrique la matière colorante ainsi formée, c'est la pourpre française; mais il vaut mieux la précipiter à l'état de laque pour éviter la présence d'un acide rouge qui change la nuance. On se sert alors de chlorure de calcium ou d'alun ou d'un sel de magnésie.

§ 7. — ALIZARINE SUBLIMÉE.

Bien que l'étude des dérivés de la garance ait perdu momentanément de son importance par suite des découvertes que nous venons de citer, nous devons une mention spéciale aux recherches de M. Kopp, qui a doté l'industrie de la garance de deux pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédés très-ingénieux au moyen desquels on peut purifier l'alizarine.

Il suffit de surchauffer graduellement et avec beaucoup de soin un extrait très-concentré. On savait que la sublimation de l'alizarine ne réussissait bien qu'en agissant sur de petites quantités. On savait, en outre, que l'opération entraînait toujours la perte d'une portion notable de matière.

L'altération qui se produit ordinairement dans la sublimation de l'alizarine disparaît lorsque la vapeur de ce corps, au moment même de son apparition, se trouve entraînée mécaniquement et soustraite ultérieurement à l'action de la chaleur. On y parvient en sublimant et distillant l'alizarine dans un courant un peu rapide de vapeur d'eau surchauffée. Il est préférable d'opérer directement sur la garancine. On la prépare à la manière ordinaire par ébullition de la garance broyée dans l'acide sulfurique étendu, lavage jusqu'à ce que les liqueurs ne soient plus acides, expression à la presse hydraulique et dessiccation dans une étuve.

Il n'est pas indispensable de neutraliser les dernières traces d'acide sulfurique par le carbonate de soude, puisqu'à la température à laquelle se sublime l'alizarine, ces traces d'acide sulfurique réagissent plutôt sur l'acide pectique et le ligneux que sur la matière colorante.

Graduer exactement la température de la vapeur d'eau surchauffée et la maintenir constante pendant un temps déterminé, tels sont les deux points essentiels à réaliser.

M. Kopp, auquel on doit l'idée de ce perfectionnement, a fait connaître un appareil qui conduit à ces résultats.

La vapeur provenant d'un générateur passe dans une série de tuyaux, sorte de jeux d'orgues disposés dans un four à réverbère; la flamme circule autour de ces tuyaux; la vapeur s'échauffe et acquiert une température convenablement élevée. A sa sortie du four, elle se rend dans une petite chambre de fonte où aboutit également un tuyau de vapeur provenant directement du générateur; au moyen de cette disposition, en réglant les quantités de l'une et de l'autre, on peut obtenir une température régulière entre 100 et 150° centigrades.

La vapeur à température réglée est conduite, au sortir de la chambre de fonte, dans un cylindre de fonte ou de cuivre qui ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ferme, entre deux diaphragmes, la garancine séchée, réduite en fragments de la grosseur d'une noix. Ce cylindre est lui-même enveloppé d'un autre cylindre concentrique qui reçoit de la vapeur surchauffée dans le but d'éviter la déperdition de chaleur du cylindre enveloppé : cette vapeur se perd directement dans l'air.

La vapeur passant sur la garancine entraîne l'alizarine et la porte au condenseur. Celui-ci se partage en deux parties : l'une conservant une température de 100° reçoit l'alizarine condensée; la deuxième refroidie complétement reçoit de la vapeur liquéfiée. On rassemble sur un filtre l'alizarine sublimée. Les eaux de condensation sont réunies et destinées à la teinture ou à la confection de la liqueur de garance.

Des racines de garance exposées dans cet appareil se recouvrent de cristaux d'alizarine qui semblerait s'y trouver transformée.

En Angleterre cette alizarine commerciale a reçu le nom de *pinkoffine;* elle est pure parce que la température à laquelle elle a été soumise a détruit les matières fauves; on en obtient des violets qui n'ont pas besoin d'être avivés.

Si ces premières recherches de M. Kopp sont restées sans application, il n'en est plus de même des procédés entièrement nouveaux qui lui font un titre sérieux auprès des industriels. Ces méthodes qu'on lui doit sont en pleine activité dans la fabrique de MM. Schauff et Lauth à Strasbourg.

On sait qu'il existe dans la racine de la garance une substance particulière, incolore, à laquelle on a donné le nom de *rubiane* et qui peut, par un dédoublement sous l'influence d'une sorte de fermentation, former de l'alizarine et de la purpurine. Cette fermentation se développe au bout de quelques heures par une macération humide en présence des acides ou des bases. Mais l'acide sulfureux jouit dans cette circonstance d'une action spéciale. Il permet d'obtenir un rendement plus considérable et des produits en grande partie beaucoup plus purs.

Voici comment il faut opérer :

On commence par faire macérer la garance conservée comme à l'ordinaire à l'abri de l'humidité dans de l'eau contenant quelques centièmes, 2 à 3, d'acide sulfureux. On décante ce liquide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après 10 heures et on presse le résidu. C'est dans ce liquide que se trouve la matière colorable.

En effet, si l'on vient à faire addition à la liqueur de 3 pour 100 d'acide sulfurique, et qu'on chauffe à 30 ou 40°, il se dépose d'abondants flocons d'un rouge orangé qui, séparés et lavés, sont de la purpurine à l'état de pureté.

On chauffe à 100° l'eau mère séparée des flocons de purpurine. Il s'établit alors une réaction très-nette accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique et d'un dépôt d'alizarine qu'altère bien, il est vrai, certaine matière d'aspect verdâtre, mais qui communique aux tissus mordancés une magnifique couleur rouge en respectant les blancs.

On comprend que cette seconde eau mère privée de l'alizarine qu'elle contenait d'abord puisse servir, chargée d'acide sulfurique, à transformer par les moyens ordinaires en garancine la garance que l'eau chargée d'acide sulfureux n'a pas épuisée.

Outre ces matières colorantes isolées très-utiles pour la teinture des laines et du coton, le procédé de M. Kopp peut fournir encore d'autres produits utilisables pour l'impression des tissus.

Et en effet, le résidu de la garance traitée par l'acide sulfureux contient encore de la rubiane et les produits qui peuvent en dériver.

Lavé à l'eau bouillante, il peut donc fournir une liqueur qui, mêlée d'un sel d'alumine, donnera une laque rose ou rouge suivant la quantité d'alumine ajoutée.

Traitée par un lait de chaux, la même liqueur fournira soit une laque violette formée d'alizarine et de purpurine, décomposable en d'autres nuances avec les composés métalliques, soit un extrait analogue à la colorine, lorsqu'on le décomposera par l'acide chlorhydrique.

M. Kopp a donc doté l'industrie de composés intéressants capables de teindre de trente à quarante fois autant que la garance, et de rendre à l'impression les mêmes services que la garance a rendus à la teinture elle-même. M. Kopp vient d'être décoré.

§ 8. — VERT ÉMERAUDE.

Dans un autre ordre d'idées, nous citerons ici l'une des découvertes les plus importantes de la chimie minérale. On connaissait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un hydrate d'oxyde de chrome, d'un vert magnifique dont les procédés étaient restés secrets ou inédits. Cette matière, d'une résistance complète, d'un éclat parfait, trouvée par M. Pannetier, était, sous le nom de *vert émeraude*, vendue dans le prix de 6 francs les 30 grammes aux artistes, qui s'en servaient pour peindre à l'huile. M. Binet, auquel M. Pannetier avait abandonné le bénéfice de cette petite fabrication, en faisait annuellement pour quelques milliers de francs. C'est aujourd'hui par tonnes que la maison Kestner de Thann le livre aux imprimeurs de coton. Une préparation de laboratoire est actuellement une opération d'usine, depuis que M. Guignet a cédé la licence de son brevet à MM. Scheurer et Kestner de Thann, qui ont *industrialisé* le produit. Les droits de ces derniers ont été respectés, et s'ils ont été plus heureux que d'autres brevetés, c'est que le produit qu'ils livrent au commerce exige pour sa préparation un concours tout particulier de circonstances que jusqu'à présent la réaction du bichromate de potasse sur l'acide borique a seule pu réunir.

Rappelons en quelques phrases la préparation de cette matière, que j'indiquais déjà vers 1860 comme devant être très-utile aux imprimeurs d'indiennes.

Lorsqu'on calcine à une chaleur d'environ 500° un mélange de huit équivalents d'acide borique cristallisé et un équivalent de bichromate de potasse, il y a dégagement d'eau, d'oxygène et formation d'un borate double de sesquioxyde de chrome et de potasse; ce borate se détruit au contact de l'eau; il se forme du borate de potasse, de l'acide borique et de l'hydrate d'oxyde de chrome complétement insoluble.

On opère en grand dans un four à reverbère; la calcination du mélange, mis en bouillie épaisse par la quantité d'eau voulue, s'effectue avec un boursouflement sensible, en prenant une teinte foncée d'un très-beau vert d'herbe; on retire la masse avec un ringard, pour la plonger dans l'eau pendant qu'elle est encore rouge, elle s'y désagrége; on épuise par l'eau bouillante avant de pulvériser dans un appareil à gobilles. Les eaux de lavage sont évaporées et décomposées par l'acide chlorhydrique qui régénère de l'acide borique dont la majeure partie rentre ainsi dans la fabrication, et qui n'agit en quelque sorte que comme agent provocateur de la réaction. On régénère environ 65 pour 100 de l'acide borique employé dans l'opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La disette de coton qui pèse si péniblement sur notre industrie a beaucoup diminué cette année la fabrication de cet oxyde; il est vrai qu'on désire en Alsace une nuance plus intense pour des verts plus vifs tout en conservant cette précieuse propriété de rester éclatant à la lumière artificielle. Ce désidératum semble satisfait cependant par un composé dont on doit la découverte à l'Allemagne, et qui semblerait être un composé cyanuré analogue au bleu de Prusse dans lequel l'oxyde de chrome remplacerait l'oxyde de fer.

§ 9. — OBJETS DIVERS.

Nous allons, pour terminer cette Note, passer en revue les principaux produits dont la perfection dénote une grande connaissance dans l'art de teindre et d'imprimer les étoffes.

Toutefois nous dirons avec M. Persoz, que l'habileté des fabricants d'extraits, la pureté des produits chimiques, dont on fait usage en fabrique, l'instruction de la plupart des directeurs d'usine, ont fait disparaître bien des difficultés inhérentes à l'art de la teinture et à celui de l'impression

On a pu remarquer les filés rouge-turc de M. Legras et les violets sur coton huilé de M. Henry et fils de Bar-le-Duc. Dans les filés de laine on a vu la gamme chromatique que MM. Kœchlin-Dollfus de Mulhouse avaient exposée, et qui prouve les soins que cette maison apporte dans tout ce qui sort de ses ateliers.

Les fils de soie exposés par MM. Renard frères et Franc, Guinon, Marnas et Bonnet, Grevon, tous de Lyon, ont soutenu dignement l'honneur de la France. La perfection des produits, d'une part, et d'autre part l'invention des nouvelles matières tinctoriales dites fuchsine, pourpre française, azuline, péonine, placent les noms de ces teinturiers à la tête de notre industrie.

On a retrouvé parmi les teintures en tissus les cachemires stoffs et lastings de M. Rougères, les mérinos de MM. Boutarel et Chappat de Clichy, les tissus légers de M Guillaumet de Puteaux, les draps de M. Francillon, les mousselines de MM. Delamotte et Faille de Reims, les velours de coton teints de M. Pouchelle d'Amiens, les rouges turcs de M. Steiner.

Non-seulement l'art de la teinture se trouve rendu des plus simples par les dernières découvertes que nous avons relatées au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commencement de cet article, mais surtout l'art d'imprimer les tissus en retire d'immenses avantages.

En combinant à la fois six et huit rouleaux, on obtient des résultats immenses au point de vue de l'économie et de la perfection du travail ; au moyen des préparations de garance, de cochenille et autres, on prépare avec une très-grande régularité des étoffes perses d'une grande beauté.

L'application simultanée des couleurs fixées à l'albumine empruntées au règne minéral (outremer, vert de chrome, charbon, etc.), et des couleurs dérivées de la houille, ont immensément simplifié l'ancienne fabrication, celle qui avait pour base l'indigo et ses dérivés, la garance et ses modifications, et qui nécessitait des dépenses considérables. Qui ne comprend immédiatement qu'on n'est plus obligé d'imprimer au préalable les mordants pour noir, brun, rouge et violet, de les fixer, de les teindre, de les aviver pour dépouiller les blancs et de rentrer ensuite les couleurs d'enluminage lorsque le tissu est déjà fatigué par les dégorgeages et rinçages qui doivent suivre nécessairement chacune des opérations précédentes.

MM. Thierry Mieg et Huguenin Collineau se sont placés dans ce genre nouveau à la tête du mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 54.

INDUSTRIE DU VERRE,

PAR M. SALVETAT.

VERRE A VITRES. — GLACES. — VERRES A BOUTEILLES. GOBELETERIE. — CRISTAL. — ÉMAUX. — PEINTURE SUR VERRE. PEINTURE VITRIFIABLE.

Les observations que nous avons présentées dans ce même volume, p. 483, s'appliquent sans incertitude aussi bien aux produits céramiques qu'aux nombreuses variétés d'objets qu'on peut façonner avec le verre. Et peut-il en être autrement?

Non-seulement les terres et les verres peuvent être transformés les unes en les autres, mais encore les procédés généraux au moyen desquels on obtient les premiers se confondent avec ceux que la pratique de tous les temps a consacrés à la fabrication des derniers.

Chacun sait que le verre dévitrifié prend l'aspect particulier et caractéristique de la porcelaine, à ce point même qu'à une époque déjà ancienne, Réaumur avait cru reconnaître dans les procédés de dévitrification la voie la plus naturelle pour arriver à la reproduction des porcelaines chinoises.

Et, d'autre part, personne n'ignore que telle terre qu'on voudra, soumise à la température convenable, pourra prendre l'aspect vitreux, tantôt transparent et incolore, lorsque les matériaux qui la composent sont exempts de substances colorantes, tantôt opaque et colorée, lorsque les éléments qui la forment sont souillés d'oxyde de fer ou d'autres principes étrangers.

Fidèle à l'ordre que nous avons suivi dans l'article déjà cité plus haut, nous aurons à examiner les faits les plus saillants qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se sont produits depuis l'Exposition de 1851, en indiquant ici dès à présent que notre tâche est bien simplifiée depuis que M. Peligot a résumé dans ses leçons sur l'art de la verrerie, publiées dans ce Recueil, l'histoire de cette industrie.

Toutefois, il ma paru très-utile de revenir avec détails sur les diverses méthodes usitées par les verriers lorsqu'on les considère dans leur ensemble, pour les comparer aux procédés en usage dans la fabrication des produits céramiques. Il m'a paru très-intéressant de faire cette étude instructive au point de vue technologique, et parce qu'elle rattache encore d'une manière plus intime deux industries importantes, toutes deux essentiellement chimiques, et qui toutes deux empruntent aux arts physiques et mécaniques leurs principaux moyens d'action. Dans ces deux fabrications on retrouve encore l'application des beaux-arts, application généralement favorable au développement de nos débouchés.

On rencontre les matières vitreuses sous différentes formes; ces formes varient avec les usages auxquels on les destine; à cette forme correspond généralement une composition appropriée, dépendant toujours du prix auquel le produit doit être vendu, et du choix des matières employées à la fabrication.

Je ne répéterai ni l'énumération des éléments qui composent les différentes espèces de verre, leur histoire, le rôle qu'ils jouent dans la fabrication, ni l'examen des conditions auxquelles ils doivent satisfaire au point de vue de leur pureté; mais j'insisterai sur la nécessité de suivre la fabrication pas à pas. Dans la plupart des usines à glaces, maintenant, on imite l'exemple de la manufacture de Sèvres, qui ne fait emploi d'une substance donnée qu'après que l'analyse chimique a prononcé sur sa pureté et sur sa valeur.

Les glaces, ainsi qu'on le sait, tirent leur grande valeur de leur nuance. L'emploi presque exclusif de la soude, qui remplace la potasse dont on se servait autrefois, exalte une nuance verte que l'oxyde de fer développe en présence de la chaux. Cette nuance est très-désagréable surtout pour les glaces qui doivent être étamées. Il y a donc urgence pour le fabricant à rechercher, à prix égal, les éléments les moins ferrugineux, sables et calcaires. Je sais plus d'une usine qui fait doser le fer avec une très-grande exactitude et une très-grande célérité par les liqueurs titrées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fabricants de verre à vitres, dont les produits sont d'autant plus recherchés qu'ils sont moins colorés, n'auraient-ils pas intérêt à suivre la même voie? Le lavage des sables, lorsqu'ils sont trop argileux et trop ferrugineux, conduirait assurément, avec une analyse des calcaires ou des chaux dont on se sert, à de notables améliorations de la fabrication. Les sables purs ne sont pas à la portée de tous les verriers; mais avec du soin et sans de grandes dépenses d'argent et de temps, on peut sensiblement les améliorer.

J'indiquerai encore, indépendamment du lavage des sables, une méthode que j'ai vu pratiquer dans une verrerie de la Meurthe. Le sable est mélangé grossièrement avec du sel marin humide, puis chauffé dans un four à réverbère. L'oxyde de fer, sous l'influence de l'acide chlorhydrique formé par la vapeur d'eau et du sel marin se transforme en chlorure. Le sodium se combine avec l'oxygène et forme du silicate de soude qui entre dans la composition. Le chlorure de fer se volatilise en grande partie, et dans tous les cas il colore les points sur lesquels il se concentre; on peut l'éliminer par un épluchage soigné.

J'ai dit que les méthodes à l'aide desquelles on façonnait les verres étaient, en principe, les mêmes que celles que le potier de terre emploie journellement.

Dans les deux cas les méthodes se fondent sur la plasticité de la matière. Dans l'un la plasticité se développe à la température ordinaire, dans l'autre il faut que la substance soit soumise à l'action de la chaleur. Le ramollissement de la pâte par une température suffisamment élevée lui permet de recevoir la forme qu'elle conserve intacte après le refroidissement.

On sait que les méthodes employées au façonnage des poteries se rapportent à trois types distincts : tournage, moulage et coulage. C'est encore à ces trois types qu'on peut rapporter les procédés de façonnage du verre. Il y a plus, c'est que les méthodes mixtes qui tiennent de deux ou plusieurs méthodes se retrouvent également appliquées dans les deux fabrications. On a recours à ces différents procédés suivant la forme que l'on veut produire.

Tournage. Lorsque le verrier fabrique un verre de lampe, il emploie le procédé de tournage comme le potier qui façonne une pièce de révolution au moyen de l'ébauchage sur le tour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, après avoir cueilli la masse dont il a besoin au moyen de la canne, il promène cette masse sur le marbre en donnant à la canne un mouvement de rotation sur elle-même; la masse s'allonge et prend une forme cylindroïde; elle s'étend lorsqu'on souffle légèrement à l'intérieur. La pression de l'air remplit alors l'office de la main du tourneur potier quand il comprime le ballon entre ses doigts pour diminuer l'épaisseur de la pièce. L'opération est donc la même dans les deux cas; seulement pour le potier le tour est fixe, tandis que pour le verrier le tour est mobile, en raison de la nécessité de réchauffer de temps en temps la masse qui se refroidit continuellement par le travail, en perdant sa mollesse et sa plasticité. Lorsque l'allongement de la masse se fait en balançant dans l'air l'ébauche du cylindre, maintenue par l'extrémité de la canne, la pesanteur agit encore comme une pression qui serait exercée par les doigts.

Enfin, quand replaçant la canne horizontalement, le verrier se sert ou de la tenaille ou des pinces de bois pour élargir le diamètre du cylindre, pour faire le bas de la cheminée ou donner à la bouche la forme circulaire, il accomplit le même acte que le potier qui, tantôt avec les doigts ou l'éponge, tantôt avec une estèque, donne à son ébauche la forme convenable. La chaleur que possède la masse de verre est seule cause qu'il ne la touche pas avec les doigts et s'il se sert de cisailles pour enlever par ablation les parties qui sont en trop, c'est parce que l'emploi du fil ou de la lame de couteau dont se sert le potier ne pourrait convenir pour séparer des molécules qui ont entre elles une plus grande adhérence que celle que possèdent les particules de terre plastique.

Les outils dont le verrier se sert pour régler la hauteur, la longueur, le diamètre et le profil des pièces sont exactement les mêmes que ceux que le potier de terre a sous la main, compas, équerres, gabaris, etc., en bois ou en métal.

Moulage. Toute pâte molle, mise en contact avec un support ou appui convenable, peut prendre la forme de cet appui qui reçoit le nom de *moule*, lorsqu'on la soumet à la pression convenable pour lui faire épouser l'empreinte.

Si l'on verse la matière vitreuse liquide dans l'intérieur du moule, on opère par moulage comme le fait le potier, et si l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combine à la fois le moulage et le tournage qui reçoit le nom de soufflage dans le cas particulier du travail du verre, on pratique un véritable moulage à la housse, ainsi que le fait le potier de terre.

Coulage. Quand le moule affecte la forme d'une table, c'est-à-dire lorsque la matière à fabriquer doit présenter une forme plane, on opère par coulage comme dans la confection des glaces; il y a donc la plus grande analogie, par exemple, entre le coulage d'une glace de verre et la confection d'une plaque de porcelaine; l'opération générale se confond avec la préparation de ce que le mouleur en terre appelle la *croûte*.

Que le rouleau dont on se sert pour étaler le verre en fusion soit un cylindre guilloché ou gaudronné, ne réalise-t-on pas un véritable gaudronnage ou moletage?

On le voit, toutes ces opérations ont dans les deux industries les mêmes principes pour base, et je comprends que l'étude de la verrerie, considérée dans son ensemble au point de vue didactique, puisse revêtir une forme des plus simples et des plus intéressantes.

Il me paraît inutile d'insister encore sur ce que les méthodes d'ornementation ont d'analogue, lorsqu'on les applique aux deux sortes de produits. La décoration vitrifiable est la même; elle procède par les mêmes méthodes; elle emprunte les mêmes matériaux; elle peut être obtenue dans les deux cas, soit dans la masse, soit sur la surface.

Les métaux précieux, l'or, l'argent, le platine, les couleurs, les émaux peuvent être également employés. On peut les appliquer à la main ou par les méthodes de l'impression mécanique, en surfaces pleines ou en dessins variés à l'infini, en tirant parti, comme dans les différents genres d'impression sur tissus, de réserves mécaniques ou chimiques, ou de rongeants et d'absorbants. Une classification méthodique des différents effets qu'on pourrait produire au moyen de ces méthodes serait sans doute de nature à conduire à quelques résultats nouveaux.

APPAREILS DE CUISSON.

Il est tout aussi peu possible de se faire une idée des tours de main qu'on a mis en usage pour faire un objet de verrerie, qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'est de comprendre, d'après une pièce de poterie, les procédés dont on s'est servi. C'est en quelque sorte en fabrique, au sein des usines, qu'il faut surprendre les moyens perfectionnés dont l'industrie moderne tire un parti journalier. A cet égard l'Exposition de Londres ne pouvait rien apprendre, et si les plans des fours de MM. Siemens n'avaient pas été exposés, les rapports qu'on pouvait faire sur la verrerie n'avaient à présenter que des considérations économiques ou artistiques. Ces considérations ne nous semblent pas de nature à trouver place ici.

Il n'en est pas de même de la description des fours de MM. Siemens, qui pourra être accueillie avec quelque intérêt.

Les fours de MM. Siemens reposent sur ce principe qu'il convient de ne lancer l'air dans la cheminée que lorsqu'on l'a mis en contact avec des matériaux capables d'absorber tout le calorique que les produits de la combustion renferment, et de le restituer en temps opportun aux gaz qui agissent dans l'appareil.

Si donc, entre un fourneau ordinaire et la base de la cheminée où les produits de la combustion se dégagent à une température élevée, on dispose un long couloir ou une vaste chambre remplie complétement ou par intervalles de matériaux incombustibles, de briques réfractaires, par exemple, ceux-ci ne tardent pas à s'échauffer; près du four ils possèdent la température la plus haute et sont presque aussi chauds que le four lui-même, tandis qu'à l'autre extrémité se maintient une température beaucoup moins élevée. Supposons maintenant qu'on puisse alimenter le four avec de l'air qui ait traversé cette chambre en suivant un courant inverse de celui que suivaient les produits de la combustion dirigés vers la cheminée, et que, pour ne pas arrêter le tirage du four, on le fasse communiquer avec la cheminée par un autre carneau ou mieux par une deuxième chambre disposée comme la première, il en résultera que l'air atmosphérique s'avancera graduellement vers les parties du four les plus chaudes, arrivera dans ce four et viendra l'alimenter en lui apportant un gaz dont la température sera presque celle qu'il possède lui-même.

Ce premier principe n'est pas le seul dont les inventeurs aient réalisé l'application dans la construction de leurs appareils. Si, au lieu de diriger l'air chaud qui doit opérer la combustion à travers ou sous un combustible solide placé dans un fourneau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou sur une grille, on volatilise, sans les faire brûler, les produits combustibles gazeux et si on les fait circuler dans une chambre *réticulée*, qu'ils traversent en allant de la partie la plus froide vers la partie la plus chaude, enfin si l'on vient à mélanger ensuite ces produits gazeux avec l'air chaud, alors que, comme celui-ci, ils possèdent une température presque égale à celle du fourneau, il est évident qu'on obtiendra une flamme d'une intensité bien plus considérable et que l'on réalisera une économie de combustible bien plus grande que précédemment. MM. Siemens ont su faire pénétrer, avec succès, dans la pratique, ces idées qui ne sont pas tout à fait aussi neuves qu'on a pu le penser, comme nous le verrons bientôt. Mais je laisse parler ici les inventeurs eux-mêmes (*Patente de* 1861).

« Une particularité essentielle à notre invention, disent-ils, consiste dans la décomposition, au moyen d'un appareil séparé, du combustible, quel qu'il soit, houille, lignite, tourbe, etc., de telle sorte que toute introduction de combustible solide dans le foyer se trouve supprimée et que le combustible gazeux se trouvant échauffé avant sa combustion par l'air atmosphérique qui lui-même se trouve très-suréchauffé, on peut réaliser une grande économie. Cette méthode offre encore ce grand avantage que le four ne renferme ni cendre ni charbon solide, de sorte qu'on peut exécuter à fourneau libre bien des opérations qui jusqu'ici n'avaient été possibles que dans des pots ou des vases couverts. »

« Il est fort important, pour un certain nombre d'opérations, d'être absolument maître de la pression des gaz qui pénètrent dans le four, de la rendre quelquefois supérieure à celle de l'atmosphère de manière à éviter la sortie de la flamme ou la rentrée de l'air par les ouvreaux, lorsque les ouvriers s'en approchent au moment du travail, comme dans le soufflage du verre. »

Dans ce but on dispose sous la sole du four quatre régénérateurs; deux servent à chauffer isolément le gaz combustible et l'air atmosphérique qui se rendent au foyer; les deux autres sont destinés à absorber la chaleur perdue des produits de la combustion qui les traversent en se rendant à la cheminée; ils fonctionnent alternativement comme magasin de chaleur, tantôt pour la céder, tantôt pour la reprendre. Les courants d'air chaud et de gaz sont maintenus dans le laboratoire du four à des pressions déterminées au moyen d'une valve et du registre placé sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cheminée d'appel. On peut en même temps, sans autre disposition, régler à volonté l'intensité comme les qualités chimiques de la flamme. Afin d'empêcher l'accumulation d'une trop grande quantité de chaleur dans la voûte qui recouvre les régénérateurs, on réserve dans cette voûte des chambres pour la circulation de l'air atmosphérique.

MM. Siemens ont adopté pour leurs appareils producteurs de gaz des dispositions particulières que la pratique semble avoir sanctionnées

L'appareil doit avoir une action très-régulière; il doit être facile à visiter et à purger des résidus que le combustible solide apporte continuellement. Il est important également que tous les gaz ne soient pas appelés dans le fourneau par le tirage de la cheminée; il y a tout intérêt, au contraire, à ce que la pression de l'atmosphère soit maintenue constamment dans les carneaux qui vont des appareils producteurs au four. On évite ainsi la combustion partielle des gaz combustibles sous l'influence de l'air qui pénétrerait par les fissures des maçonneries. On brûle d'ailleurs les portions de carbone qui pourraient se déposer à l'intérieur des conduits, au moyen de filets d'eau ou de vapeur aqueuse qui se transforme en un mélange combustible d'hydrogène et d'oxyde de carbone.

Lorsqu'on peut avoir plusieurs générateurs marchant simultanément, il vaut mieux diriger les produits gazeux qu'ils fournissent dans un tuyau commun qui régularise tout à la fois la qualité comme la quantité des gaz.

Pour réaliser toutes ces conditions, MM. Siemens ont installé des fours à verrerie dont nous allons donner une description d'ensemble.

La figure 1 représente une coupe transversale faisant comprendre le fourneau, les régénérateurs et les appareils producteurs du gaz. La figure 2 représente une coupe longitudinale de l'appareil producteur du gaz.

A est le four sur la banquette duquel sont les pots de verrerie B. C représente les ouvreaux destinés au travail du verre. Sous la banquette sont disposés les quatre régénérateurs D^1, D^2, D^3, D^4. Chacun d'eux est formé d'une chambre construite en briques réfractaires, près de laquelle est une grille E; sur cette grille sont entassées des briques réfractaires ou toute autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matière incombustible disposée de manière à laisser entre elles de petits interstices. Ces régénérateurs sont fermés à la partie supérieure par une voûte qui supporte la banquette. Cette voûte est percée de petits trous longitudinaux qui communiquent, d'une part, avec un conduit F en relation directe avec l'air atmosphérique, et d'autre part, avec un canal G se rendant aux régénérateurs.

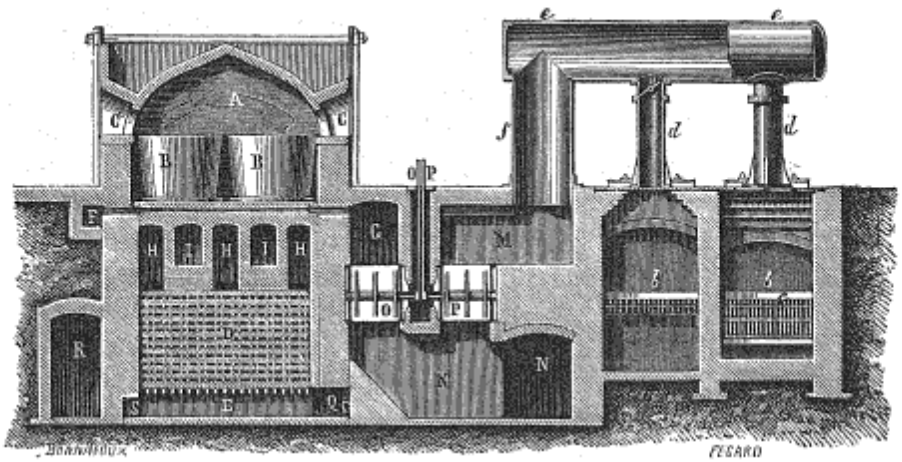


Fig. 1.

La communication entre la partie supérieure des quatre régénérateurs et le four A a lieu de la manière suivante : D^4 avec la partie antérieure à travers les carneaux H, tandis que D^3 communique par les carneaux I, de même pour la partie postérieure du four D^2 communique avec le laboratoire par le carneau J, et le régénérateur D communique par le carneau K [1].

Au-dessous des grilles, chaque régénérateur porte des ouvertures L^1, L^2, L^3, L^4, au moyen desquelles les régénérateurs D^1 et D^4 communiquent alternativement avec le carneau M venant des appareils producteurs du gaz, et avec le carneau N conduisant à la cheminée, tandis que les régénérateurs D^2 et D^3 communiquent alternativement avec le carneau G qui débouche dans l'atmosphère et avec le même carneau N.

1. La coupe ne permet de voir qu'un seul espace D^4 ; les carneaux J et K ne peuvent être aperçus dans la figure, mais on en comprend la forme et l'existence d'après ceux que nous avons marqués des lettres I et H.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces communications alternantes sont réglées par les valves G et P. Dans une position déterminée des valves, le gaz combustible venant de l'appareil producteur traverse les carneaux et entre dans le générateur D^1 par l'ouverture Q^1; en même temps l'air atmosphérique passe du carneau G dans le régénérateur D^2 par l'ouverture Q^2. Si les régénérateurs D^1 et D^2 ont été chauffés préalablement par les produits de la combustion pendant les opérations précédentes, le courant d'air, comme celui du gaz combustible, en traversant les intervalles que les briques laissent entre elles, ne tarde pas à atteindre une température élevée.

Arrivés au sommet des régénérateurs, les deux courants sont conduits par les carneaux J, K, à l'intérieur du four; s'élevant alors entre les murs verticaux, ils se mélangent, et, à leur arrivée dans le four, ils brûlent avec une flamme interne qui se répand autour des pots de verrerie B et les échauffe. A l'autre extrémité du four, les produits chauds de la combustion descendent par les carneaux H et I dans les régénérateurs D^3 et D^4; là, traversant les piles de briques, ils abandonnent à celles-ci la plus grande partie de leur chaleur, en sortent relativement refroidis, par les ouvertures Q^3 et Q^4 pour se diriger par les valves dans le conduit N et de là dans la cheminée.

Lorsque, par suite du passage continu des produits de la combustion, les régénérateurs D^3 et D^4 ont atteint une température suffisamment élevée, on renverse, au moyen d'un levier, la position des soupapes; les gaz combustibles passent alors dans le régénérateur D^4 et l'air atmosphérique dans le régénérateur D^3; les deux courants d'air et de gaz combustibles, en traversant ces deux régénérateurs, s'échauffent considérablement émergent dans la partie antérieure, brûlent, et les produits de leur combustion, après avoir traversé le four, s'échappent par la partie postérieure, traversant les régénérateurs D^2 et D^1 auxquels ils abandonnent la plus grande partie de leur chaleur; de telle sorte que chaque couple de régénérateurs sert alternativement à absorber la chaleur des produits de la combustion ou à rendre cette même chaleur aux courants de gaz et d'air qui doivent la produire. Un passage R est ménagé le long des régénérateurs et permet d'en approcher par les ouvertures S^1, S^2, S^3 et S^4.

Les gaz combustibles prennent naissance par une combustion incomplète du charbon. Dans les appareils servant à cette opé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration, on introduit la matière par les trémies *a* que ferment des couvercles; de là, elle tombe sur un plan incliné *b* fait de briques ou de toute autre matière réfractaire, et incliné à 45°, puis enfin sur une grille *c* inclinée à 30°. Au-dessus de cette grille, mais à une hauteur convenable pour y déposer une couche suffisante de charbon, on dispose une voûte en briques réfractaires; cette voûte se trouve soumise à de fortes chaleurs; par suite de la combustion qui s'effectue sur la grille, elle émet une grande quantité de chaleur rayonnante sur le charbon qui descend sur

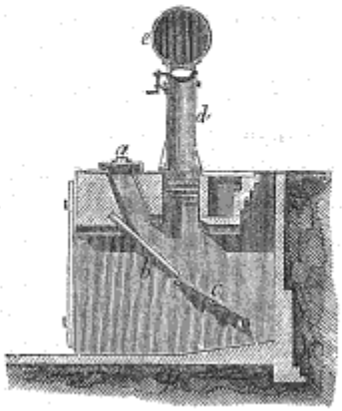


Fig. 2.

le plan incliné; alors commence sa distillation et la volatilisation des produits gazeux. L'air atmosphérique qui traverse la grille termine la combustion.

En passant sur la couche de charbon incandescent, l'air se transforme d'abord en acide carbonique mêlé d'azote; s'élevant ensuite à travers les couches supérieures, cet acide carbonique se change en oxyde de carbone; puis, agissant sur les couches du combustible éloignées du foyer, il leur fait subir une véritable distillation; en mélange avec les produits gazeux combustibles, l'oxyde de carbone passe dans un tube vertical *d* et enfin dans un long cylindre horizontal *e* qui réunit la partie supérieure de tous les tubes des appareils producteurs du combustible gazeux, et conduit les gaz aux fours en passant par les régénérateurs. Ce tuyau redescend en *f* et se réunit au carneau *m*; plus froids et plus denses que l'atmosphère contenue dans les générateurs, les gaz y sont sous pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une ouverture réservée sur la face supérieure de l'appareil à gaz permet de remuer de temps en temps le charbon qu'il contient. Des valves *g* sont disposées dans chaque tuyau de manière à fermer toute communication entre le four et ceux des générateurs qui seraient ou hors de service ou en réparation.

Dans chaque tuyau *d* se trouve un petit entonnoir par lequel arrive un petit filet d'eau qui pénètre dans l'appareil producteur. Après s'être répandue sur les parois intérieures du tuyau, cette eau tombe sur le charbon, se vaporise, et cette vapeur, réagissant sur les particules de carbone que les gaz entraînent mécaniquement, les transforme en deux gaz combustibles, l'oxyde de carbone et l'hydrogène.

La pureté des gaz ainsi produits est telle que MM. Siemens placent, dans quelques cas, la matière à fondre directement sur la sole du four, qui est alors assez profonde, en supprimant toute espèce de pots ou de creusets. Cette disposition serait très-utile aux fabricants de poterie, qui préparent leur vernis dans leur usine même.

Tous les industriels qui, en France, ont connaissance des travaux d'Ebelmen sur la transformation des combustibles solides en combustibles gazeux, comprendront parfaitement la théorie de l'appareil de MM. Siemens d'après les indications qui précèdent, quelque sommaires qu'elles puissent paraître. Les idées d'Ebelmen sont actuellement un titre de gloire pour la France au même chef que celles de Lebon quand il cherchait à transformer la houille en un gaz propre à l'éclairage; elles ont, comme ces dernières, reçu leur consécration en Angleterre. Les tentatives du savant français ne sont plus de simples observations spéculatives; elles ont ainsi reçu de l'expérience pratique une importante démonstration.

Aux portes de Birmingham, la verrerie de MM. Lloyd et Summerfield, dont les fours sont construits suivant ce principe, marche d'une manière régulière depuis une année; cette circonstance permet de comparer avec certitude la consommation de combustible faite par le four Siemens et les fours ordinaires; de cette comparaison il résulte, ainsi que le D^{r} Lloyd l'a déclaré publiquement, que l'ancien four consommait par semaine 35 tonnes de charbon de première qualité au prix de 13 fr. 80 la tonne, tandis que le four construit d'après le nouveau système

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne consomme que 16 tonnes de menu valant seulement 5 fr. 30 la tonne [1].

Dans la grande verrerie de MM. Chance frères et Cie, le fourneau régénérateur à gaz a été soumis à des essais prolongés et définitivement employé pour la fabrication du verre, soit en feuilles, soit en plateaux.

Dans quelques-uns de ces fours, les appareils producteurs peuvent contenir jusqu'à six tonnes de charbon, et la fabrication du gaz y est conduite avec la plus grande régularité, de la manière suivante :

Le charbon, en descendant lentement sur le plan incliné s'échauffe et laisse dégager des produits volatils, hydrocarbures, eau, ammoniaque mélangée d'une petite quantité d'acide carbonique, exactement comme si l'opération s'effectuait dans une cornue à gaz. Il reste de 60 à 70 centièmes de carbone presque pur, dont il faut tirer parti. Dans ce but, un courant lent d'air atmosphérique pénètre dans la masse et produit la combustion régulière des portions qui se trouvent immédiatement en contact avec la grille. Mais l'acide carbonique traverse ensuite une couche de carbone incandescent, ayant une épaisseur d'environ $1^m,50$. Il dissout alors une quantité de carbone égale à celle qu'il renferme déjà, et l'oxyde de carbone se dégage avec les autres produits.

La production du gaz peut être arrêtée complétement pendant 24 heures sans déranger l'appareil; il est, après ce temps, prêt à se remettre en marche, pourvu que l'on ouvre le registre placé sur le passage du gaz au fourneau. Car la masse du fourneau et la charge du combustible qu'il contient peuvent se maintenir d'elles-mêmes et pendant ce temps à la température du rouge vif. Plus l'appel est continu, et plus uniformes sont la température et la qualité des gaz combustibles.

En appliquant ces principes, MM. Siemens conseillent d'alimenter tous les fours d'une même usine et même ceux de plusieurs usines si la possibilité se présente, avec le gaz provenant

1. On peut citer encore parmi les industriels qui ont fait avec avantage emploi des fours Siemens, MM. James Russel et fils pour le soudage des tubes de fer, et MM. Gibbs frères pour le puddlage du fer. L'industrie métallurgique réalisera bientôt de la sorte d'importantes économies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un même générateur, en lui donnant les dimensions les plus considérables.

Il est facile de se rendre compte des modifications que la nature du feu peut subir suivant les besoins, lorsqu'on fait usage d'un combustible gazeux; non-seulement on peut, en variant la proportion des deux gaz, produire une flamme tantôt oxydante et tantôt réductive, mais on a de plus une chaleur pure, exempte de poussières, de cendres et de corps étrangers.

L'expérience démontre que l'on peut, au moyen du four régénérateur à gaz, fondre dans des pots ouverts des compositions vitreuses renfermant même une certaine quantité de plomb; cependant, alors, quand on veut obtenir les plus belles qualités de *flint-glass*, il est préférable d'opérer dans des pots couverts. Mais toute autre espèce de verre peut y être fondue à vase ouvert, et l'économie de combustible qu'on réalise alors n'est rien auprès des avantages que présente cette pratique au point de vue de la couleur et de la qualité générale du verre, qui n'est souillé ni de taches, ni de poussières, ni de cendres et qui s'affine sous l'influence d'une température beaucoup plus élevée.

Ebelmen avait préconisé l'emploi des combustibles gazeux comme permettant de tirer parti de certains charbons de mauvaise qualité restés jusqu'alors sans usage. MM. Siemens justifient complétement cette prévision du savant ingénieur français dans les termes suivants :

Dans les fourneaux à régénérateurs, la nature du combustible est pour ainsi dire absolument indifférente, on peut obtenir une chaleur aussi intense avec le plus mauvais menu qu'avec la meilleure houille de Newcastle. Avec un combustible quelque mauvais qu'il soit, il n'y a de limite à la production de la chaleur que celle fixée théoriquement par la quantité d'oxygène avec laquelle peut se combiner un équivalent de carbone : il suffit de déterminer expérimentalement l'épaisseur de la couche du combustible et la vitesse d'appel de l'air à travers la grille.

On a supputé qu'une nouvelle ère de prospérité pourra s'ouvrir pour quelques districts, comme le sud du Staffordshire, où les couches épaisses du charbon sont à peu près épuisées et ne peuvent plus guère suffire que pour une consommation de quarante années, mais où l'on rencontre en abondance des couches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minces d'un combustible de qualité inférieure. On peut même espérer que dans les pays où, comme en Irlande, aucune usine n'a pu vivre faute de charbon, l'industrie pourra dorénavant trouver de bonnes conditions d'existence.

A ces données statistiques, le docteur Percy ajoute dans sa *Métallurgie*, que dans deux houillères seulement du Staffordshire méridional, on perd chaque année 160,000 tonnes de menu dont on ne peut trouver l'emploi. Le relevé général de l'extraction anglaise porte que, soit pour l'exportation, soit pour la consommation intérieure l'Angleterre vend 300 millions de tonnes de charbon et qu'elle en laisse perdre à l'état de menu, jusqu'ici resté sans emploi, cent autres millions; c'est faire pressentir, par des chiffres, l'énorme économie qui peut résulter pour l'industrie d'un meilleur usage du combustible minéral; c'est indiquer les ressources qui ont été jusqu'à présent perdues pour l'avenir.

Si j'ai revendiqué pour la mémoire d'Ebelmen le mérite des observations qui précèdent, et qu'on trouvera plus explicitement développées dans le recueil de ses travaux scientifiques [1], il est juste de payer aussi maintenant un tribut d'éloges aux résultats pratiques obtenus par MM. Siemens et de faire comprendre ici pourquoi l'industrie n'a pas immédiatement généralisé les applications si fécondes qu'envisageait Ebelmen. La publicité n'avait pas fait défaut aux recherches de ce génie supérieur, et j'avais saisi moi-même l'occasion la plus favorable pour répandre parmi les fabricants les plus intéressés à leur succès les vues élevées et très-réalisables de l'habile administrateur de la manufacture impériale de Sèvres [2]. Mais la forme pratique proposée primitivement a dû ralentir le zèle des fabricants, en général peu disposés à tenter le hasard des expériences nouvelles, quelque rationnelles qu'elles paraissent *à priori;* elle nécessitait, en effet, l'emploi d'une soufflerie pour injecter de l'air dans la colonne de charbon, et comportait un système de tuyaux métalliques pour réchauffer l'air propre à la combustion des gaz dans l'intérieur du four après le mélange avec les gaz combustibles.

En substituant aux tuyaux d'échauffement du gaz des cham-

1. *Travaux scientifiques d'Ebelmen*, 3 volumes in-8, chez Mallet-Bachelier.

2. *Leçons de Céramique*, professées à l'École centrale des arts et manufactures. T. II, p. 193 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bres chargées de briques, véritables magasins de chaleur, en supprimant la force motrice réclamée par l'injection d'air forcé dans la colonne de combustible solide, et la remplaçant par le simple tirage d'une cheminée dont l'écoulement est réglé de telle sorte que les gaz se dépouillent de toute leur chaleur en ne conservant que la différence de température nécessaire à l'alimentation du foyer par un appel régulier, en intervertissant à volonté dans les chambres à chaleur le sens de la circulation, MM. Siemens ont dépouillé les appareils d'Ebelmen de leur forme trop exclusivement métallurgique et rendu d'immenses services aux industries du verre et des poteries. De là l'accueil qui leur a été fait dans un pays qui possède le courage nécessaire pour oser les tentatives et les capitaux indispensables pour les mener à bonne fin.

Quoi qu'il en soit, il me paraît impossible dans l'avenir de séparer le nom d'Ebelmen de celui de MM. Siemens.

L'industrie des glaces ne manquera certainement pas de profiter des avantages que lui promettent MM. Siemens; la verrerie l'a déjà fait en Angleterre, et si en France quelques essais n'ont pas encore donné des résultats concluants, il faut l'expliquer par ce fait, que tel appareil parfaitement convenable pour transformer en combustible gazeux du menu de houille grasse est mal disposé pour la combustion d'un charbon dense et sec comme le coke des usines à gaz d'éclairage. Il y a, comme je l'ai dit, certaines modifications à introduire dans la disposition et la dimension des grilles en raison de la nature des combustibles dont on fait usage.

ARGENTURE DES GLACES.

On sait que les glaces ne réfléchissent les objets avec une intensité lumineuse suffisante qu'autant qu'elles sont recouvertes sur l'une de leurs faces d'une couche continue d'un corps opaque réfléchissant, particulièrement d'une couche métallique appropriée. Depuis fort longtemps, on obtient cette surface au moyen d'une feuille d'étain amalgamé. On a donné le nom d'étamage à l'opération par laquelle on applique la couche d'amalgame : elle est délicate et dangereuse pour la santé des ouvriers, qui restent longtemps en présence de masses de mercure. L'Ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position de Londres a permis de voir les résultats nouveaux d'une industrie intéressante à laquelle on a donné le nom d'*argenture des glaces*.

L'idée de remplacer la feuille d'amalgame d'étain par une couche mince d'argent se trouve en germe dans un Mémoire de M. Liebig; elle a été nettement formulée par Gay-Lussac et mise en pratique par Drayton : elle fut, à l'origine, très-favorablement accueillie par les savants et les industriels. Depuis son apparition, tout le monde en a suivi le progrès malheureusement assez lent.

Comme toute opération chimique, l'argenture consiste en une série de réactions qui se passent entre les éléments des corps mis en présence, plus ou moins nettes, plus ou moins faciles à expliquer; elle est en outre influencée par des causes d'un ordre purement physique; l'application en est gênée par un outillage incomplet, incommode, rudimentaire, quelquefois trop compliqué; elle est puissamment aidée, au contraire, par des dispositions ingénieuses, simples, n'apportant aucune entrave aux réactions chimiques, base de tout le travail. Il y a donc deux faces sous lesquelles l'argenture des glaces doit être étudiée.

Nous résumerons d'abord ici la méthode chimique. Théoriquement elle est comprise dans cette phrase qu'on trouve reproduite dans tous les traités de chimie : les sels d'argent sont réduits par beaucoup de matières végétales; quand le phénomène se produit avec le concours de la lumière, le métal est complétement réduit. Liebig a remarqué cette propriété remarquable dans l'aldéhyde, et Gay-Lussac, en 1838, argentait des tubes de verre en chauffant du nitrate d'argent avec du formiate d'ammoniaque; mais il y a loin de ces indications théoriques aux données pratiques qui fondent une industrie. Il faut remonter à 1843 pour trouver la première trace de l'application du dépôt argentifère à la fabrication des miroirs, et c'est à un Anglais, Drayton, qu'il convient d'attribuer le mérite de cette idée, qui devait enfin se traduire par un résultat essentiellement philanthropique.

La patente du 25 novembre 1843 porte : « L'invention consiste à amener de l'argent et le déposer sur le verre en désoxydant l'oxyde d'argent en dissolution, de telle façon que le précipité d'argent adhère au verre sans que celui-ci ait été enduit de substances métalliques. » Ceci s'applique à la fabrication des miroirs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi qu'à toute autre pièce de verre sur laquelle on désire appliquer une couche d'argent.

D'après Drayton, on prend 30 grammes de nitrate d'argent (pierre infernale) et 15 grammes d'ammoniaque liquide (esprit de corne de cerf), on ajoute 60 grammes d'eau, et le mélange est abandonné à lui-même pendant vingt-quatre heures; on le fait filtrer; on ajoute alors à la liqueur limpide un tiers d'alcool, puis de vingt à trente gouttes d'essence de cassia. Après cinq ou six heures d'un nouveau repos le mélange est bon à employer; quand le liquide a été répandu sur la surface de la glace, on ajoute six à douze gouttes d'huile de girofle.

Le procédé de Drayton a été pratiqué tant en Angleterre qu'en France; M. Tourasse a tenté de l'exploiter pendant plusieurs années à Paris. On obtenait une surface plus miroitante en ajoutant l'essence de girofle à la dissolution d'argent à l'instant même où la surface de verre la recevait. On recouvrait ensuite la pellicule d'argent d'une couche de vernis.

M. Stenhouse fit en Angleterre quelques expériences sur la force réductrice que quelques corps exerçent sur le nitrate d'argent; l'huile pesante du *myrtus pimenta* donne une surface aussi miroitante que l'huile de girofle, tandis que l'huile légère reste sans action. Le sucre de canne, de raisin, l'amidon, produisent un effet analogue avec le concours de la chaleur [1].

Drayton ne tarda pas à modifier [2] ses procédés; il renonçait en 1848 à l'emploi des huiles essentielles; il est possible de trouver dans l'usage de ces matières la cause de l'insuccès qui persista pendant une pratique de plusieurs années; il substitua des matières sucrées en faisant intervenir la chaleur.

D'après Drayton, on prend :

Ammoniaque	30
Nitrate d'argent	60
Eau	90
Esprit-de-vin (alcool)	90

On mélange soigneusement le tout, et on laisse déposer trois ou quatre heures, puis on filtre; à 30 grammes de liquide filtré on

1. Rapport annuel sur les *Progrès de la Chimie*, 1847, par Berzelius.
2. Patente du 4 décembre 1848.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ajoute 8 grammes de matière saccharine dissoute dans parties égales d'eau et d'esprit-de-vin. On laisse ensuite déposer une couple d'heures. Il faut faire intervenir la chaleur et chauffer vers 100° le verre sur lequel l'argent doit être déposé.

S'il faut en croire les résultats obtenus par un chimiste allemand, Wohl [1], le coton-poudre, dissous dans une lessive de potasse caustique, jouirait au plus haut degré de la propriété de précipiter l'argent à l'état métallique de sa dissolution ammoniacale. On la retrouverait encore dans les matières telles que le sucre de canne, le sucre de lait, la mannite, les gommes, etc., après leur traitement par l'acide azotique.

Je dois dire que les expériences que j'ai faites dans cette direction ne m'ont pas conduit à admettre que cette voie soit véritablement pratique. Toutefois, on pourrait voir dans le procédé que MM. de Pron et Delamotte ont fait breveter trois ans après la note du Technologiste [1] la première trace d'une amélioration importante dans cette industrie, l'emploi de liqueurs exclusivement aqueuses.

Malgré toutes les tentatives qui viennent d'être rappelées, l'argenture des glaces n'avait pas fait, au point de vue commercial, de progrès réels.

On avait bien cherché, par des dépôts galvaniques, à donner plus d'homogénéité, plus de résistance à la couche métallique [2]; mais il s'était formé, devant une série d'insuccès assez retentissants, une opposition en quelque sorte justifiée par les altérations dont les produits argentés n'offraient que des exemples trop fréquents. Tel était même l'avis d'un grand nombre de miroitiers, qu'il fallait regarder l'argenture des miroirs comme tout à fait impossible, lorsqu'une leçon de l'illustre physicien anglais Faraday vint de nouveau fixer fortement l'attention publique sur ce même sujet. Il s'agissait d'un procédé que M. Petitjean venait de faire breveter simultanément en Angleterre et en France. Ce procédé donne, en effet, une solution pratique de la question de l'argenture des glaces. L'Exposition de Londres en offrait des spécimens importants.

1. *Technologiste*, 10e année, 1848-1849.

2. Patente anglaise du 29 décembre 1852, accordée à M. Power; brevet du 23 mai 1853, demandé par M. Masse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelle est la base du procédé de M. Petitjean, qu'exploitent à Paris, actuellement avec succès, MM. Brossette et Cie? M. Petitjean met à profit la réaction des acides végétaux sur les sels d'argent en présence de l'ammoniaque.

On emploie deux liqueurs. Pour former d'abord la première, on prend 100 grammes de nitrate d'argent et 62 grammes d'ammoniaque liquide. On verse l'ammoniaque sur le nitrate d'argent dont la fusion s'opère alors en dégageant beaucoup de chaleur; on remue, jusqu'à ce que la dissolution soit complète, puis on laisse reposer quelques heures; au bout de ce temps, il y a formation de cristaux de nitrate d'argent ammoniacal. On ajoute alors 500 grammes d'eau distillée, et l'on agite tant pour opérer le mélange des deux liquides que pour faciliter la dissolution des cristaux, elle s'opère en refroidissant beaucoup la liqueur. On filtre alors pour séparer un peu de poudre noire qui s'est formée lors de la dissolution du nitrate d'argent dans l'ammoniaque. Cette poudre noire est de l'argent métallique. On ajoute au liquide filtré 11 grammes d'acide tartrique dissous préalablement dans quatre fois leur poids d'eau distillée, puis on verse 2 litres 1/2 d'eau; on remue le tout, puis on tire à clair. On obtient ainsi trois litres environ de liquide. Dans cet état il est propre à l'emploi.

La deuxième liqueur se prépare en répétant exactement toutes les manipulations indiquées pour le premier liquide; seulement, on double la dose de l'acide tartrique. On ne doit préparer les dissolutions que pour les besoins de la journée.

D'importants établissements industriels se sont formés à Paris, à Londres, à Genève et à New-York, pour l'exploitation des procédés de M. Petitjean.

J'ai dit plus haut, qu'il y avait, dans l'argenture des glaces, deux faces sous lesquelles la question pouvait être étudiée.

A côté du point de vue chimique, l'étude des appareils était très-importante, et nous allons faire voir que dès l'origine on se créait des difficultés que M. Petitjean devait éviter avec la plus grande facilité.

Dans sa patente du 25 novembre 1843, M. Drayton s'expliquait ainsi : La glace destinée à être argentée étant placée horizontalement, je forme à son pourtour, avec du mastic ou autre matière convenable un rebord qui permette de recouvrir toute la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surface de la glace avec le liquide à une épaisseur de 1/8 à 1/4 de pouce; il faut que la surface de la glace soit bien nette et bien polie avant de verser le liquide. Je dois ajouter que, bien que j'aie parlé d'appliquer le liquide sur la glace, alors que celle-ci est placée horizontalement, on peut néanmoins l'appliquer lorsque la glace est dans toute autre position, pourvu que le liquide soit maintenu en contact avec la glace. J'ai trouvé qu'en plaçant le verre dans une position verticale ou inclinée, et en couvrant la surface de la glace, j'arrivais à mon but en laissant un étroit espace entre la glace et son couvercle, ce dernier s'ajustant bien. Dans ce cas, j'emploie simplement de l'esprit sans ajouter d'eau; il est convenable alors de se servir d'un couvercle de bois, aussi serré que possible contre les parois, afin d'empêcher l'évaporation du liquide.

Aussitôt que l'argent déposé est parfaitement sec, je vernis le dos de la glace et j'emploie pour cela un mélange à parties égales de suif et de cire vierge.

Ces procédés ont été pratiqués par M. Tourasse, et de son aveu même, cet outillage compliqué d'étuves, de caisses, de rebord, etc., était une des principales causes des insuccès répétés qui l'ont conduit à suspendre sa fabrication.

A la date du 19 septembre 1853, MM. Delamotte et de Pron avaient encore un outillage très-compliqué, quoiqu'ils le regardassent comme très-simple. Une glace étant nettoyée par les moyens connus, on l'introduit dans un vase plus long et plus haut que la glace elle-même, mais très-étroit dans la largeur, on la fixe droite dans ce vase à un centimètre environ de la paroi, à l'aide de chevilles en bois enduites d'un vernis résineux insoluble, puis la liqueur filtrée d'avance est versée dans ce vase à un centimètre et demi au-dessus de la glace; le tout est placé dans un bain-marie, également haut de parois, dans lequel on verse de l'eau, jusqu'à ce que son niveau ait dépassé celui qui baigne la glace. On introduit alors un thermomètre, puis on chauffe doucement jusqu'à ce que l'eau du bain-marie marque 60 degrés environ et 70 degrés au plus. Ils ajoutent :

Une disposition avantageuse pour la glace serait de faire un châssis droit en bois très-étroit, dont les glaces de même dimension formeraient les parois; le châssis étant verni et les glaces bien serrées avec des boulons dans des rainures au fond des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelles serait une bande de feutre épais collée à la glu marine, on verserait la liqueur filtrée et l'on placerait le tout dans un bain-marie. La chaleur agissant sur la glace même rendrait l'effet plus prompt.

Ainsi encore ici, cortége incommode, nuisible, coûteux de caisses, de châssis, de tringles, pour maintenir au contact du liquide les surfaces à argenter, étuves ou bain-marie pour élever la température des objets sur lesquels l'argent doit être déposé.

M. Petitjean a radicalement changé toutes les conditions de l'outillage ; il supprime tout bain-marie pour chauffer les glaces, et tout rebord pour maintenir le liquide ; il se borne à placer la glace à argenter sur une table métallique, chauffée vers 60 ou 70 degrés. Aussi la simplicité de l'opération et la rapidité du travail trouvèrent-elles dans l'un des hommes les mieux préparés en Angleterre pour applaudir à ce succès, M. Faraday, un admirateur enthousiaste [1].

L'appareil employé pour opérer l'argenture du verre consiste en une table de fonte, creuse, de manière à pouvoir être chauffée avec ou sans circulation par de la vapeur ou de l'eau chaude. La partie supérieure de la table est plane et posée parfaitement horizontale à l'aide d'un niveau ; elle est recouverte par une toile rendue imperméable par un vernis quelconque. La chaleur est maintenue à 45 ou 50 degrés. On verse sur les glaces posées sur la même table les unes à côté des autres près de trois millimètres d'épaisseur de la dissolution qui reste sur le verre retenue par capillarité ; au bout de 7 à 8 minutes, l'argent commence à se déposer sur le verre, et après 15 à 20 minutes, une couche uniforme et opaque ayant une teinte grisâtre à la partie supérieure se trouve déposée. Au bout de quelques instants la glace est poussée au bord de la table, soulevée en pente pour écouler le liquide excédant, dans une rainure en pente sous forme de gouttière. Cette dernière sert à éconduire la liqueur qui n'est pas complétement dépouillée d'argent. On lave à l'eau.

La première opération est souvent suffisante ; cependant presque toujours, on la répète identiquement avec la seconde liqueur. Puis lorsque celle-ci a été retirée, le verre est lavé de nouveau,

1. *Méchanic's Magazine*, n° du 5 juillet 1856, séance du 13 juin de l'Institution royale de Londres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis séché; on termine en protégeant la surface argentée par une peinture à l'huile et un vernis d'une couleur foncée.

M. Petitjean a donc très-heureusement simplifié la pratique des opérations; aujourd'hui l'industrie est créée et l'expérience a prouvé que la couche d'argent déposé sur le verre adhérait autant que la feuille d'étain, en satisfaisant aux mêmes conditions d'inaltérabilité; l'argenture entrera donc dans nos usages et fera disparaître les dangers que courent les metteurs au tain. M. Petitjean et Brossette auront dès lors rendu d'éminents services à l'humanité.

GRAVURE A L'ACIDE FLUORHYDRIQUE.

Dans un autre ordre d'idée, nous avons à décrire ici les procédés perfectionnés de la gravure sur verre.

On sait depuis longtemps que l'acide fluorhydrique attaque le verre, et qu'on peut le graver au moyen de cet agent chimique.

En Angleterre, on fait depuis peu d'années, sous le nom d'*embossage*, de fort belles décorations pour les riches habitations, les magasins, etc. Ce genre de gravure n'est pas répandu chez nous: le prix auquel elle revient explique le peu d'empressement avec lequel le public a voulu l'accueillir. En effet, pour l'obtenir, on applique au pinceau, à la main, sur des glaces ou des feuilles de verre, des matières grasses ou résineuses, en recouvrant de ces matières les parties du verre qu'on ne veut pas laisser attaquer par l'acide fluorhydrique.

On conçoit que ce procédé soit coûteux; mais en substituant aux méthodes ordinaires l'emploi des moyens mécaniques, on a beaucoup diminué le prix de revient, en multipliant les épreuves à l'aide de transports. Un brevet en pleine exploitation à Saint-Louis, conduit à la méthode suivante, qu'une expérience de plusieurs années a rendue parfaitement pratique. Il fait connaître quelques tours de main, indispensables au succès de l'opération, telles que le choix de la matière grasse, la façon du dessin, le transport proprement dit, l'attaque par l'acide.

Un certain nombre de matières grasses et résineuses sont inattaquables par l'acide fluorhydrique. Le bitume de Judée semble préférable, surtout si l'on y ajoute le sixième de son poids de mastic en larmes; le tout est réduit en poudre impalpable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dessins se font sur cuivre, plomb, étain, zinc, etc., ou sur papier, parchemin, étoffes apprêtées ou non.

Le dessin fait, on le perce à jour; si c'est sur métal, à l'aide des acides qui peuvent le dissoudre; si c'est sur du papier ou des étoffes, à l'aide d'instruments tranchants, d'emporte-pièces, ou de matrices faisant le dessin d'un seul coup.

Le dessin est disposé de façon à couvrir, comme réserve, les parties qui doivent être attaquées par l'acide. En supposant qu'on veuille faire des rinceaux pleins en blanc se détachant sur un fond bleu, on se sert de verre blanc doublé bleu; les parties formant le fond devront être recouvertes de bitume, le dessin doit les présenter sous forme de jours.

Le verre ou la glace étant placés sur une surface bien horizontale, on leur donne une légère couche d'un vernis ou corps gras quelconque; on préfère l'essence de térébenthine; puis on applique le dessin sur cette couche encore fraîche, et l'on agite au-dessus un tamis très-fin renfermant la poudre d'asphalte. Quand la couche de bitume est suffisamment épaisse et adhérente, on relève l'espèce de vignette à jour qui forme le dessin. On a ainsi à nu les parties qui doivent être rongées, et en soumettant la glace ou la feuille de verre à l'action d'une douce chaleur, l'essence de térébenthine se combine avec l'asphalte et la gomme-mastic. Le tout, en se fondant légèrement, se fixe au verre.

Les parties à jour du dessin étant ainsi reproduites sur le verre, on entoure ce dernier d'un bourrelet de cire molle, préparée à cet effet, et on verse sur le verre l'acide fluorhydrique étendu d'un tiers d'eau.

Ce liquide, retenu par le bourrelet, reste environ 40 minutes étendu sur le verre, et le travail est terminé.

Dans la pratique, on se sert pour étendre le bitume en poudre d'une boîte demi-cylindrique à sa base, haute de 2 mètres, longue de 3 mètres et large de 1 mètre.

A la partie demi-cylindrique, et dans le sens de la longueur, on a placé un arbre armé d'ailettes, comme celles d'une machine à vanner.

Les poudres préparées sont placées dans cette boîte et par le moyen d'une manivelle adaptée sur l'arbre, en dehors de la boîte, on agite le bitume qui se répand en poussières très-fines dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'espace supérieur recouvert par la boîte. Alors, au moyen de deux coulisses et d'une ouverture réservée dans une des parois, on glisse une tablette sur laquelle sont placées les glaces ou feuilles de verre surchargées des vignettes à jour. La boîte est bien close et les poussières retombent uniformément sur les dessins que la table supporte; on obtient de la sorte une grande netteté dans les contours, et ce qui est important, une répartition très-égale des poudres sur toutes les parties du travail.

Après cinq minutes d'attente, on retire la tablette, puis la vignette, et on passe à une très-légère chaleur pour faire adhérer le bitume.

On comprend qu'on puisse ainsi reproduire non-seulement tous les dessins qu'on peut composer et découper, mais encore toutes les étoffes à jour, telles que tulle uni et façonné, dentelles, broderies, gaze, etc., etc.

Ces mêmes dessins peuvent servir indéfiniment.

L'avantage incontestable de ce procédé consiste à remplacer le posage à la main à l'aide du pinceau du bitume liquide, par un moyen mécanique qui met en mouvement le bitume sec réduit en poudre, et le dépose avec une symétrie que donne difficilement le travail manuel de l'artiste même le plus exercé.

On suppute que par cette méthode deux manœuvres peuvent graver, en un jour, environ 20 mètres superficiels de glace ou de verre, quelle que soit la complication des dessins.

La peinture sur verre, la décoration du cristal, tirent maintenant un très-grand parti de ce moyen, emprunté de la fabrication des verres-mousselines, établis pour la première fois à Chatou, près Paris.

Au reste, ce n'est pas la seule voie dans laquelle le peintre verrier puisse entrer pour travailler avec économie.

Lorsqu'on fait des vitraux dont les sujets sont de nature à être reproduits un grand nombre de fois, on peut avoir recours aux méthodes de l'impression. La planche en relief est alors préférable à la gravure en taille-douce, et pour préparer des surfaces qu'il faut ronger à l'acide fluorhydrique, j'ai vu avec intérêt charger la planche au moyen de bitume visqueux. On ajoute ensuite sur l'épreuve après le transport sur le verre, et pendant qu'elle est encore fraîche, du bitume en poudre qu'on rend adhérent au moyen d'une faible chaleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je suis certain que les études que pourraient faire les peintres sur verre des méthodes mises en pratique par les peintres sur porcelaine, les conduiraient à de grands perfectionnements dans leur industrie, tant au point de vue de l'art qu'à celui de l'économie du travail.

L'art du verrier, celui du fabricant de poteries, l'émaillage considéré dans ses variétés les plus étendues, ont une même source, l'emploi dans les meilleures conditions possibles des substances vitrifiables et plastiques ; à plus d'un titre, leur étude ne doit pas être séparée. Cette réunion de trois industries intéressantes, sous plus d'un rapport, qui fournit aux décorations intérieures tant de motifs divers, forme un faisceau qui devrait être compris dans un seul groupe, si l'on réalise un jour le projet d'un enseignement professionnel.

LES ÉMAUX.

Nous venons de parler de l'émaillage. Sous quelque forme que cette industrie se présente, elle produit des objets de luxe, qui réunissent au mérite artistique des matières les plus précieuses celui d'une grande inaltérabilité.

Parmi les produits les plus remarquables que l'industrie de l'émaillage ait produits à l'Exposition de Londres, il faut citer les émaux cloisonnés que M. Barbedienne avait soumis à l'appréciation du public. Un atelier spécial qui n'occupe pas moins de vingt ouvriers émailleurs met cet habile industriel en mesure de prouver que rien n'est perdu dans les procédés des anciens émailleurs. La dimension des pièces et leur perfection prouvent que nos émailleurs n'ont plus rien à chercher.

Nous n'avons pas à revenir ici sur les différentes méthodes employées par les émailleurs; nous les avons décrites ailleurs [1]. Mais nous devons insister actuellement sur les conditions spéciales qui sont à remplir pour réussir les *émaux cloisonnés*.

On sait qu'on nomme ainsi des pièces de fonte, de cuivre ou de laiton qui présentent des réseaux ou autres ornements à cavités régulières ou non, remplies de matières vitreuses opaques

1. *Complément au Dictionnaire des Arts et Manufactures*, par M. Laboulaye (*Émaillage*, p. 220).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou transparentes, généralement opaques, monochromes ou polychromes. Les pièces de fonte, laiton ou cuivre, sont coulées avec soin et laissent en creux, à bords très-nets, les nervures qui doivent être apparentes; le moulage doit être très-bien fait. On peut obtenir encore des surfaces guillochées qui sont faites au burin sur les méplats revivifiés par le tour ou planés, suivant la forme de la pièce. On peut faire les vides encore au moyen du champlevé ou par incision, soit au burin, soit à l'acide. Dans ce dernier cas, on termine toujours par un coup de burin. D'autres fois enfin les cuivres peuvent être obtenus par galvanoplastie. Mais ce dernier moyen, économique assurément quant à l'exactitude et à la valeur artistique du sujet, laisse à désirer quant à la résistance à l'oxydation lorsqu'on passe la pièce au moufle, pour faire fondre la poudre vitrifiable qui remplit les cloisons métalliques. On choisit d'après la forme de la pièce la méthode qui se prête le mieux à une exécution irréprochable. Quelquefois on fait sur une même pièce usage d'une ou plusieurs méthodes.

Lorsqu'on s'est procuré la masse de métal qu'on veut émailler, on place avec la spatule une quantité convenable de l'émail en poudre assez grossière dans les cavités, et on fait cuire; il convient que la poudre d'émail ne soit pas trop fine; elle a été lavée à l'acide nitrique, puis à l'eau, au moment de l'application, pour bien éviter les carbonates qui formeraient des bulles s'ils existaient dans cette poudre et chasser ceux qui pourraient résulter de l'altération du verre au contact de l'eau, de l'air, de l'acide carbonique, etc. Les petits grains, en se fondant, se soudent les uns aux autres en dégageant l'air qui les baigne mieux que ne le feraient des poussières impalpables; ces dernières resteraient louches et bulleuses.

Après une première cuisson, les émaux sont rechargés, puis recuits; on opère de la sorte jusqu'à cinq ou six fois, s'il est nécessaire, pour remplir toute la cavité et faire déborder même au besoin une petite portion qu'on use et qu'on polit. Le métal est ensuite décapé, puis doré.

Les émaux peuvent être nuancés, c'est-à-dire se parfondre en variant non-seulement d'intensité, mais même en passant d'une nuance dans une autre. Il suffit de choisir les émaux colorés par des oxydes ne réagissant pas les uns sur les autres au moment de leur contact au sein de la masse vitreuse à l'état de fusion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Barbedienne avait à Londres des pièces irréprochables qui lui font le plus grand honneur.

PHOTOGRAPHIE SUR ÉMAIL, VERRE, PORCELAINE.

Ce sujet nous conduit naturellement à la description des méthodes ingénieuses décrites par MM. Lafond de Camarsac et Joly de Saint-François pour obtenir des épreuves photographiques entièrement inaltérables. Il ne peut être question ici de l'application sur une matière céramique ou vitreuse d'une épreuve obtenue d'une planche creuse ou en relief au moyen d'un mordant. On peut bien croire que le problème soit résolu par la conversion d'une image photographique en une planche gravée susceptible de donner une épreuve par impression mécanique, mais il ne pouvait l'être réellement qu'à la condition de permettre une reproduction absolue des images, non pas seulement avec la planche matrice, mais avec les clichés originaux.

Or s'il est vrai que la transformation d'une épreuve photographique en une planche gravée soit un fait accompli, d'une part par les travaux remarquables de MM. Niepce, Donné, Fizeau, Grove, Talbot, Smée, Bisson frères, Lemaitre, Berres, etc., en ce qui regarde la gravure en creux, et de l'autre par les applications de MM. Barreswil et Lemercier, en ce qui se rapporte au tirage lithographique en semi-relief, il n'en est pas moins incontestable que les épreuves obtenues à l'aide de ces méthodes laissent à désirer et sont bien loin de conserver fidèlement la perfection des épreuves primitives obtenues directement.

MM. de Camarsac et de Saint-François préfèrent fixer et transformer directement le dessin photographique, soit qu'on l'obtienne avec le concours simple des matières inorganiques, soit qu'au contraire, on le prépare par l'intermédiaire de substances d'origine inorganique.

De là, deux procédés distincts :

Images formées de composés organiques.

On dépose sur l'émail ou sur la porcelaine, la faïence, le verre, etc., un enduit photogénique susceptible d'être rendu facilement agglutinatif, après l'exposition solaire; une dissolu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de bitume de Judée dans l'essence de térébenthine avec addition de colophane remplit parfaitement le but.

On applique cet enduit sur le métal ou la couche céramique recouverte préalablement d'une très-légère couche de gélatine.

L'exposition lumineuse étant terminée, on fait agir le dissolvant, qui laisse sur l'excipient les parties impressionnées; on lave aux essences rectifiées, puis on procède sans retard à la substitution des matières céramiques, à ce vernis qui doit être détruit par le feu.

A cet effet, il suffit de chauffer légèrement l'épreuve; une douce chaleur lui restitue la propriété agglutinative que la dessiccation avait fait perdre au vernis. Il se trouve ainsi transformé, comme dans tout transport, en un mordant qui retiendra les poussières qui seront mises à son contact.

Si donc on saupoudre avec des couleurs et leurs fondants convenablement choisis et réduits en poudre impalpable par un broyage à l'esprit-de-vin, l'épreuve ainsi ramollie, ces couleurs reproduisent avec beaucoup de délicatesse tous les accidents du dessous dont elles reproduisent avec la plus grande fidélité les vigueurs et les finesses. Un lavage à l'eau dissout la gélatine dans les endroits qui ne sont pas protégés par le vernis; les clairs sont ainsi dépouillés de couleur et de la crasse que les essences pourraient avoir laissée.

Le feu détruit ensuite les substances organiques, et l'image colorée, monochrome ou polychrome, reproduisant le type primitif, demeure fixée sur l'excipient par une chaleur appropriée.

En mélangeant à l'enduit photogénique, et avant l'insolation, la poussière d'émail, on peut, en conduisant avec précaution l'action du dissolvant, obtenir des effets analogues; toutefois ils sont inférieurs sous le rapport de la netteté.

Si l'excipient est une planche de cuivre ou de laiton, l'épreuve au vernis peut être transformée très-facilement en une épreuve vitrifiée qu'on fera mordre à l'acide si l'on veut reproduire la gravure héliographique; cette réserve d'une nouvelle espèce est plus solide qu'aucune de celles qu'on a trouvées pour le même objet. Son emploi complète heureusement les recherches qu'on doit à M. Niepce de Saint-Victor.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Images formées de composés inorganiques.

Par l'emploi de ces procédés nous aurons à distinguer deux sortes de dessins :

1° Les dessins photographiques, constitués par la matière photogénique elle-même; ils résultent de la réduction des sels d'argent, de fer, de chrome, et sont obtenus par les méthodes héliographiques ordinaires;

2° Les nielles photographiques, au moyen desquelles on peut obtenir des effets très-variés.

Dessins photographiques. On obtient ces dessins sur les excipients métalliques ou céramiques, préalablement recouverts d'une couche mince de fondant très-fusible.

On étend un vernis sur les excipients métalliques dans les parties dont le contact pourrait décomposer les bains nécessités par les opérations photographiques.

L'épreuve est obtenue par les moyens connus : au collodion, à l'albumine, à la gélatine ; on doit beaucoup la développer.

Par l'emploi subséquent de solutions métalliques à base d'or, d'argent, de chrome, de fer, on détermine à la surface de l'épreuve, à l'aide de la chaleur, un dépôt métallique, pour en augmenter l'épaisseur et modifier la coloration.

L'épreuve est ensuite mise au moufle d'émailleur. Les matières organiques disparaissent sous l'action d'une chaleur convenable, et l'image photographique apparaît fixée directement sur l'excipient par une matière colorée. Le feu rend à l'épreuve toute sa netteté. Les différents métaux employés donnent tous au sortir du four la même vigueur et la même solidité.

En faisant usage du sel d'argent rehaussé par un dépôt d'or, le ton de l'image a varié du violet bleu au noir bleu très-intense, et au violet rose foncé.

L'emploi du bichromate de potasse avec dépôt d'argent forme de jolies nuances brunes ou noires.

On peut recouvrir ces dessins d'une nouvelle couche de fondant, ce qui leur donne une finesse exquise de détails.

Nielles photographiques émaillées. Si l'on prépare une surface d'argent entièrement mate, qu'on l'expose aux vapeurs d'iode et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de brome, puis à celles de mercure, on obtient par les procédés de Daguerre la plaque impressionnée sans qu'on s'en aperçoive par l'absence du bruni; elle n'est perceptible que vue sous un certain angle.

Après avoir lavé la plaque à l'hyposulfite de soude, on la suspend dans un vase rempli d'un électrolyte convenable, en la mettant en communication avec le pôle cuivre d'une pile galvanique; elle agit alors comme anode. On complète le circuit en suspendant parallèlement, et à une distance variable de la plaque d'argent, une lame mince de platine, qui servira de cathode. Les parties non préservées par l'iodure double de mercure et d'argent, c'est-à-dire les blancs de l'image, sont oxydées, et l'on voit apparaître un demi-niellé blanc et noir.

Une plaque de cuivre ou d'acier, préalablement enduite d'un vernis propre à conjurer la décomposition des bains, reçoit une couche de collodion ou d'albumine iodurée.

On procède à la formation d'une image sur cette couche au moyen d'un sel d'argent. Le plaque est ensuite mise au moufle d'émailleur. Les matières organiques disparaissent, et l'image photographique apparaît dessinée directement sur l'excipient par un dépôt d'argent, qui peut dès lors à volonté servir de réserve quand on soumet les parties de la plaque restées à nu, soit à l'action directe d'un acide, soit à l'oxydation dans un bain électro-chimique sous l'influence d'un courant convenablement choisi. On peut obtenir de la sorte des effets variés. Ceux qui rentrent le plus dans la classe des produits émaillés résultent de la dissolution de l'oxyde formé; l'image présente alors l'aspect d'une planche gravée par les méthodes ordinaires. Le contraste des ombres et des lumières est mis en évidence par la superposition d'une couche d'émail coloré qui fait office d'émail ombrant.

L'image photographique qu'on veut transformer en nielle émaillée peut s'obtenir encore au moyen du bitume de Judée formant à la fois couche photogénique et vernis à réserve pour la gravure. La fixation et la coloration définitive de ces nielles s'obtiennent par l'application d'un fondant incolore ou coloré suivant les effets optiques que l'on voudra produire. En combinant l'émaillage proprement dit et les procédés au moyen desquels on obtient les *paillons*, on pourra remplir les creux d'un émail opaque ou co-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loré; on obtiendra de la sorte un dessin apparent sur le fond métallique. Un essuyage soigné dépouillera les parties saillantes, qui formeront ou méplats ou linéaments réticulés aussi délicats qu'on le voudra. L'émail qui finalement protégera la surface du métal mis à nu dans les opérations précédentes sera, soit incolore, soit coloré.

On comprend la variété presque indéfinie des résultats qu'on peut obtenir en négligeant ceux qui proviennent du choix des images, par l'emploi de l'acide fluorhydrique lorsqu'il agit sur des nielles préparées avec des réserves inattaquables par ce réactif. Ainsi une image peut être produite en traits d'argent sur une surface céramique ou vitreuse, verre ou émail, par l'intermédiaire du collodion; le fond céramique est attaqué par l'acide fluorhydrique, l'argent déposé faisant réserve; les creux sont remplis d'un émail coloré, l'excédant enlevé par un essuyage convenable. L'image est formée d'argent et de métal si la couche d'argent a pu résister au frottement nécessité par l'essuyage, ou bien elle est formée par un camaïeu céramique pur, si l'argent déposé ne formant qu'une couche excessivement délicate a pu disparaître par le frottement auquel on a soumis l'épreuve.

Les nielles métalliques sont fixées par une couche de fondant incolore ou coloré; les nielles céramiques sont cuites et prennent au feu l'adhérence en rapport avec la nature de la matière dont les creux ont été chargés.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

L'Exposition de Londres, prise au point de vue de l'art de la vitrification, a conduit à de sérieuses réflexions.

La fabrication des glaces ne semble pas être en Angleterre en voie de grands progrès. Elle s'est abstenue à Londres cette année comme elle l'avait déjà fait à Paris en 1855. Les fabricants anglais semblent, au reste, ne pas ignorer l'état de leur industrie et les causes qui maintiennent leurs produits dans un état d'infériorité notoire vis-à-vis des produits similaires français ou belges. Lors de l'enquête à l'occasion du Traité de commerce avec l'Angleterre, ils ne s'étaient fait aucune illusion sur l'éventualité des débouchés qu'ils pouvaient en retirer, et depuis la conclusion du Traité, l'expérience a démontré combien étaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peu fondées les craintes des établissements français de Saint-Gobain, de Cirey et de Montluçon. La nuance verdâtre des produits anglais les tient éloignés de nos marchés, et cet état de choses peut durer encore longtemps.

Les autres fabrications qui se rattachent à la production du verre sont en voie réelle de progrès en Angleterre. Les cristaux et le verre à vitre s'y fabriquent dans des usines très-importantes. Nous pouvons expliquer en quelques mots le développement de ces deux industries.

Tant que l'art de la vitrification s'exerce sur des objets chez lesquels domine l'élément industriel la fabrication anglaise est remarquable. Lorsque la forme emprunte un caractère artistique, on sent l'influence qu'exerce sur nos voisins le goût français. Ces observations s'appliquent surtout au cristal et à la gobeleterie. Les exposants de cristal anglais ont abandonné leurs anciens modèles lourds et disgracieux ; ils ont adopté les dessins que le commerce français a mis en vogue et ils se sont montrés très-habiles concurrents. Leurs cristaux unis et taillés sont irréprochables; la gravure à la roue est très-bien exécutée, on y retrouve l'habileté des artistes allemands, et ce genre est très-estimé; les fortunes anglaises, généralement plus considérables que chez nous, ne reculent pas devant les dépenses coûteuses d'un service de table richement gravé.

Néanmoins, malgré la splendeur des expositions anglaises, l'impression du visiteur est unanime, et le public a regretté l'absence des cristaux de couleur. C'est que le sens éminemment pratique des Anglais leur fait abandonner toute fabrication pour laquelle les risques à courir ont quelque peu d'importance. Or, on sait, par les aveux sincères de nos habiles fabricants, que les verres et cristaux de luxe (opale et verres de cristaux, pâte de riz, verres doublés et triplés) sont des annexes qui n'offrent que rarement des bénéfices, même dans les usines les mieux installées.

Quoi qu'il en soit, la cristallerie anglaise, et pour cette raison, a paru très-froide.

La verrerie d'Allemagne, de Bohême a toujours le privilége de séduire davantage, et bien que nous n'ayons pas eu de nouveautés à citer, le visiteur se pressait en foule dans les salles de l'Autriche où brillaient du plus vif éclat de magnifiques spéci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mens de l'industrie verrière de ces pays favorisés. L'aspect était d'autant plus brillant qu'on semble avoir abandonné la fabrication de ces verres dépolis auxquels on s'efforce de retirer le bénéfice de leur propriété caractéristique, la limpidité, la transparence et le poli.

Je terminerai cette Note en demandant si les fabriques françaises qui, comme Saint-Louis, Baccarat, Lyon, ont fait défaut, se sont trouvées bien inspirées, en désertant une lutte où des succès leur étaient assurés.

L'exemple de la manufacture de Clichy est cependant excellent à suivre. M. Maës, le directeur de ce remarquable établissement, est l'un de ceux qui ont reçu, des mains de S. M. l'Empereur, la récompense des plus braves, la croix d'officier de la Légion d'honneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSES 30, 31, 33.

LES INDUSTRIES D'ART,

PAR M. P.-P. DEHERAIN.

Notre siècle revient avec complaisance sur son admirable développement industriel ; les progrès des sciences l'ont armé de forces inconnues aux époques précédentes; animant d'ingénieuses machines, elles ont largement contribué à augmenter le bien-être général. La science toutefois ne concourt pas seule à la prospérité de l'industrie; si elle préside aux métamorphoses de la matière, si elle donne des méthodes rapides, économiques pour transformer les produits bruts et les rendre immédiatement utilisables, elle est incapable de donner à ces produits la forme élégante, agréable, qu'une civilisation avancée exige de tout ce qu'elle emploie, et l'art doit lui venir en aide. Ici la supériorité du dix-neuvième siècle n'est plus évidente. Tandis que le succès de nos études scientifiques nous font pénétrer chaque jour d'un pas régulier dans la connaissance plus complète des lois de la nature, que chaque recherche forme un échelon solide qui permet à tous les travailleurs de s'élever plus haut, et que, plus ou moins rapide, la marche en avant est néanmoins certaine, les arts ont au contraire des allures tout à fait irrégulières, les travaux ne s'ajoutent plus les uns aux autres, les décadences sont fréquentes; une période féconde en talents est parfois suivie d'une autre complétement stérile.

De là, pour un peuple, un intérêt toujours nouveau à préciser le point où il se trouve dans cette manifestation spéciale de son génie dont le succès importe tant à sa gloire.

Cette étude doit préoccuper surtout la France, qui, médiocre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment partagée au point de vue des matières premières, a trouvé dans son génie artistique la source d'amples dédommagements.

Bien qu'à toutes les époques, l'art ait toujours le même but, les formes sous lesquelles il se manifeste changent avec l'état des sociétés. Les conditions dans lesquelles il doit s'exercer aujourd'hui ne sont plus les mêmes que celles qu'il rencontrait aux époques où il a brillé du plus vif éclat. Si de nos jours, en effet, la richesse générale a augmenté, elle s'est surtout diffusée; il y a peut-être aujourd'hui moins de très-grandes fortunes qu'autrefois, mais il y a un bien plus grand nombre de fortunes médiocres; aussi le goût des belles choses étant resté le même que jadis, il a dû se reporter davantage sur les œuvres d'un prix peu élevé et par suite sur celles qui sont du domaine de l'industrie et peuvent être livrées à bas prix. Le fabricant, armé de moyens mécaniques, a pris une place de plus en plus importante; l'œuvre originale et sa haute valeur devenant inabordables pour le plus grand nombre, les moulages, les reproductions de toutes sortes, les imitations en métaux vulgaires des métaux précieux, etc., sont devenus l'objet d'importantes industries.

Il y avait certes à craindre dans cette vulgarisation, un abaissement; en élargissant sa base l'art pouvait ne plus atteindre à la même hauteur, la statue pouvait descendre à la figurine, le tableau à l'enluminure; c'est sans doute ce qui aurait eu lieu si les progrès des sciences n'avaient donné des procédés précis, mathématiques et peu coûteux de copier les chefs-d'œuvre; les réductions des belles statues antiques ou modernes, la reproduction par la photographie des gravures des maîtres, a ainsi empêché la propagation des médiocrités; mais c'est surtout la diffusion du goût dans une nation, due à bien des causes que nous aurons à analyser, qui maintient la production industrielle à un niveau suffisamment élevé.

Toutes ces questions, relatives à l'art industriel, que nous avons vues tout récemment grandir et prendre la place qui leur appartient, se présenteront naturellement à notre examen en passant en revue l'immense quantité d'objets d'art réunis pendant l'Exposition à Kensington.

Nous n'avons pas l'intention, dans la revue rapide que nous allons faire, de décrire avec détail tous les objets intéressants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui y étaient accumulés; le but que nous voudrions atteindre est plus élevé : nous voudrions dégager de nos études la tendance de l'art industriel pendant ces dernières années, reconnaître les résultats des efforts qu'ont faits les diverses nations représentées à Kensington pour arriver au premier rang, indiquer si elles ont atteint, égalé ou dépassé la France, dont la supériorité avait été nettement constatée en 1851 et 1855, chercher à quelles causes on peut attribuer les progrès accomplis, en déduire enfin la direction dans laquelle il convient à la France de marcher.

A ces questions se rattachent les plus beaux succès de notre industrie, l'espoir de plus grands encore dans l'avenir, si nous savons maintenir notre position en présence de l'accroissement général des richesses dans le monde entier. Pour être traité avec tout le développement qu'il mérite, ce sujet exigerait des études spéciales longtemps prolongées; aussi ce n'est pas sans crainte et sans réclamer l'indulgence du lecteur, que nous essayons de soulever le lourd fardeau que la direction des *Annales*, présumant trop sans doute de nos forces, a bien voulu nous confier.

I. — OBJETS D'AMEUBLEMENT.

Tandis que le peintre, le statuaire, doit avoir pour unique préoccupation de rapprocher son œuvre du type idéal de beauté qu'il a en lui, tandis que l'artiste doit s'efforcer seulement d'impressionner vivement le spectateur non pas en reproduisant littéralement la nature, mais en lui transmettant par son œuvre les sentiments qui l'ont animé lorsqu'il l'a conçue, l'émotion qu'il a éprouvée en interprétant le thème que la nature lui fournit; le dessinateur chargé de composer un meuble, l'architecte qui trace le dessin de cette petite construction, ne doivent donner à la beauté de l'ornementation qu'une importance secondaire.

L'objet dessiné a d'abord un emploi bien déterminé auquel il doit satisfaire le plus complétement possible; sa principale beauté résidera dans sa parfaite convenance, dans la réunion de toutes les qualités matérielles qu'on exige de lui, et il s'approchera d'autant plus de la perfection qu'il se prêtera mieux aux usages auxquels on le destine. Avant d'être gracieusement sculpté, un siége

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être solide, on y doit être assis à l'aise; le dos creusé, légèrement renversé, doit soutenir la personne assise même lorsqu'elle s'abandonne, lui permettre de s'appuyer sans la repousser inhumainement, ainsi qu'il arrive dans les meubles rectilignes de l'Empire; une bibliothèque doit pouvoir contenir des livres et n'être pas tellement surchargée d'ornements qu'il ne reste aucune place pour y caser des volumes; il faut enfin pouvoir placer sur un buffet, des faïences, des porcelaines, des pièces d'orfévrerie; la sculpture ne doit être que l'ornement, et non le principal.

D'après le motif précis qui détermine le squelette de son œuvre, l'artiste imagine les ornements, tantôt il les prodigue à pleines mains, tantôt au contraire il ne les distribue qu'avec parcimonie, se guidant sur la richesse du sujet qu'il doit traiter; de même que sur un thème simple le compositeur trouve mille variations, de même aussi le dessinateur invente un grand nombre de combinaisons différentes pour orner son sujet.

Aucune industrie n'exige le concours d'un plus grand nombre de talents que celle de l'ameublement; l'architecte donne le plan, l'ensemble de l'objet à exécuter; les sculpteurs sur bois, les ornemanistes traduisent sa pensée; l'ébéniste réunit les différentes parties du modèle, découpe les bois aux couleurs variées en panneaux de marqueterie, et s'adjoint pour rehausser son travail, le fondeur de bronze, le doreur, le tailleur de pierres fines qui égaye les teintes un peu tristes du bois de ses minéraux polis et brillants, le peintre sur porcelaine, le faïencier, l'émailleur sont enfin quelquefois mis à contribution.

Si le meuble est un siége, l'aide de nouvelles industries est encore nécessaire; la fabrication des étoffes prend le premier rang; la soie, le velours, les tapisseries sont mises en œuvre, dans d'autres cas enfin l'ébéniste demande à la tannerie ces maroquins unis ou repoussés si agréables pour les siéges d'un fréquent usage.

On voit combien d'éléments divers entrent dans la confection d'un beau meuble; pour qu'il arrive à toute sa perfection, l'art et l'industrie doivent se donner la main, au plus grand profit du pays qui réussira dans cette importante fabrication.

Les ébénistes français ont su, jusqu'à présent, conserver le premier rang, mais les autres nations, l'Angleterre notamment, reconnaissant que si elle était placée à la tête de toutes les fabri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cations qui s'adressent aux masses; que si ses puissantes usines lui permettaient de livrer à des prix plus bas que les nôtres les objets de grande consommation, nous nous étions réservé la clientèle du luxe, s'est efforcée de nous la ravir, elle a cherché à organiser puissamment chez elle la production de l'ébénisterie artistique; aussi son exposition est-elle fort importante et mérite-t-elle un examen sérieux.

§ I. *Meubles anglais.* — La lutte a été surtout engagée entre les meubles de luxe. On comprend en effet que dans l'ébénisterie commune, l'artiste ne puisse que médiocrement développer son talent, et qu'on ait préféré montrer les pièces de haut prix, où toutes les ressources de l'art ont pu trouver libre carrière.

Quand on se promène dans l'Exposition, on a aujourd'hui quelque peine à distinguer la nationalité des personnes qu'on y rencontre, et si quelques mots échappés à une conversation ne viennent pas servir de guide, on peut confondre Anglais, Français, Allemands, Italiens et Espagnols. A mesure que les peuples se voient, se fréquentent, s'observent, ils s'identifient; il y a vingt ans, un Anglais passant sur les boulevards faisait détourner toutes les têtes, aujourd'hui on ne le reconnaît plus, à moins d'un examen attentif. En cherchant bien, on trouvera presque toujours, cependant, dans la toilette des femmes ou dans celle des hommes, quelque particularité capable de mettre sur la voie.

Il en est de même dans l'industrie dont nous nous occupons. Au premier aspect les meubles anglais diffèrent peu des nôtres, en y regardant de plus près, cependant, on ne tarde pas à reconnaître leur nationalité à un peu de roideur, à une ornementation malheureuse, à une mauvaise disposition que nos ébénistes auraient certainement su éviter. On le reconnaît aussi parfois, à leur aspect confortable, si on peut s'exprimer ainsi, à leur fabrication solide, à leur carrure; souvent ils répondent mal à nos goûts d'élégance et de distinction; mais il faut leur reconnaître les qualités qui les rendent parfaitement propres à l'emploi auquel on les destine.

Les exposants anglais, en partie parce qu'ils avaient plus de place pour se développer que les nôtres, mais surtout parce qu'ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

savent apprécier à sa valeur l'intervention d'architectes instruits, d'habiles dessinateurs, ont pu montrer des panneaux de grandes dimensions indiquant l'ensemble de la décoration d'un appartement.

MM. Pardie, Cowtan et Cie ont exposé un panneau de salle à manger composé de trois compartiments; le centre est occupé par une cheminée monumentale, de chaque côté se trouvent deux grands portraits encastrés dans la boiserie; le ton général, un peu sombre, est agréable et ne déplaît pas dans une salle à manger dont le point lumineux doit être la table, qui paraîtra d'autant plus brillante, animée, joyeuse, que la salle elle-même aura conservé un aspect plus doux. Peut-être pourrait-on blâmer, dans l'œuvre de MM. Pardie, Cowtan et Cie, comme manquant à cette règle, les dorures des panneaux inférieurs, un peu trop brillants.

Nos cafés parisiens, écrasants d'une dorure excessive, ornés de peintures quelquefois passables, nous ont rendus sévères pour les salons qui cherchent une ornementation dans le même sentiment; les panneaux blancs, très-dorés, très-couverts d'ornements de M. Crau ne nous paraissent pas à l'abri de quelques reproches.

La fabrication des ornements en papier mâché a pris en Angleterre comme chez nous une importance d'autant plus grande que le désir d'avoir des appartements luxueux s'est plus répandu dans les classes moyennes. Nous avons remarqué surtout, dans ce genre les ornements Louis XV, qui couvrent la porte exposée par M. Brown; ils sont assez purs de style, bien que peut-être encore un peu lourds.

Le caoutchouc et la gutta-percha se prêtent chaque jour à quelques nouvelles applications. La société qui en Angleterre a monopolisé l'emploi de ces sucs végétaux, a exposé quelques moulures, quelques panneaux ornés de natures mortes en relief obtenues avec la gutta-percha; l'effet est assez gracieux, toutefois la couleur dont les objets sont revêtus ne rappelle qu'incomplétement la teinte du bois. Cette innovation est importante, cependant; car la gutta-percha portée à une température de 70 à 80° est très-plastique et permet d'obtenir des moulages d'une grande finesse.

Si nous jugeons des salons de lord Ellesmere par son admi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rable galerie de tableaux, qui contient des chefs-d'œuvre comme un musée national, dans laquelle on admire surtout la délicieuse *Vénus à la coquille* du Titien et un portrait de Rembrandt aussi beau que ceux que nous avons au Louvre, si, disons-nous, ses salons sont aussi riches que sa galerie, la grosse console qu'il a commandée à M. Morand n'y sera peut-être pas déplacée. A l'Exposition elle paraît un peu écrasante de dorure, les chimères qui la décorent sont un peu lourdes, les ornements qui couvrent les pieds droits de l'extrémité sont d'un goût douteux, mais ce meuble, qui ne produit qu'un effet peu agréable quand il est placé dans une salle d'Exposition, reprendra peut-être une valeur toute différente quand il occupera dans un salon la place qui lui est réservée.

Une des grandes difficultés d'appréciation qu'on rencontre en effet dans une Exposition est précisément de ne voir aucun des objets à la place qu'il doit occuper; la décoration d'un salon, d'un cabinet, est un ensemble; qu'on en détache un fragment, qu'on l'expose au milieu d'autres objets, il se pourra très-bien que toute son harmonie soit détruite, qu'il paraisse lourd, de mauvais goût, tandis que soutenu par les autres parties de la pièce, il pourrait ajouter à l'harmonie générale.

MM. Wright et Mansfield ont exposé une bibliothèque basse, à hauteur d'appui, dessinée dans le style qui florissait au dix-huitième siècle en Angleterre; elle est d'un bon aspect, les cuivres qui l'ornent sont de bon goût, une série de médaillons encastrés dans l'attique donne à l'ensemble un nouvel intérêt. Ce meuble, heureusement combiné, surmonté d'œuvres d'art d'une véritable valeur occuperait fort heureusement l'un des panneaux du cabinet d'un riche amateur. Nous avons cru devoir mettre sous les yeux du lecteur une reproduction de la bibliothèque de MM. Wright et Mansfield (*fig.* 1), non-seulement à cause des estimables qualités qui la distinguent, mais à cause de son caractère original; c'est une œuvre bien anglaise et qui ne rappelle en rien notre goût actuel.

MM, Wright et Mansfiel exposaient encore une console dorée, ornée de médaillons de Wedgwood, à figures blanches sur fonds bleu clair, le tout d'un effet nouveau et harmonieux. Ces fabricants nous paraissent mériter d'autant plus d'être placés au premier rang, que leurs œuvres ont, nous le répétons, un caractère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propre, qu'elles ne sont pas l'imitation de ce qui est convention-nellement reçu comme beau aujourd'hui.

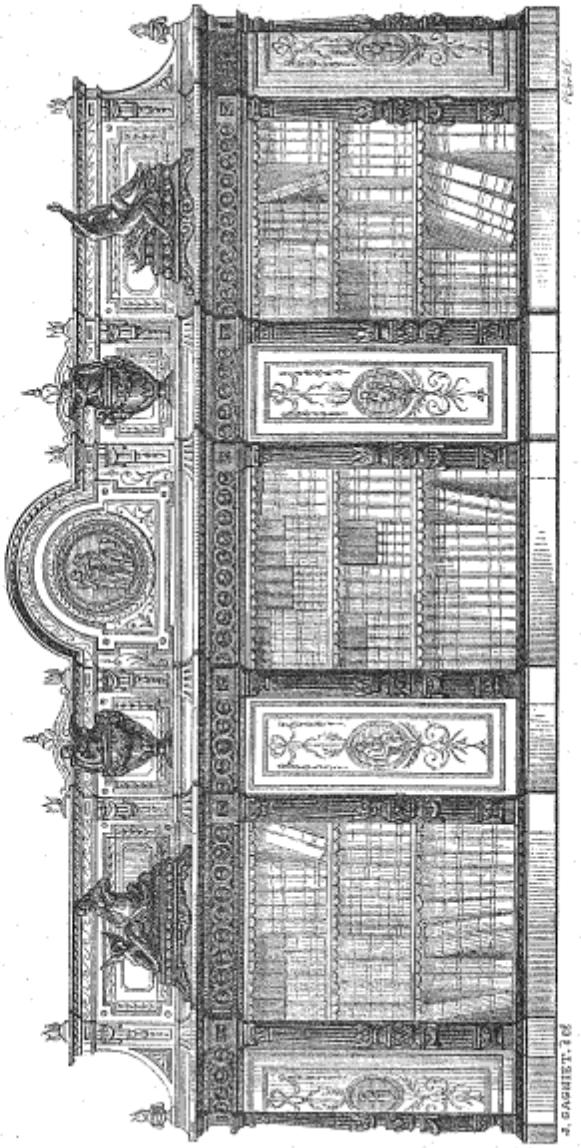


Fig. 1.

Le buffet de salle à manger de M. James Lamb, de Manchester, en poirier, ressemble beaucoup à nos meubles du faubourg Saint-Antoine; la sculpture qui l'orne est bien traitée : des deux côtés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une glace d'un ovale désagréable cependant, sont placées deux figurines symbolisant l'une la moisson, l'autre la vendange.

L'œuvre la plus remarquée de l'Exposition anglaise est un buffet de chêne destiné à une salle à manger de château. Il est dû à MM. Jackson et Graham, et on lui a fait les honneurs du transept. Ce meuble est un de ceux qui doivent plaire davantage à un Français; car, bien que né en Angleterre, il le paraît être de parents français, tant il a le caractère du faubourg Saint-Antoine.

Deux cariatides, la chasse et la pêche, sont placées de chaque côtés de la glace du milieu; ce sont deux statues en bois de demi-grandeur, qui, fort bien traitées, ont exigé l'intervention d'un véritable artiste sculpteur. La chasse est peut-être d'un mouvement plus heureux, plus indépendant que sa sœur. Les panneaux du bas, très-ornés, portent au centre des ovales renfermant des amours; l'un symbolise la moisson, et l'autre, cueillant des grappes à un cep, rappelle cette fête inconnue à l'Angleterre, mais si chère à la France, la joyeuse vendange.

L'ensemble, toutefois, serait un peu triste s'il n'était réveillé par trois grandes glaces dans lesquelles se refléteront les lumières du festin ou les gerbes de fleurs qu'on aime à accumuler dans les riches résidences d'été.

L'armoire que MM. Jackson et Graham exposent encore dans le transept est aussi digne d'attention; les deux panneaux latéraux portent des bouquets de fleurs en marqueterie parfaitement bien exécutés, d'une légèreté charmante; leur couleur générale est excellente, riche et harmonieuse à la fois, mais la discordance n'est pas loin; ces beaux bouquets, ces fleurs délicates, ces branchages qui serpentent amoureusement entourent, hélas, deux petites glaces ovales d'une forme désolante et que jamais en France on n'eût acceptée.

La marqueterie des meubles anglais est en général très-bien réussie; on pourra s'en faire une idée en examinant le buffet-étagère dont nous donnons un dessin, et qui est encore dû à MM. Jackson et Graham. Outre la beauté de la matière première, on y peut remarquer l'excellence du travail; après l'avoir admirée dans l'armoire à glace de MM. Jackson et Graham, dans leur buffet-étagère, nous pouvons encore l'apprécier dans un buffet de salon, en bois de rose, exposé par M. Brunswick,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui présente (*fig.* 2), dans le panneau du centre, un vase d'une forme agréable d'où s'échappent des fleurs s'épanouissant en une gerbe gracieuse.

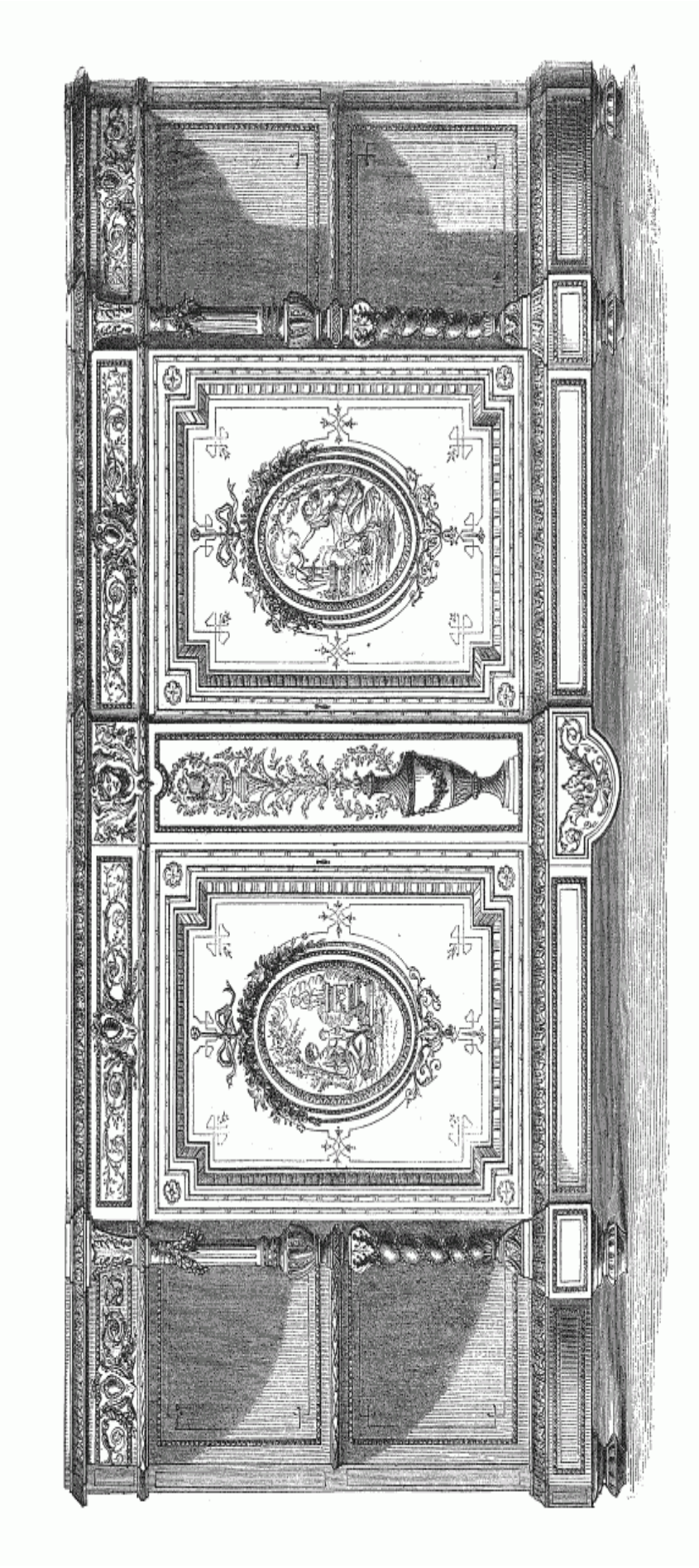
L'ensemble de l'Exposition anglaise est certainement supérieur à ce que nous avions vu jusqu'à présent. La partie technique de l'ébénisterie est bien traitée; les meubles sont bien faits, c'est là un premier triomphe; toutefois on arrive plus facilement à avoir des ouvriers habiles qu'à rencontrer des dessinateurs d'un goût excellent, capables de composer un ensemble harmonieux et original; aussi cette dernière qualité est-elle rare dans l'Exposition anglaise.

L'imitation française y est souvent évidente; la meilleure pièce, nous l'avons dit, est sans doute le buffet de chêne de MM. Jackson et Graham, et il semble avoir été dessiné et exécuté par des artistes français. Il y a sans doute quelques meubles bien anglais; mais, sauf quelques exceptions déjà signalées, auxquelles nous ajouterons encore le meuble de chambre à coucher en érable de MM. Bird et Hulle, d'une grande fraîcheur; beaucoup sont défectueux, ils appartiennent à la génération antérieure à celle qui s'occupe aujourd'hui d'art industriel en Angleterre. Ce sont des fauteuils ou des chaises qui ne laisseront pas approcher une dentelle sans la mettre en pièces, tant ils sont hérissés de feuilles pointues, tant le bois est fouillé de tous côtés. C'est encore ce singulier fauteuil, destiné sans doute à un riche éleveur de bétail qui ne peut vivre sans être entouré de ses animaux; le dossier est une tête de bœuf en bois sculpté, les cornes naturelles, placées un peu à l'envers, forment les bras, enfin le siége est couvert par la peau de la bête.

En résumé, il y a un grand progrès dans l'Exposition anglaise, mais un progrès limité encore aux premières maisons qui fabriquent des meubles d'un haut prix. Il n'est pas douteux, qu'avec les facultés d'organisation des industriels anglais et le magnifique débouché qu'offre une classe riche et nombreuse dont le goût s'épure chaque jour, les œuvres distinguées ne se multiplient.

§ 2. *Meubles allemands, italiens, espagnols, etc.* — L'ébénisterie allemande n'est représentée cette année que par quelques meubles dont personne ne pourra nier la nationalité; à coup sûr,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jamais le Français le plus original, l'Anglais le plus excentrique ne les auraient inventés.

Les Allemands sont décidément des chasseurs infatigables; nous aimons, en France, après ces journées joyeuses et pénibles que nous passons à courir au grand air, à trouver de larges fauteuils moelleux; nos voisins d'outre-Rhin sont plus rigides : ils ne se contentent pas de mettre à mort cerfs et chevreuils, ils veulent encore employer leurs bois à construire leur mobilier; de là des pièces toutes hérissées d'andouillers pointus d'un aspect inquiétant. — Les tables, les chaises, les fauteuils sont en bois de cerf; de tous côtés se dressent des andouillers menaçants; on n'est pas rassuré, et, malgré la fatigue, on hésiterait à s'asseoir sur la peau de daim qui couvre les siéges.

Plus loin, un autre amateur de chasse a fait construire un lustre pour rappeler ses exploits; sur le large cercle qui doit supporter les lampes sont fixées, à l'extrémité de deux diamètres perpendiculaires entre eux, quatre têtes de chevreuil; au-dessus se trouvent quatre têtes de lièvre; enfin, le tout est surmonté par un émouchet qui plane, les ailes déployées.

Je ne voudrais pas traiter l'Exposition allemande avec trop de sévérité; on me pardonnera cependant de rire encore du fameux lit à baldaquin que la ville de Brême a envoyé à Kensington. Tous les voyageurs gardent une juste rancune aux lits allemands, et puisque, par hasard, nous pouvons leur être un peu désagréable, nous n'y manquerons pas. Ce n'est pas une attaque, ce n'est qu'une revanche. Je n'ai rien à dire du lit lui-même; s'il ressemble à ses confrères, il doit entrer quelques planches dans ses matelas. Ce que j'ai admiré surtout, c'est l'invention ingénieuse employée pour soutenir les rideaux; au chevet et au pied s'élèvent jusqu'à une hauteur convenable, des piles de gros coussins, elles supportent pour couronnement, un mannequin de grandeur naturelle, richement habillé, qui étendu à plat ventre, étend délicatement la main pour relever les rideaux.

Il n'est pas douteux qu'on fasse d'autres meubles que ceux-là en Autriche et en Prusse; mais il faut reconnaître que l'Exposition de Londres ne donne aucune idée de cette industrie.

En Russie, nous avons pu trouver des objets d'un meilleur style, la marqueterie y est surtout parfaitement traitée; mais si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous revenons en Danemark, nous trouverons encore un meuble pour le moins singulier.

Les peuples du Nord aiment les fleurs ; dans les villes de l'Allemagne septentrionale, on voit presque toujours grelottant derrière les vitres quelques plantes étiolées cherchant en vain un chaud rayon de soleil. C'est un goût charmant et que personne ne partage plus que nous ; mais pousser cette passion jusqu'à prétendre à s'asseoir sur une rose, c'est de l'exagération. Nous avons vu cependant, dans l'Exposition du Danemark, un fauteuil d'un rose vif, dont les saillies simulaient les pétales de la reine des fleurs; les feuilles, avec leurs nervures parfaitement imitées, forment le dossier et les bras..... Espérons qu'on aura omis les épines.

Ce sont là des erreurs fâcheuses que l'Espagne ni l'Italie n'ont commises. Leur ébénisterie, beaucoup mieux traitée, est encore un peu lourde, cependant ; les meubles en laque tout ruisselants de bronzes dorés y abondent.

Nous ferons exception, toutefois, pour un joli cabinet en ébène, avec incrustation d'ivoire ; deux figures, l'une du Dante, l'autre du Tasse décorent les panneaux. Le tout est certainement d'un bon sentiment. Grâce aux efforts de quelques fabricants et au grand nombre de sculpteurs habiles que compte l'Italie, on doit bien augurer des progrès qui ont déjà placé en 1862, les meubles de ce pays en avant de ceux de tous les autres sauf la France et l'Angleterre. Les mosaïques de pierre dure de Florence ont aussi un grand charme ; celles de M. Barbensi ont notamment une véritable valeur.

La Turquie n'a guère exposé en ébénisterie que ces tabourets recouverts de nacre disposée en damier qui servent plutôt de tables que de siéges, car les Orientaux préfèrent s'étendre sur ces beaux tapis qu'ils savent si bien nuancer de tons doux, rabattus et harmonieux.

L'ébénisterie française n'a donc jusqu'à présent, cet examen rapide le démontre complétement, pour rivale sérieuse que l'ébénisterie anglaise. C'est vers la cour française qu'il faut nous diriger maintenant pour apprécier les œuvres remarquables qu ont été exposés cette année à Kensington.

§ 3. *Meubles français.* — L'érudition peut-elle, dans le do-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maine des arts, nuire à l'inspiration? On le croirait en étudiant notre architecture actuelle, dans laquelle trop souvent les réminiscences remplacent les idées originales. Nous savons refaire une cathédrale gothique, un palais de la Renaissance, un boudoir Louis XV; nous avons plus de peine à composer une œuvre ayant un caractère propre. Cette pauvreté d'imagination que montrent nos architectes se retrouve dans l'ébénisterie, et les meilleurs meubles que nous faisons aujourd'hui sont des pastiches de la Renaissance, de Louis XV ou de Louis XVI.

Ils diffèrent toutefois assez des originaux, pour qu'il soit possible de les en distinguer. Quand une époque en imite une autre, elle l'interprète plutôt qu'elle ne la copie servilement, mais il faut que quelques années se soient écoulées pour qu'on puisse bien reconnaître en quoi l'imitation diffère de l'original. Les meubles de l'Empire avaient sans doute la prétention d'être une copie de l'antique; ils en diffèrent cependant assez pour que la confusion soit impossible. Nos imitations de la Renaissance et du Louis XVI ont de même, sans que nous le voyions nettement aujourd'hui, un caractère spécial qui permettra un jour aux connaisseurs de les reconnaître facilement.

En général, la composition des meubles exposés à Kensington est plus sage que celle des objets réunis dans le Panorama en 1855. Dans son désir d'utiliser la sculpture sur bois dans laquelle nos ébénistes font chaque jour de nouveaux progrès, on avait, en 1855, dépassé le but; l'ornementation n'était plus restée à sa place d'accessoire. Elle envahissait de tous côtés, ne laissant plus aux objets leur destination primitive; c'est alors que nous avons vu notamment quatre figures presque de grandeur naturelle assises sur un buffet de salle à manger, l'obstruant, rendant son abord difficile; c'était là évidemment une exagération de mauvais goût. Nos sculpteurs ne sont pas moins habiles qu'il y a sept ans; mais ils sont moins ambitieux.

M. Ribailler a exposé plusieurs figurines demi-nature destinées sans doute à une armoire à fusils; la chasse, la pêche, sont symbolisées par de jeunes hommes en costume moyen âge, dans une bonne attitude. Ce sont de véritables statues; elles ne rentrent dans l'ébénisterie que par la matière employée.

L'armoire en ébène de M. Grohé est beaucoup plus simple; cette simplicité en fait le charme. Elle est bien conçue, bien des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sinée, d'un très-bon style ; c'est un des meubles qui ont réuni, à l'Exposition, le plus de suffrages. — Le petit buffet en bois de rose, du même ébéniste, est du plus pur style Louis XVI : les cuivres qui l'ornent sont du meilleur goût; ces petits meubles de luxe sont infiniment plus jolis que les buffets de laque qui ont été à la mode dans ces dernières années ; ils ont une beauté plus douce, plus pénétrante ; ils n'ont pas cette richesse un peu altière, un peu brutale de leurs rivaux. J'en indiquerai le genre en reproduisant ici une commode de même style, envoyée par le même fabricant à l'Exposition de 1855.

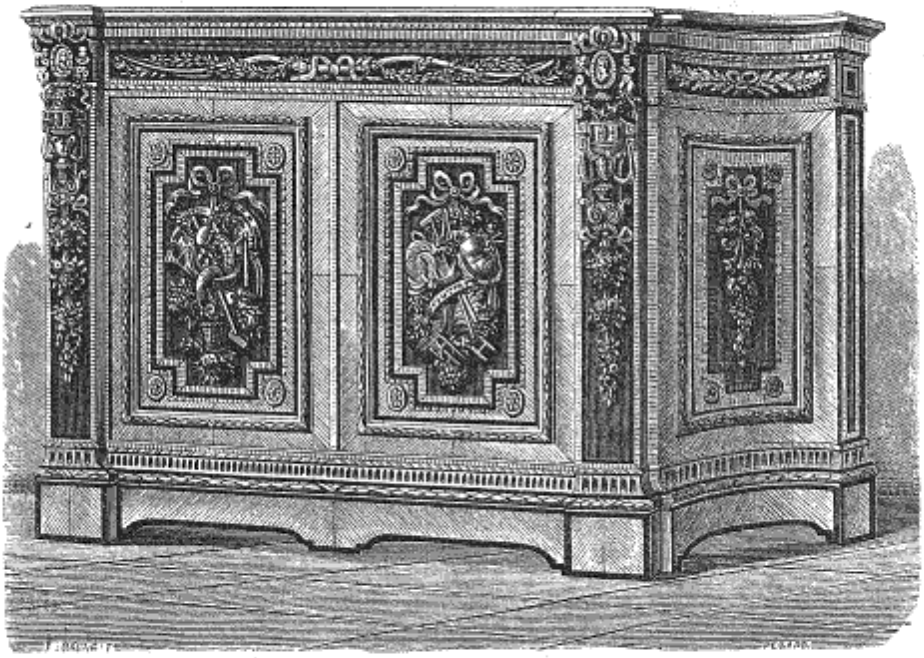


Fig. 3.

La bibliothèque de M. Kneicht est fort jolie. La figure de l'étude qui occupe la partie supérieure harmonise bien ses ailes avec les détails de l'entablement; nous lui trouvons, cependant, un grave défaut : c'est un meuble dans lequel il est impossible de mettre des livres; l'ornement y prend une place exagérée.

M. Chaix a exposé une armoire en ébène de forme ovale. Elle est destinée à renfermer des curiosités, et elle doit se placer au milieu d'une pièce, de façon qu'il soit possible d'admirer, sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les faces, les objets d'art qu'elle doit renfermer. Sa couleur sombre, sans aucune dorure extérieure, fera valoir les richesses qu'on y enfermera.— Ce meuble est à deux corps, la partie supérieure seule est vitrée, les panneaux inférieurs sont pleins, quatre figures allégoriques occupent les montants supérieurs, elles symbolisent la poésie, la musique, l'architecture et le dessin. Rien de mieux, mais que vient faire au couronnement Romulus et sa louve ? Je ne sache pas que ce héros à moitié fabuleux ait jamais encouragé les arts. Nous étions dans les symboles, pourquoi ne pas continuer et couronner ce joli meuble avec une figure représentant l'art ou l'étude?

La grande bibliothèque en ébène de MM. Jeanselme et Gaudin, est une œuvre excellente. La pureté des lignes, l'ornementation obtenue par des champlevés exécutés avec une grande fermeté, produisant des parties mattes au milieu d'autres polies, est d'un goût parfait.

L'exposition de M. Fourdinois, un des ébénistes qui soutiennent le plus haut notre drapeau, est fort importante. Sa cheminée monumentale en marbre vert et en bois a de grandes qualités ; mais elle a un petit voisin qui lui fait tort.

Je crois que tout le monde est d'accord pour considérer le cabinet de M. H. Fourdinois fils comme l'un des meilleurs meubles de l'Exposition.

Il est en ébène, à deux corps, le bas est d'ordre ionique, les colonnes un peu fluettes comme on les aimait sous la Renaissance, sont cannelées ; entre elles se trouve un panneau finement sculpté représentant l'enlèvement de Proserpine ; le corps supérieur est d'ordre corinthien et très-délicatement incrusté de lapis-lazuli et de jaspe sanguin ; sur les panneaux de la porte du milieu sont figurés Diane et Apollon, d'après Jean Goujon ; les panneaux latéraux s'ouvrent pour laisser voir des tiroirs fort joliment incrustés d'ivoire.

Tout cela est d'un goût sobre, sévère, d'un sentiment parfait. C'est une imitation faite avec tant de soin, tous les détails sont si parfaitement traités, qu'il est douteux qu'on ait jamais fait mieux. Trois jours après l'ouverture de l'Exposition, ce meuble était vendu à un orfévre de Londres ; il vaut 30,000 francs.

Nous donnons ici le dessin de ce véritable chef-d'œuvre, début d'un jeune homme qui aurait pu aspirer à la grande sculpture,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

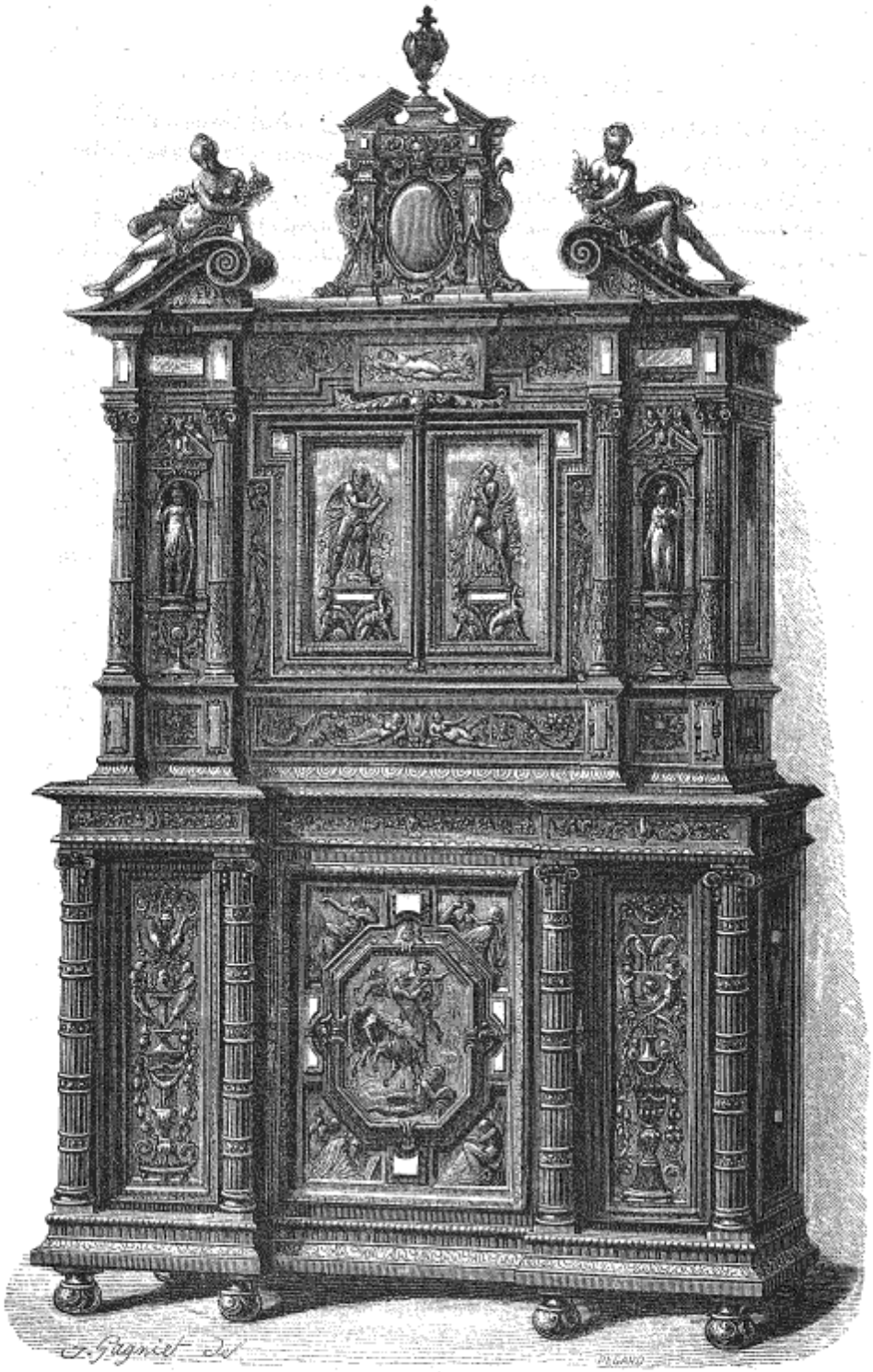


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si la réputation justement acquise par son père dans l'ébénisterie d'art ne l'avait retenu sur un théâtre plus modeste où les victoires cependant ne sont pas sans gloire.

L'armoire qu'a construite M. Barbedienne pour le vice-roi d'Égypte est dans un tout autre style; elle est d'une excessive richesse, l'ébène employé à sa construction étant presque partout recouvert d'argent, la finesse des détails ne le cède en rien à la beauté de l'ensemble; les cariatides qui supportent le corps sont bien modelés, les petites figurines empruntées à Jean Goujon qui ornent les côtés ont toute l'élégance qui caractérise ce maître, le couronnement est du goût le plus pur. Exposé ailleurs que chez M. Barbedienne, ce beau meuble aurait peut-être été plus admiré..... Mais la galerie de ce fabricant est si riche, si remplie d'objets intéressants, qu'ils se nuisent les uns aux autres. Trop de richesse a parfois son inconvénient.

Nous avons dit que plusieurs de nos exposants s'étaient efforcés d'imiter les beaux meubles de Boulle. Une de ces imitations les plus heureuses est due à M. Roux. Ses meubles de marqueterie rehaussés de dorure, sont d'un goût parfait; l'un d'entre eux est une des œuvres les plus charmantes de l'Exposition.

§ 4. *Tapisseries. Papiers peints. Mosaïques.* — Lorsqu'il a été question du traité de commerce avec l'Angleterre, on a cru un instant qu'il allait y avoir en France une véritable invasion de tapis anglais; on le craignait, sans doute, avant de les avoir vus. Les tapis anglais sont bon marché, mais inférieurs en général à ceux fabriqués en France comme objets de luxe.

Il n'y a, en effet, aucune comparaison à établir entre nos beaux tapis et ceux de nos voisins. Non-seulement, ils n'atteindront jamais les Gobelins ou Beauvais, mais ils sont à une distance énorme d'Aubusson et de Neuilly. Les fabricants anglais ne paraissent même pas se soucier de s'engager dans la voie où nos manufactures rencontrent d'éclatants succès; ils ne semblent apprécier les tapisseries de nos manufactures impériales qu'au point de vue de la difficulté vaincue. Elles ont un autre mérite, cependant, si l'on veut bien, comme on y tend aujourd'hui, les considérer non comme œuvre d'art proprement dite, mais seulement comme décoration d'un meuble ou d'un panneau.

J'accorde qu'il n'y ait pas grand intérêt à reproduire avec de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la laine un tableau du Titien ; on fait ainsi un travail très-remarquable sans doute, mais d'un prix excessif et toujours inférieur à l'œuvre primitive, si la tapisserie, toutefois, renonçant à lutter avec la peinture, reprend son véritable rôle de tissu destiné à l'ornementation, je ne comprends plus le peu de cas qu'en font nos voisins d'outre mer.

Les natures mortes, d'après Desportes ou d'après Mignon, exposées par nos manufactures impériales, la dernière surtout, ne sont-elles pas des chefs-d'œuvre d'ornementation? La peinture n'aura jamais, il faut le reconnaître, cette douceur, ce moelleux d'aspect qu'offre la tapisserie, et, si nous descendons plus bas encore, qui égalera jamais, pour couvrir un fauteuil ou un canapé, ces délicieuses fleurs exposées par Beauvais et par Aubusson ? Quoi de plus gracieux que ces fonds vert clair sur lesquels se détachent des guirlandes de fleurs d'une fraîcheur adorable? Si notre ébénisterie est la première du monde, c'est en partie parce qu'elle peut s'aider des merveilles de nos tapisseries ou de nos soieries de Lyon. Les meubles dorés couverts de tapisseries exposées soit par nos manufactures impériales, soit par Aubusson et Neuilly, sont des merveilles. Jamais le luxe n'a rien inventé de plus riche et en même temps de plus beau.

Et si l'on voulait opposer quelques productions à celles que nous louons aujourd'hui, ce serait dans le passé qu'il faudrait remonter; si Beauvais de 1862 peut être vaincu, ce sera sans doute par l'ancien Beauvais, celui du quinzième ou du seizième siècle, qui nous a laissé de ses travaux les magnifiques spécimens qu'on peut voir à l'Hôtel de Cluny. Si belle que soit notre exposition de tapisserie, il faut bien avouer qu'elle ne renfermait aucune œuvre aussi magistrale que l'*Histoire de David et de Bethsabée*, exécutée sous le règne de Louis XII, par les manufactures flamandes.

Il ne faut essayer cependant, que ce qu'on peut complétement réussir. Nous avons donc regretté vivement qu'on eût placé sur le transept, à l'entrée de la cour française, plusieurs tapisseries à personnages d'une exécution très-imparfaite. Si les manufactures qui les ont composées, au lieu de vouloir atteindre à la grande tapisserie à personnages et de nous montrer des figures mal dessinées, d'une couleur criarde, se contentaient de reproduire des fleurs, des fruits, des ornements, elles arriveraient certainement à de meilleurs résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux tapis de pied, ce n'est pas encore en France qu'on réussit le mieux. Ce que nous faisons est cependant supérieur à ce que produisent les Anglais, si nous en jugeons, du moins, par ce que nous avons vu dans les salons de quelques grands seigneurs. Mais la palme appartient encore aux tapis de Perse, et même aux imitations que produisent les villes du Levant, notamment Smyrne. Quelle harmonie dans l'ensemble, quelle grâce et quelle richesse dans les dessins! Voilà d'admirables modèles à reproduire!

L'heureuse tendance que nous avons signalée dans l'ébénisterie se reproduit dans les papiers peints. En 1855, l'industrie, toute fière de son habileté, a voulu lutter avec l'art proprement dit; là n'est pas son rôle, cependant. Un papier peint est une décoration, ce ne doit pas être un tableau. Ainsi, nous avons eu beau voir avec plaisir, dans le Panorama, le tableau de M. Couture qui représente une scène du carnaval, nous n'approuvions pas ce défi donné à la peinture. Cette année, à Kensington, nous n'avons plus d'essais aussi compliqués; nous y avons vu encore, cependant, un paysage très-fin de tons, très-bien modelé, d'un fort joli aspect, peut-être encore plus peinture que décoration; mais les grands sujets à personnages ont disparu.

Il n'est que juste de dire que les Anglais ont fait dans cette industrie des progrès importants; sans atteindre à aucun essai de production analogue à celle dont nous parlons, ces progrès coïncident avec l'adoption de moyens mécaniques impropres à la création d'œuvres d'un ordre un peu élevé au point de vue de l'art.

Une des plus belles ornementations qu'on puisse mettre sur les murs d'une église, sur le pavé d'un monument, c'est la mosaïque. nous avons déjà cité les beaux exemples qu'a montrés l'Italie; la Russie a aussi exposé plusieurs grandes mosaïques dans le genre byzantin, d'un très-bon style. Le Saint Nicolas couvert de ses ornements religieux, destiné à l'église Saint-Isaac, est du plus grand effet, et constitue une admirable décoration. Ce sont surtout les sujets religieux qu'affectionnent les artistes russes; les peuples pauvres, courbés sous le joug, sont pieux; ils n'ont d'espérance qu'au ciel.

Conclusion. — Nous l'avons dit plus haut, aucune industrie n'exige un concours plus nombreux de matières différentes que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ameublement. Or, malgré les efforts tentés par les nations qui ont exposé leur ébénisterie à Kensington, aucune ne peut montrer des produits remarquables dans toutes les branches de travaux dont le concours est nécessaire pour conduire à bien la fabrication d'un meuble remarquable.

Nos sculpteurs sur bois, parmi lesquels on compte de véritables artistes, aidés, conseillés, guidés par nos architectes et nos statuaires, n'ont pas de rivaux à l'étranger, et, quand on veut lutter contre eux, on n'y arrive le plus souvent qu'en les opposant à eux-mêmes, et en recrutant dans leurs rangs des artistes qui vont travailler à l'étranger.

Avec ce puissant secours, depuis plusieurs années, MM. Graham et Jackson, qui ont exposé les meilleures œuvres du compartiment anglais, ont pu produire de beaux meubles en bois sculpté; les fabricants anglais rencontrent déjà plus de difficulté pour faire des imitations de Boule, car il faut joindre à l'art de fabriquer la marqueterie, qu'ils possèdent, celui de fondre et de ciseler de beaux bronzes, qu'ils ont à un moindre degré.

S'il fallait, enfin, fabriquer des siéges riches, dignes de lutter avec ceux qu'ont exposés les Gobelins, Beauvais ou Aubusson, ils y échoueraient complétement; car, malgré le remarquable développement de leur fabrication de tissus de tout genre, ils n'ont aucune manufacture capable de produire les admirables tapisseries qui couvrent les siéges exposés dans notre cour française, et malgré les progrès de leurs fabriques de damas de soie de Manchester, ils n'ont rien montré de comparable aux belles soieries qui tapissaient la chambre à coucher de l'Impératrice. Il est possible qu'une nation ou une autre arrive à nous égaler dans un des arts qui touchent à l'ameublement; il est difficile de supposer que, d'ici à longtemps, aucun pays puisse nous surpasser dans l'ensemble, que nous avons porté si loin. Nos tapisseries, notamment, seront pour longtemps inimitables.

En comparant seulement nos produits à ceux de nos voisins et même en tenant compte des différences de goût, des deux nations qui ne font pas rechercher également les mêmes formes dans les deux pays, nous avons donc lieu d'être satisfaits. En serait-il de même si rentrés en France nous examinions nos objets d'ameublement sans vouloir établir de comparaison avec ceux que fabriquent les pays voisins. Répondent-ils complé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement à l'idée qu'on peut se faire de meubles parfaits? Évidemment non. Leur principal défaut est de manquer d'originalité : nous imitons beaucoup, nous créons peu; tous les meubles remarquables que nous avons cités rappellent les œuvres de la Renaissance, ou celles de Louis XV ou de Louis XVI. Il faut bien reconnaître, toutefois, que cette imitation est faite avec beaucoup de goût, et que, si on a choisi des modèles, on les a choisis excellents; aussi, sans nous arrêter à cette critique, nous oserons en formuler une plus sérieuse. Les dessins de nos meubles sont bons, les ornements sont, en général, bien exécutés, mais il n'en est pas toujours ainsi des grandes figures sur bois qui les décorent; il y en a d'excellentes; il y en a de beaucoup plus faibles; des motifs de l'importance de la grande cheminée de M. Fourdinois doivent être traités par de véritables statuaires; des ouvriers, même très-habiles, n'y sauraient réussir. Si comme nous l'avons remarqué bien souvent dans nos meubles parisiens, on nous représente des enfants à tête monstrueuse, des figures sans ensemble, dont les membres ne tiennent pas les uns aux autres, s'il y a enfin dans l'exécution des figures des fautes de dessin grossières, le meuble perd toute valeur artistique; il vaut mille fois mieux restreindre l'ornementation, que de la faire incomplète. Si donc on veut continuer à décorer les meubles de figures en haut relief, si on veut dessiner sur les tapisseries des personnages, il faut avoir recours à de véritables artistes pour les exécuter. En résumé, nous pouvons dire que notre ébénisterie, plus sage que par le passé, se limitant mieux qu'autrefois sur son domaine, a exposé cette année des œuvres en général bien conçues, très-agréables à l'œil; mais qu'il arrive parfois, cependant, que l'exécution des figures de grande dimension laisse encore à désirer.

II. — LES BRONZES D'ART.

Les amateurs d'objets d'art, désireux avant tout de voir des œuvres parfaites, peuvent regretter le succès de plus en plus marqué des procédés mécaniques employés pour la réduction des belles statues antiques à de moindres proportions. Sans doute le procédé inventé par Achille Collas et par Sauvage, s'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plique bien mieux aux bas-reliefs qu'aux figures en ronde bosse. Pour la réduction de ces dernières, en effet, on est obligé de faire des coupes, et la réunion des morceaux réduits séparément est une première cause d'infidélité. La fonte au sable, deux fois moins chère que la fonte en cire perdue, et qui est seule adoptée par le commerce, présente les mêmes dangers. Au lieu de fondre le modèle d'un seul morceau, on le divise, le travail est ainsi simplifié; mais lorsqu'il s'agit d'ajuster les morceaux fondus, le gauchissement qui a pu se révéler dans l'assemblage des pièces moulées devient plus sensible encore. Pour l'effacer, ou du moins l'atténuer, le fabricant a recours au ciseleur, et c'est le dernier coup porté à l'exactitude de la reproduction. Tout cela est vrai; mais si ces procédés sont impuissants à rendre complétement le modèle avec toutes ses finesses, il donne toujours un ensemble, une silhouette qui rappelle de très-près l'objet, qui en reproduit les lignes; et les personnes peu versées dans l'étude des beaux-arts, douées seulement d'un sentiment assez vif de la beauté, peuvent jouir encore de ces œuvres imparfaites, et les préférer avec raison à des originaux mieux exécutés matériellement, mais dans lesquels n'existe plus ce souffle de grandeur qui se révèle dans la plupart des œuvres antiques.

Avec la diffusion des connaissances, le goût des grandes œuvres s'est généralisé, et, dans l'impossibilité où se trouve la masse de posséder une œuvre parfaite, elle préfère une représentation même incomplète à une absence totale. N'avons-nous pas vu ce goût très-prononcé pour les œuvres hors ligne, entraîner un public extrêmement nombreux aux concerts de musique classique qui ont lieu l'hiver au Cirque Napoléon? Sans doute l'exécution n'approche pas de cette perfection qui caractérise la Société des concerts qui tient ses séances à la salle du Conservatoire de musique; mais à travers cette exécution imparfaite on retrouvait la grande pensée de maître, comme au travers des réductions Collas on sent encore le style, la majesté des œuvres de Phidias, de Lysippe, de Polyclète, comme à travers les photographies on retrouve la puissance lumineuse des eaux-fortes de Rembrandt, la majesté sévère de Marc-Antoine, la folle imagination d'Albert Durer.

Cette vulgarisation des œuvres hors ligne a eu certainement une influence très-heureuse sur le goût du public, et depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque temps les modèles de nos bronzes dorés eux-mêmes sont beaucoup mieux choisis qu'ils ne l'étaient il y a une vingtaine d'années.

Une faute que commettent cependant nos fabricants d'objets d'art, c'est d'employer trop exclusivemnt le bronze, et de confier à cet alliage la reproduction des œuvres exécutées en marbre. Cette faute est particulièrement sensible pour la *Vénus de Milo*, qui est cependant une des meilleures réductions faites par le procédé Collas. En plâtre elle conserve encore la meilleure partie de son charme et de sa puissance; fondue en bronze, elle change d'accent, elle n'a plus la grâce du modèle que nous admirons au Musée du Louvre.

§ Ier. *Bronzes.* — Aucun pays n'a dans cette industrie une importance égale à la France, qui a accumulé ses produits peut-être avec une abondance exagérée. Nous serions étonnés que la demande des bronzes pût expliquer le nombre considérable de nos fabricants, et il nous paraît assez probable que celui-ci se réduira dans quelques années.

M. Barbedienne se place toujours en première ligne, non-seulement par les œuvres anonymes qu'il expose, mais surtout par le dépôt des œuvres de M. Barye, que chacun apprécie de plus en plus à mesure qu'il les étudie mieux.

Personne jusqu'à présent n'avait compris comme cet artiste la sauvage beauté, l'élégance des animaux. Quelques-uns de ses combats sont terribles; le lion qui déchire un crocodile est admirable : c'est le calme de la force impassible devant les tortures du vaincu; personne n'a su comme lui aplatir le crâne d'un tigre, allonger son torse maigre, pendant qu'il se glisse, les membres rassemblés et prêt à bondir. M. Barye n'est pas seulement un sculpteur d'animaux, il est digne à tous égards de traiter des sujets antiques : quelle puissance dans le combat du Centaure et du Lapithe; celui-ci serre de ses jambes nerveuses la croupe de son adversaire; sa main, crispée sur l'épaule du Centaure, amène la tête effarée sous sa massue brandie, prête à frapper. Si audacieux que soit le mouvement, il n'en reste pas moins un modèle de style.

Malgré le parfum antique qu'exhale le Thésée terrassant le Minotaure, on y sent une idée morale ; la sérenité, le calme, la cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

titude du héros triomphant victorieusement des contorsions du monstre à tête de taureau, n'est-ce pas la victoire tranquille de la raison sur la force brutale?

Chez M. Barbedienne se trouve encore une foule d'objets gracieux destinés à des garnitures de cheminées, des vases moulés sur l'antique, de belles coupes surbaissées aux anses doucement arrondies, enfin cet ensemble si désirable qui s'étale, au grand plaisir des curieux, sur le boulevard Montmartre.

M. Graux-Marly a exposé les deux beaux esclaves égyptiens porte-flambeaux du regretté Toussaint. Tout le monde a été frappé, à l'un de nos derniers Salons, de ces figures demi-nues, dont les yeux baissés, expriment la résignation d'une race vaincue, courbée à un eobéissance servile; comme sa compagne, le fellah soutient de son bras étendu le flambeau qui éclaire le chemin du maître. Ce sont là deux excellents modèles de candelabre, qui ont été réduits à des dimensions très-variées; au bas d'un escalier monumental ils seront parfaitement placés.

M. Mène marche sur les traces de M. Barye, depuis plusieurs années déjà; il cisèle avec talent de charmants groupes d'animaux. Une de ses pièces, représentant des chasseurs et des chiens, est encore assez agréable, malgré la grande difficulté de composition que présentait le sujet.

M. Delafontaine, M. Susse, ont d'excellents modèles de statuettes ou de bronzes d'appartement. Nous avons remarqué surtout chez ce dernier un très-bon trépied destiné à contenir une lampe.

Une bonne reproduction des trois Grâces, de Germain Pilon, a été exposée par M. Lemaire. Combien de fois ce beau motif a-t-il été interprété par la statuaire, par la peinture! Le groupe de Germain Pilon n'a pas la puissance des femmes de Raphaël, fortes, robustes, si chastes malgré leur nudité; les trois grandes filles du sculpteur français sont plus élégantes, plus grandes dames; elles n'ont plus la sévérité de Raphaël, elles ont un charme plus vivant: ce ne sont plus des divinités, mais d'admirables créatures tout empreintes de grâce.

Nous l'avons dit, dans l'industrie des bronzes la France se place si nettement au premier rang, que c'est à peine si les autres nations ont exposé quelques objets. Concentrée dans le quartier du Marais à Paris, divisée en une foule de grands et petits ateliers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans lesquels l'intelligente activité, le goût, de l'ouvrier fabricant est la condition essentielle du succès, cette industrie ne saurait être entamée par la puissance des grands ateliers anglais. Cette industrie parisienne n'a pas encore de rivaux sérieux. Nous devons toutefois faire mention d'une jolie collection de bronzes russes, représentant divers épisodes de chasse. Tous les détails sont traités avec soin, les chasseurs, les chiens et le gibier qu'ils ont su atteindre, tout est ciselé avec beaucoup de finesse.

Fig. 5.

§ II. *Bronzes dorés, émaillés.*— Ce n'est plus ici la France qui domine, mais bien l'extrême Orient, la Chine et le Japon. Quelques membres de l'aristocratie anglaise, quelques négociants, avaient exposé les vases pris au palais d'été du chef du Céleste Empire, et il faut bien reconnaître que rien n'est plus parfait comme ornementation que ces beaux vases émaillés qui étaient réunis dans un petit compartiment de l'Exposition anglaise, fort dédaigné du public cependant.

Il semble qu'il n'est pas nécessaire qu'un ornement ait une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signification précise; on place un vase sur une table, sur une cheminée par horreur du vide; ce qu'on doit lui demander surtout, c'est de bien remplir ce vide, d'avoir un joli aspect, assez riche de ton pour ne pas amener la tristesse, assez doux pour ne pas tout tuer par son voisinage : c'est là le grand mérite de ces vases chinois et japonais, ils sont admirables et modestes; comme ces hommes silencieux qui ne découvrent tout à coup la finesse de leur esprit, la sûreté de leur jugement, que pressés par leurs interlocuteurs, et qui habituellement gardent le silence,

Fig. 6.

tandis que les sots babillent à perdre haleine, de même ces beaux vases, très-doux d'aspect, peuvent passer inaperçus; les regarde-t-on un instant avec attention, leur charme pénètre, on ne sait plus s'en détacher. L'auteur s'est abandonné à la plus pure fantaisie; personne n'a jamais vu ces grosses bêtes aux formes bizarres qui s'entrelacent sur leur panse arrondies; c'est à peine si elles ont été entrevues dans les rêves les plus incohérents; ces figures bizarres vous entraînent au travers de ce monde inconnu, dans lequel les conteurs orientaux accumulent si libéralement toutes les richesses, on aban-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne avec eux la réalité pour voyager en pleine fantaisie. C'est là leur suprême qualité. Si une œuvre sérieuse est bonne quand elle excite la pensée, une œuvre de fantaisie est agréable lorsqu'elle fait rêver. Le charme de la musique est de fournir un thème sur lequel l'imagination, la folle du logis, brode à son aise? Quelles innombrables armées on voit défiler en entendant la symphonie héroïque ! Les géants de Gulliver peuvent seuls marcher au pas de ces grands accents; combien de bergères enrubannées, poudrées, à la jupe courte et ballonnée, j'ai vues danser devant moi pendant la *pastorale !* On aime ainsi à se perdre dans les songes les plus vagabonds, devant les êtres fantastiques des vases japonais et chinois ; à chaque instant, avec un nouveau plaisir, on y découvre une nouvelle folie.

L'harmonie de leurs teintes est admirable; ils sont dorés, c'est à peine si on le croit; ils sont émaillés, mais leurs couleurs sont douces, elles n'ont rien de criard, bien différents en cela de nos gros bronzes dorés, tout battants neufs, qui crèvent les yeux malgré tout.

Que cette pagode en bronze doré, est amusante! Sur le toit des monstres tortillés, font siffler leur langue pointue, ils défendent le dieu de Jade, immobile au fond du sanctuaire, contre les entreprises des impies. Que ces boîtes d'ivoire sont finement découpées ! On y retrouve cette patience de main d'œuvre, cette abnégation de l'artiste si loin de nous aujourd'hui et que nous avons connu autrefois, quand des scribes habiles passaient une vie tout entière, abritée par l'ombre pieuse du cloître, a enluminer un manuscrit de curieuses miniatures.

Quel merveilleux travail encore dans ces admirables paravents de laque, que l'exiguïté de nos appartements ont fait passer de mode. Pourquoi faut-il que le plaisir de voir ces belles choses soit empoisonné par le souvenir d'un pillage, d'une destruction indigne d'un peuple civilisé?

Nos bronzes dorés sont peut-être un peu meilleurs qu'il y a quelques années; nous avons eu naguère une avalanche de modèles détestables, de sujets de pendules d'un goût affreux; tout cela s'est un peu modifié; on a pris l'excellent parti de se servir surtout de réduction soit de l'antique, soit des bonnes statues modernes : la belle Pénélope de M. Cavelier, réduite par M. Barbedienne, a fait un excellent motif de pendule pour une chambre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à coucher; la Sapho de Pradier, l'Enfant à la tortue, de Rude, la Danseuse de Clésinger, sont encore de très-bonnes statuettes pour l'ornementation.

M. Barbedienne, dont le nom revient toujours quand il s'agit de bon goût, avait rehaussé son exposition de bronzes, par quelques objets dorés et émaillés, très-dignes d'attention; de grands vases bleu et or montés sur de légers trépieds ont eu le plus grand succès; ses essais de bronzes émaillés dans le style byzantin rehaussant des objets d'onyx ont été jugés très-diversement; l'originalité de l'idée a séduit quelques personnes, forcées de reconnaître cependant que ces ornements n'étaient pas toujours exécutés avec toute la finesse désirable.

Il faut bien avouer enfin, que le besoin de livrer des garnitures de cheminée, des pendules, des vases à bas prix, conduit trop souvent à les fabriquer sans aucune recherche; toutes les formes sont arrondies, grossières, n'ont plus aucun modelé; une lime brutale, en enlevant les rugosités du moule, a détruit toute finesse, et, en général, les bronzes dorés sont bien inférieurs aux bronzes proprement dits; on compte sur leur éclat pour faire passer leur médiocrité. De là le prix élevé qu'atteignent les bronzes dorés du siècle précédent, travaillés avec soin, ciselés avec amour, dorés aussi avec moins d'économie, mais beaucoup plus de solidité.

Il faut reconnaître enfin, que même chez M. Barbedienne, on trouve trop souvent des objets fabriqués sans aucune recherche, des coupes faisant pendant de hauteur différente, des flambeaux dont la tige principale n'est pas verticale, des pendules dont toutes les parties ne sont pas symétriques; enfin, ce fabricant, pas plus que les autres, n'échappe à cette tendance désolante de tous nos articles de Paris, qui les entraîne vers la *pacotille*.

Il y a dans cette industrie énormément de progrès à faire, ou plutôt il y a à revenir à ce qu'on a fait si bien il y a une centaine d'années; on moule bien, il est vrai, les pendules Louis XVI, on imite celles de Louis XIV, mais l'œil le moins exercé reconnaît immédiatement les objets modernes à la grossièreté de tous les détails.

Ce qu'on peut reprocher encore à nos bronzes dorés actuels, c'est de manquer de distinction; ils affichent insolemment leurs grosses masses brillantes, et s'imaginent avoir une valeur quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conque, parce qu'ils sont gros et chers; peut-être trouvent-ils à se placer à l'étranger, peut-être seront-ils à l'aise dans le salon d'un nouvel enrichi; mais toujours un homme de goût reculera devant eux, et préférera chercher dans une vente, dans un magasin de choses anciennes, quelques-uns des beaux modèles du siècle dernier, plutôt que d'afficher un goût détestable en acceptant ces amours gonflés plutôt que bouffis, qui ornent lourdement nos pendules et nos candélabres.

Que les fabricants ne se fient pas trop sur leur succès actuel; les Parisiens de goût les ont abandonnés depuis longtemps, et comme ce sont eux en somme qui font la mode dans le monde entier, peu à peu la riche clientèle étrangère pourra les abandonner également.

En prenant pour les prix inférieurs des modèles moins compliqués, ils peuvent certainement arriver à les reproduire avec plus de soin; notre affaire n'est pas, au reste, de leur indiquer comment ils doivent procéder; nous sommes convaincus seulement qu'il n'y a jamais intérêt à faire sciemment des objets de luxe de mauvais goût.

Telle est notre impression générale, nous reconnaîtrons cependant que M. Denière a exposé quelques lustres d'un joli modèle; bien que quelques-unes de ses pendules soient bien grosses et bien lourdes, une d'elles toutefois est très-séduisante; le groupe, bien composé, est aussi bien exécuté. Une jeune fille se laisse aller à une douce rêverie, sa main s'égare sur la tête de son chien, mais son cœur est ailleurs; l'amour est là qui lui souffle à l'oreille ses paroles magiques, qui lui redit cette vieille histoire toujours jeune cependant, et toujours écoutée.

Tout ce qui touche à l'Algérie doit particulièrement nous intéresser, le succès des marbres onyx est donc fait pour nous toucher. Cette belle pierre veinée, transparente, peut être utilisée avec grand profit pour les objets de luxe; les onyx rehaussés de bronze, employés pour les statues, les pendules, les vases, font un effet excellent. Nous croyons savoir de bonne source que l'Angleterre a fait à cette belle matière un très-bon accueil, et que la société des marbres onyx n'aura pas à regretter les frais considérables qu'a nécessités sa belle exposition.

Parmi les fabricants de bronze qui ont fait usage de l'onyx, M. Denière, a exposé deux modèles de candelabres fort jolis,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce sont des nègres, dont tout le corps est drapé d'onyx, tandis que la tête, les bras, les pieds sont en bronze; les veines de l'onyx figurent bien les étoffes rayées d'Afrique, que des broderies d'or rehaussent fort agréablement.

L'Autriche avait quelques bronzes dorés assez jolis; nous avons vu notamment un lustre moyen âge, d'un joli aspect, nous sommes étonné toutefois qu'il porte un si petit nombre de bougies; s'il doit être placé, comme sa taille l'indique, au milieu d'une grande salle de fête, il ne contribuera que fort peu à son éclat.

L'Espagne avait encore quelques objets agréables, notamment un très-beau lustre argenté.

Les belles malachites de Russie pourraient être employées plus généralement qu'on ne le fait aujourd'hui; l'industrie du bronze a fait, au reste, dans ce pays d'assez grands progrès, nous n'en voulons d'autres preuves que deux vases émaillés qui, bien qu'un peu gauchis au feu, sont cependant d'une grande élégance.

§ 3. *Imitations de bronze en zinc. — Fontes artistiques.* — Le bronze, composé de cuivre et d'étain, est d'un prix élevé, le laiton qui renferme du zinc au lieu d'étain est déjà moins coûteux; cependant la différence de prix que présente ces alliages avec le zinc pur, bien que considérable, n'aurait pas permis à cette industrie de prendre un si grand développement, si le zinc n'avait pu se couler en *coquilles*, dans des moules métalliques qui peuvent ainsi servir un très-grand nombre de fois.

Enfin la découverte des procédés galvaniques qui permettent de recouvrir un métal par une couche adhérente d'un autre métal est venu donner à cette industrie une grande importance. Des vases, des pendules, des lustres à bas prix sont donc actuellement coulés en zinc; après avoir été montés, puis dégrossis à la lime, ils sont plongés dans des bains renfermant des cyanosels de cuivre, de zinc et de potassium. Les objets à cuivrer sont fixés à l'un des pôles d'une pile tandis qu'à l'autre électrode se trouvent des plaques de cuivre et de zinc qui se dissolvent à mesure que du laiton se dépose en couches régulières et adhérentes sur le zinc; le bain conserve ainsi pendant quelque temps une composition constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand les objets sont moulés avec soin, que le cuivrage est bien fait, et par-dessus tout quand les modèles sont bien choisis, on peut faire par ce procédé des œuvres passables; à la condition toutefois qu'elles ne seront pas soumises à un maniement fréquent, car la faible couche de cuivre disparaîtrait bientôt et laisserait à nu le zinc sous-jacent. Si l'on veut faire des lustres, des objets qui doivent être vus à distance, ce procédé peut convenir, et de loin on peut s'y tromper et prendre ce *bronze-composition* pour du bronze véritable.

On comprend tout de suite quel succès a dû avoir, pour un pays amoureux du luxe comme le nôtre, et pas toujours assez riche pour y atteindre, une matière qui a tous les dehors d'un métal relativement précieux, tout en n'ayant qu'un prix trois fois plus faible; aussi le nombre des objets en *bronze-composition* va-t-il en s'accroissant chaque jour. Il faut reconnaître, au reste, que depuis 1855 l'ensemble de ces imitations a beaucoup gagné, les modèles sont meilleurs et la fonte est beaucoup plus soignée.

Tout un compartiment de notre cour française était rempli de ces objets bronzés ou même argentés et dorés.

La fonte de fer est devenue aussi un métal artistique, et plusieurs exposants ont fait dans le moulage de cette matière des progrès remarquables. M. Thiebaut, entre autres, a moulé plusieurs groupes obtenus par une seule fonte et qui ne sont pas intéressants seulement par la difficulté vaincue.

M. Barbezat, maître de forges au Val d'Osne, a exposé dans le jardin de Kensington une fontaine dont les figures sont d'un bon sentiment, meilleures à notre avis que l'ensemble même de la composition; les vasques inférieures laissant peut-être à désirer.

Une grille exposée également dans le jardin, des statues de toute dimension, des candélabres, des animaux, montrent que le Val d'Osne a pris une véritable spécialité de fontes artistiques.

Nons préférons toutefois à la grille exposée par cette usine, celle qui ferme l'entrée de l'Exposition française et qui est due à M. Durenne, maître de forges à Sommevoire; les ornements, en style Louis XIV, qui ornent les deux vantaux sont très-élégants.

Tous les objets d'art proprement dits, en fonte, pourront, au reste, être recouverts de cuivre par les procédés galvaniques, et par conséquent remplacer le cuivre jusqu'à un certain point; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourra ainsi, dans les pays peu fortunés, élever des statues aux héros du clocher sans se ruiner. La fonte sera le bronze des petites villes comme le zinc est celui des petites gens.

III. — ORFÉVRERIE.

La profusion avec laquelle étaient accumulés à l'Exposition les objets d'orfévrerie, les énormes proportions qu'ils affectaient, l'aspect du côté sud du transept sur lequel se succédaient les brillantes vitrines anglaises, celui de notre cour française dont le centre était occupé par la belle exposition de M. Christofle, indiquaient d'abord qu'une profonde révolution avait dû s'accomplir dans l'art de l'orfévrerie.

Autrefois, en effet, employant presque exclusivement l'argent massif, l'orfèvre se trouvait limité dans les dimensions de son œuvre par la dépense énorme de matières premières qu'exigeait un travail un peu considérable; aujourd'hui, au contraire, la science lui a enseigné à recouvrir d'une couche d'argent très-mince les objets en métaux vulgaires qu'il fabrique; il peut donner libre essor à son génie; il n'est plus arrêté, contenu entre d'étroites limites, et il peut façonner une pièce comme celle qu'a commandée la ville de Paris à M. Christophle, sans arriver à des dépenses hors de toute proportion avec l'utilité de l'objet lui-même. La matière première n'étant plus d'un prix élevé, la plus grosse part de la somme dépensée peut être attribuée à rémunérer l'artiste : de là une composition parfaitement soignée, une main-d'œuvre extrêmement habile et consciencieuse, arrivant à mettre au jour des œuvres très-remarquables.

L'orfévre semble indiquer tout d'abord, au reste, que ce n'est plus au métal qu'il attribue la plus grande valeur de ses produits; il n'hésite pas à sacrifier ses teintes brillantes, à ternir l'argent, à lui donner ces tons plus doux, plus sombres, rappelant ceux de l'étain, du plomb, pour que l'œil moins ébloui puisse apprécier plus facilement le travail de l'artiste.

Non-seulement, enfin, l'orfévrerie est dorée ou argentée par les procédés électriques, mais la galvanoplastie vient encore à l'aide du fabricant et lui permet de reproduire exactement avec toutes les finesses du modèle, des bas-reliefs, qui fabriqués en métal repoussé eussent atteint des prix beaucoup plus élevés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En possession depuis dix ans, de ces procédés plus rapides, plus parfaits, moins coûteux, l'orfévrerie a conquis sur le marché une place de plus en plus importante, au lieu de ces couverts d'étain ou de fer qui attristaient la table des ménages modestes, l'argenterie de MM. Christofle, Halphen, etc., étale partout ses teintes brillantes ; et, dans le plus modeste hameau, le prêtre peut sans rougir élever, les mains jointes au-dessus de sa tête, un vase sacré, d'un aspect convenable et d'un prix modique.

Orfèvrerie anglaise. Quiconque a suivi de près l'Exposition de 1855, se rappellera l'admirable compartiment indien, qui occupait l'angle sud-est de la galerie du Palais : les fantaisies luxueuses de l'Inde, meubles, tissus, armes, vases de toutes formes, de toutes natures, transportaient le visiteur dans ce monde oriental, qui a, pour l'Européen, le grand attrait de l'inconnu. A côté des richesses étalées par la Compagnie des Indes, étaient placées les vitrines des orfèvres de Londres; jamais contraste ne fut plus saisissant, ici la fantaisie la plus folle, le goût le plus capricieux et le plus original, le charme le plus ravissant; là au contraire, la roideur froide et compassée, la richesse s'étalant brutalement avec l'audace et le sans-gêne du parvenu. On aurait pu désespérer de voir jamais une œuvre d'art sortir des ateliers des orfèvres anglais, si un très-beau vase et un très-beau bouclier, dus, si nos souvenirs ne nous trompent pas, à M. Vechte, l'habile orfèvre français, déjà fixé à Londres depuis quelques années, n'étaient venus protester contre le mauvais goût de tous les objets voisins.

Ce n'est donc pas sans surprise, que nous avons vu la transformation presque radicale qui s'est faite dans le goût de nos voisins, pendant les sept ans qui ont séparé les deux Expositions.

Nous avons bien retrouvé encore quelques-unes de ces grosses masses d'argent poli appartenant à l'ancien genre du *palmier*. Ils sont une preuve de plus que tous les sujets ne peuvent être indifféremment traités dans un genre quelconque, qu'on ne pourra jamais composer par exemple, avec un chasseur qui monte sur un arbre pour en déloger un renard et le faire tomber au milieu de chiens qui aboient au-dessous, un sujet de ciselures, surtout quand le tout se complique encore de cavaliers et de chevaux; qu'on n'arrivera pas à un meilleur résultat en plaçant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à côté les uns des autres des fantassins exécutant les mouvements que prescrit la *théorie;* mais ces objets destinés à perpétuer le souvenir d'une action mémorable, d'une chasse heureuse, d'une course gagnée, ne servent plus aujourd'hui que de repoussoir aux œuvres excellentes auprès desquelles ils sont placés.

Les critiques anglais ont donné eux-mêmes la palme de l'orfèvrerie à notre compatriote A. Vechte, qui a exposé chez MM. Hunt et Roskell deux fort beaux vases; un troisième, extrêmement remarquable également, était placé dans le compartiment français de l'Exposition des beaux-arts.

L'un des vases anglais de M. Vechte, en argent oxydé d'une très-bonne forme, représente les Titans escaladant le ciel. Ils s'élançent, se soutiennent les uns les autres, s'efforcent d'atteindre ces régions supérieures vers lesquelles les pousse un instinct plus fort que la raison; mais l'inexorable Jupiter les foudroie, ils retombent vaincus, mais non découragés, et sur les cadavres de ceux qui ont succombé s'exhaussent de nouveaux combattants. La Fable a bien saisi ce grand côté de l'humanité, toujours attirée vers les cimes, cherchant toujours l'idéal, s'élevant d'abord avec la confiante jeunesse jusqu'à ces hauteurs séduisantes où siégent l'amour, la gloire et le bonheur, puis retombant bientôt flagellée par les nécessités de la vie, terrassée et n'essayant même plus de jeter les yeux vers ces beaux rêves de jeunesse si tristement déçus. On l'a dit excellemment :

> On trouve en un mot, chez la plupart des hommes,
> Un poëte mort jeune, à qui l'homme survit.

L'autre vase anglais de M. Vechte emprunte encore son sujet à la mythologie : sur le corps s'entrelacent Centaures et Lapithes engagés dans une lutte acharnée. Le vase de M. A. Vechte exposé dans le compartiment français, nous montre quelques scènes du *Paradis perdu;* les cadavres amoncelés au pied de cette belle pièce sont admirables de modelé, on se sent ému à la vue d'une belle jeune femme, qui est là gisante, morte, dans une pose qui rappelle le torse admirable qu'a placé M. Delacroix, dans son beau tableau de la galerie d'Apollon.

Les œuvres de M. Vechte ont de très-grandes qualités, elles sont bien composées, leur silhouette est très-agréable; de loin on est saisi par l'heureuse disposition, de près on jouit mieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'imagination, de la verve de l'auteur, peut-être pourra-t-on lui reprocher les défauts de ses qualités, quelques contours un peu heurtés, un modelé un peu exagéré; mais il faut songer que les pièces d'orfèvrerie sont souvent vues à quelque distance et qu'elles doivent être dès lors traitées un peu à l'effet en outrant même les contours.

M. Hancock a exécuté, d'après les dessins et les modèles de M. Monti, quatre pièces dédiées aux poëtes de la Grande-Bretagne; la plus importante est dédiée à Shakspeare, elle ne nous a pas paru d'une composition aussi heureuse que les vases de M. A. Vechte.

La vitrine de M. Phillips renfermait un fort joli vase, l'anse était surtout très-ingénieusement travaillée, une bacchante toute pamée se cambre, se renverse; ses cheveux, ses bras rejetés en arrière vont rejoindre la partie supérieure du vase. Ici encore se trouve une réduction de la statue de la touchante Godiva, qui parcourt à cheval, voilée seulement de ses longs cheveux, la ville qu'elle exempte, par sa charitable effronterie, d'un impôt écrasant.

L'exposition de M. Elkington, distribuée avec un goût tout parisien, renfermait plusieurs pièces dignes d'attention, un joli vase en argent oxydé d'une forme un peu écrasée, et un excellent pot à bière, en ivoire et en argent; quatre Muses délicatement ciselées occupent le centre de quatre médaillons d'ivoire distribués sur le corps du vase; ces figures antiques rappellent un peu le faire séduisant de Prud'hon. On trouvait encore chez M. Elkington, une table en argent damasquiné, bien composé; les figures en haut-relief qui s'accoudent au pied sont très-bien modelées.

Ces exemples suffisent pour faire comprendre quelle importante révolution s'est faite dans le goût anglais, sans qu'il nous soit nécessaire de passer en revue le nombre considérable de pièces moins importantes rassemblées dans le compartiment anglais à Kensington; les jolies fontaines à thé, cafetières, théières, tasses, couverts, etc., en argent ou en imitation, montraient que le désir d'améliorer les modèles était descendu des objets de luxe à ceux qui sont d'un usage journalier; ceux-ci ont, au reste, souvent ce caractère de solidité qui distingue les objets anglais et qui dans certains cas les font re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chercher à l'exclusion d'autres objets fabriqués ailleurs, avec plus de goût et moins de conscience.

En résumé, l'Exposition de l'orfévrerie anglaise est bien supérieure à celle de 1855; la leçon avait été dure, mais nos voisins en ont habilement profité, ils ont dû réagir contre le goût établi depuis longtemps, et contre les habitudes prises; c'était une rude entreprise qu'ils ont cependant rapidement menée à bonne fin.

§ 2. *Orfévrerie française.* Depuis plusieurs années la France était dans cette voie en pleine prospérité, on ne peut donc pas s'attendre à rencontrer dans son exposition les progrès remarquables qu'a accomplis l'Angleterre; mais il serait imprudent de dissimuler que la distance qui séparait les deux pays a considérablement diminué.

M. Christofle occupait au centre de la cour française un magnifique emplacement qu'il avait fort bien rempli; au milieu de son exposition trônait le beau surtout de la ville de Paris, autour, dans des vitrines d'ébène se groupaient quelques objets de luxe, les articles de fabrication courante, enfin les photographies des objets les plus importants qu'a produits cette maison depuis plusieurs années.

Le surtout de la ville de Paris est une des plus grandes pièces d'orfévrerie qu'on ait construites jusqu'à ce jour, la composition en est due à M. Baltard.

Sur un esquif qui rappelle les armoiries de Paris, quatre figures délicatement ciselées: la Science, l'Art, l'Industrie et le Commerce, soutiennent sur le pavois la ville de Paris, symbolisée par une belle jeune femme, le front couronné d'un diadème de tours. A la proue de la nacelle, le génie du progrès éclaire la marche en agitant son flambeau; la Prudence siége sur l'arrière, et tient le gouvernail. Les deux extrémités de la glace qui simule l'eau sur laquelle vogue le bâtiment sont occupées par des chars que traînent quatre chevaux piaffant au milieu de l'écume qu'ils soulèvent autour d'eux; enfin sur la galerie extérieure s'espacent de riches flambeaux dont les chaudes lumières éclairant le groupe central donneront à cette pièce importante un éclat encore plus vif que la blanche lumière du jour.

Une aussi grosse masse d'argent eût sans doute présenté un peu de monotonie si les artistes n'en eussent nuancé le métal de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques tons jaunâtres, très-clairs mais suffisants pour rompre un blanc trop uniforme.

Les détails de cette composition sont bien traités, on les examine les uns après les autres avec plaisir, et cependant l'ensemble est peu émouvant. Ces grands sujets mythologiques ont peut-être besoin d'être traités avec plus d'entrain que n'en a dépensé M. Baltard; on y voudrait sans doute plus de fantaisie, plus d'ardeur, un peu de cette verve intarissable avec laquelle Rubens sait grouper ses Naïades, ses Tritons, les êtres fantastiques empruntés au ciel ou à la terre, qu'il répand avec une prodigalité toute royale dans ses œuvres allégoriques. Le surtout de M. Baltard est une œuvre agréable, ce n'est pas une œuvre puissante.

Parmi les nombreux objets intéressants exposés par M. Christofle, nous n'avons pas revu sans plaisir les photographies des beaux bas-reliefs exécutés en galvanoplastie, pour décorer le wagon du Saint-Père, qu'a composés, il y a quelques années, M. E. Trélat. Il est fâcheux que cette œuvre si originale n'ait pu trouver place dans une Exposition, c'eût été un excellent exemple de l'alliance de l'art et de l'industrie, c'eût été une preuve qu'il n'est pas de motif si ingrat, que n'arrive à rendre intéressant un esprit chercheur et distingué.

M. Rudolphi s'est plus fait remarquer comme orfévre que comme joaillier; un vase en argent oxydé sur lequel défilent les sept Péchés capitaux, et une châsse dorée en style moyen âge, forment les parties importantes de la vitrine. Cette seconde pièce est intéressante; deux anges agenouillés aux extrémités, relevant leurs grandes ailes jusqu'au faite, donnent à l'ensemble beaucoup de caractère.

M. Viollet-le-Duc a dessiné, d'après des renseignements authentiques, un beau reliquaire destiné à la Sainte-Chapelle; c'est une œuvre d'une grande pureté de style. Cet artiste éminent, très-érudit, très-chercheur, a fait une étude si consciencieuse de l'art du moyen âge, qu'il a pu entreprendre la restauration de nos grands édifices avec un goût irréprochable. Et cependant en regardant tous les beaux ornements d'église de M. Poussielgue-Rusand; ceux de M. Bachelet, je pensais malgré moi à cette admirable châsse de Pierre Fisher que j'ai vue, il y a quelques années, à Nuremberg. Elle est si riche, les ornements y sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jetés avec une telle profusion, qu'on est effrayé d'abord; l'œil s'y fait bientôt cependant; on reconnaît que cette richesse est si bien distribuée, ménagée, que le détail ne tue pas l'ensemble, et que le petit homme au tablier de cuir qui a modestement glissé son image dans un coin de son œuvre, était bien réellement un grand orfévre.

Quoi qu'il en soit, quelques uns des ornements de bijouterie de M. Bachelet, de M. Poussielgue-Rusand, ont un très-bon caractère; nous avons surtout examiné avec plaisir quelques belles crosses d'évêque, qui ne sont peut-être pas cependant encore d'un travail aussi exquis que celles que nous pouvons voir dans nos collections de Cluny.

M. Gueyton, mort tout récemment, a exposé une jolie Minerve, dans laquelle l'ivoire et l'or se mariaient heureusement; elle rappelait, sous de moindres dimensions, celle qu'avait composée il y a quelques années pour M. le duc de Luynes le regretté Simart.

L'aluminium est décidément placé aujourd'hui parmi les métaux employés à la confection des objets d'art; à ce point de vue l'exposition de M. Morin, le directeur de l'usine de Nanterre, où s'exploitent les procédés de M. Deville, était très-intéressante. Marié à l'or ou au cuivre doré, le métal de MM. Woehler et Deville présente un excellent aspect; sa légèreté, au reste, le fera rechercher pour une foule d'objets; les casques et les cuirasses en aluminium joignent à une grande légèreté, une résistance égale à celle du fer, et le beau casque en aluminium repoussé, exposé dans le compartiment anglais, pourra servir ailleurs que dans les revues. Les aigles de l'armée sont déjà en aluminium, M. Degousée, de la rue Saint-Martin, sait faire des fils d'aluminium destinés à la passementerie légère; les épaulettes, les galons pourront être en aluminium doré, et les dames retenir leurs cheveux retombant, dans des résilles d'aluminium, comme naguère dans des filets d'or ou d'argent.

Après avoir passé en revue l'orfévrerie française et les riches vitrines du compartiment anglais, on a de la peine à rencontrer chez les autres nations des objets importants, et dont l'étude puisse nous être de quelque utilité. Nous devons toutefois une mention très-honorable au bouclier de MM. Wagner de Berlin, offert au prince Frédéric-Guillaume, à l'occasion de son mariage: ainsi qu'au vase et aux candélabres de MM. Vollgold et fils, de Berlin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tandis que presque toutes les contrées sont complétement entraînées dans l'orbite de la France, la suivent, la copient, ou la chargent même de leur fournir tous ces objets dont la fabrication exige un goût sûr et une main habile; tandis que dans les différents États allemands, en Russie, dans les contrées méridionales, la joaillerie présente un certain intérêt, l'orfévrerie proprement dite n'a rien exposé d'assez important pour que nous croyions devoir nous y arrêter ; nous retrouvons dans l'exposition de l'Orient des objets dignes d'attention, composés sur un modèle peu varié, mais toujours intéressant pour nous, car nous y pouvons trouver sinon des modèles, au moins d'excellents motifs à étudier et à imiter.

Combien sont élégantes ces buires élancées au long bec recourbé en cou de cygne; largement évasées en bas, elles s'effilent pour aller rejoindre l'anse gracieusement retournée; les porte-tasses en filigrane sont aussi très-finement coupés; il y a certainement dans tous ces objets extrêmement délicats, très-légers, qu'affectionnent les Orientaux, une indication précieuse dont devraient profiter nos fabricants français.

Les armes enfin sont toujours un objet de luxe pour les peuples essentiellement mobiles, vivant sous la tente et voulant transporter leurs richesses avec eux ; les fourreaux des yatagans sont finement ciselés, les poignées en sont habilement creusées pour que la main les saisisse fermement, l'artiste arabe dépense encore tout son talent pour orner les vases des narguilés. Il paraît moins habile cependant à la confection des armes à feu de luxe, ou des riches bijoux qu'affectionnent les grands personnages de l'Islam; un des plus riches ouvrages d'or exposés dans le compartiment anglais, était un miroir destiné au Sultan; tout enrichie de pierreries, cette belle pièce valait plusieurs centaines de mille francs. On trouvera sans doute que la Turquie pourrait faire des dépenses plus utiles, ou n'aurait pas, il nous semble, tout à fait tort.

IV. — BIJOUTERIE ET JOAILLERIE.

Si la bijouterie s'élevait à la hauteur d'un art, il y aurait chance pour la France de dominer les autres nations; mais aujourd'hui qu'en général, le poids d'or des bijoux, la beauté des pierres est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qu'on recherche davantage, notre supériorité n'est pas très-évidente.

L'Angleterre avait une fort riche exposition; la reine n'avait pas cependant montré toutes ses richesses, comme nous avions fait en 1855, où les bijoux de la couronne étaient réunis dans le Panorama. Cependant S. M. B. avait autorisé MM. Garrard et Cie à placer dans leur brillante vitrine plusieurs de ses joyaux les plus précieux, notamment le fameux diamant appelé *Koh-i-noor*, qui, plus lourd que notre Régent, n'a pas cependant sa pureté de forme; et trois admirables rubis provenant du trésor de Lahore, montés sur or émaillé et formant avec les pendeloques de diamant qui y sont ajustées un merveilleux ensemble.

L'étoile du Sud, de MM. Halphen, était exposée par la Hollande. Cette belle pierre, que nous avons vue isolée en 1855, forme actuellement le centre d'une admirable étoile dont les cinq branches sont couvertes de diamants plus petits, satellites de cette pierre merveilleuse, la plus belle qu'ait encore produite le Brésil.

Si la riche vitrine de M. Garrard était toujours entourée d'une foule curieuse, celle de M. Harry n'avait guère moins de succès; outre les pierres rares qu'elle contenait, on y remarquait surtout une petite statuette parée de bijoux assortis à sa taille, et une belle coupe en or émaillé, tout enrichie de pierreries : si charmante qu'elle fût, on ne pouvait cependant la comparer à une coupe attribuée à Benvenuto Cellini, que nous avons pu voir au muséum de Kensington et qui ne dément pas son origine, tant elle est admirable de grâce, de hardiesse, tant elle est parfaite d'exécution.

Nous avons encore remarqué, en Angleterre, chez Altenborough, un joli collier dont les pendants sont ornés de mosaïque. M. Phillips, dont l'orfévrerie est si distinguée, a exposé de très-beaux diamants, des pendants d'oreilles peut-être un peu lourds, mais d'un heureux arrangement; des perles, des diamants, et des turquoises sont disposés en cercles concentriques qui dessinent ainsi de riches cocardes. Sa nombreuse collection de bijoux en corail, sans or apparent, est un peu triste; les perles mêmes qu'y mêlent MM. Loudon et Ryder, n'arrivent pas à égayer le rouge un peu sombre du corail qui ne prend toute sa valeur que rehaussé par la chaude couleur de l'or.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos joailliers avaient une exposition assez brillante, pour attirer les regards de la foule et pour que les dames anglaises pussent s'extasier convenablement. Les *very beautifull*, *very*, *very*, se faisaient entendre avec une douce unanimité; si nos belles alliées applaudissaient surtout à la richesse des matières exposées, elles avaient raison; mais nous ne pouvons partager leur engouement sur la manière dont, en général, ces richesses ont été mises en œuvre.

Nous avons rencontré, cependant, quelques heureuses exceptions. MM. Marret et Beauregard avaient exposé une admirable collection de perles : un collier représentant une valeur de 18,500 livres, tout près de 500 mille francs. Les belles perles sont rares, en effet; mais elles ont tant de charmes, leur doux éclat se marie si bien à celui d'une peau blanche et fine, qu'il semble que ce soit le bijou par excellence. Il n'a ni l'éclat éblouissant, ni la dureté du diamant, mais un charme plus tendre et plus pénétrant (Voy. *la Mer* de Michelet, p. 196).

Il y a une cinquantaine d'années, les femmes portaient leurs diamants sur le front, en diadème; cette mode semble revenir; toutefois nous avons vu aussi beaucoup de coiffures destinées à couvrir la chevelure retombante par derrière, comme on la porte aujourd'hui, et dont le nom de cache-peigne indique assez la forme. Il faut de l'imagination pour se figurer l'effet que produira une parure, quand on la voit dans une vitrine; il semble toutefois que les grappes de diamant, qu'expose M. Marrel, retombant sur une belle chevelure noire bien lustrée, s'agitant à chaque ondulation de la valseuse, doit lui faire une auréole de lumière éblouissante. Le cache-peigne en corail et en argent de M. Petiteau est aussi destiné à une brune, auquel le rouge sied davantage ; le diadème qu'expose ce joaillier est peut-être un peu lourd, une belle et grande personne seule pourra le porter.

Je pense que la couronne d'épis et de marguerites, de M. Rouvenat, siéra surtout à une blonde; je vois des mèches vaporeuses légères, un peu poudrées, accompagnant merveilleusement ces diamants scintillants, très-légèrement montés.

M. Rouvenat a encore exposé une jolie garniture de corsage plus heureusement dessinée, plus originale qu'on ne le fait d'habitude.

M. Jaelâ a essayé de disposer ses diamants sous une forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle : la coiffure qu'il a exposée forme, avec une branche oblique destinée au corsage, un joli ensemble. Peut-être, cependant, peut-on préférer encore son joli collier indien en or et en turquoise tout garni de petits ornements retombant sur le cou. C'est là une des dispositions les plus charmantes qu'on puisse donner à ces colliers; mais encore faut-il que chacun des petits pendants fixés à la chaîne principale ait une forme gracieuse; si on se contente de mettre à une rivière en diamants des pendentifs arrondis également en diamants, on pourra facilement faire une parure de 20 mille francs parfaitement laide.

Les joailliers anglais ne sont pas plus habiles que les nôtres; ils exposent de fort belles pierres, peut-être un peu moins finement montées, mais pas plus que les nôtres ils ne paraissent se soucier d'avoir de bons modèles; cependant les joailliers français ayant le tort de ne pas s'adjoindre des dessinateurs excellents, leur supériorité est moins marquée que celle qu'on nous reconnaît dans d'autres branches des arts industriels.

Enfin nous pourrons répéter ici tout ce que nous avons dit sur les bronzes dorés. Notre joaillerie courante n'est certes pas en progrès; il semble que nous n'ayons en vue qu'une clientèle vulgaire, que ce soit à elle seule que nous devions nous adresser; nos bijoux, souvent montés lourdement, n'ont aucune originalité d'invention, et ceux qui nous restent du seizième siècle démontrent complétement que nous étions autrefois plus habiles qu'aujourd'hui. Peut-être, cependant, est-il permis d'entrevoir quelques heureuses tentatives de reproduction de ces bijoux anciens, très-découpés et très-légers; l'or ou l'argent s'enroule délicatement autour de pierres de différentes couleurs, rubis, saphirs et émeraudes, et forment un ensemble très-séduisant. M. Bourguignon montrait récemment à Paris une charmante parure très-bien composée dans cet ancien style, le collier surtout et ses légères pendeloques est fort artistement dessiné.

C'est à peine, cependant, si depuis quelques années on a fait quelques efforts pour trouver quelques formes nouvelles, quelques dispositions heureuses. L'argent noirci par les sulfures, si improprement nommé argent oxydé, heureusement marié au lapis-lazuli, a été employé avec succès par M. Rudolphi; mais cet orfévre, qui avait eu encore l'excellente idée d'imiter des bijoux byzantins, à l'aide d'émaux de diverses couleurs, a exposé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à Londres une série de joyaux tellement grossiers, qu'ils ne méritent à aucun titre le nom de bijoux artistiques dont ils sont affublés.

M. Gueyton cherchait aussi à sortir un peu de la routine et à faire des bijoux plus remarquables par leur travail que par la matière première qui les constitue; il y avait réussi, cette année, au moins, dans quelques-uns des objets exposés. Nous avons remarqué, notamment, une croix byzantine émaillée, très-fine, très-originale, de très-bon goût.

C'est là peut-être la voie qu'il faut suivre. Si nous n'avons pas d'imagination, imitons, mais imitons avec soin, ne faisons pas toujours de la pacotille, bonne pour les Nègres; tâchons de conserver encore la suprématie que nous avions acquise autrefois par de véritables œuvres d'art.

Les modèles de l'antiquité ne manquent pas plus que ceux de la Renaissance; le musée Napoléon III, l'hôtel de Cluny, le Louvre renferment assez de belles choses pour que les joailliers intelligents puissent toujours trouver à s'inspirer; les bijoux étrusques notamment offrent des modèles pour les novateurs, et déjà Castellani de Rome cherche à ouvrir cette voie qui promet de devenir féconde. On achète à nos bijoutiers ce qu'ils font aujourd'hui, parce qu'on ne rencontre pas autre chose; mais s'ils faisaient des choses réellement belles, on les achèterait avec bien plus de plaisir encore, et on ne verrait pas beaucoup de femmes de goût préférer les bijoux anciens aux bijoux modernes.

Les bijoux italiens se font surtout remarquer par les mosaïques et les camées qui les ornent.

L'Allemagne montre toujours une grande profusion de grenats; on a employé heureusement cette pierre pour représenter des feuilles de vigne et des grappes de raisin : de gros cabochons forment les grains, les feuilles sont couvertes de grenats plus petits disposés régulièrement suivant les nervures. L'exposition de M. Grohmann, de Prague, dans laquelle nous rencontrons ces bijoux, est une des plus brillantes de l'Autriche, mais la plus originale est sans doute celle de M. Egger, de Pesth. Le sabre d'honneur et le harnachement de cheval qu'il a exposés, sont de la plus grande richesse. Bien que les Hongrois aient toujours combattu les Turcs, qu'ils aient été pendant longtemps le boule-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vard de la chrétienté contre les envahissements du mahométisme, ils ont pris quelque chose de leurs ennemis, le goût notamment des armes d'une excessive richesse, des sabres à la poignée ciselée, enrichis de pierres précieuses, des selles, des brides ruisselantes de pierreries. L'ensemble du costume hongrois se prête à ces richesses orientales ; les aigrettes, les pelisses flottantes de ce peuple de cavaliers se marient bien à ces ornements qui paraîtraient excessifs avec les costumes plus sévères des Occidentaux.

Les bijoux russes n'ont rien de particulièrement intéressant, mais il n'en est plus de même des reliures de quelques-uns de leurs missels, d'une admirable richesse, tout couverts d'or et de pierres précieuses entourant de très-fines miniatures.

Le défaut de ces beaux missels est peut-être dans un excès de dorure ; si on s'était contenté d'enrichir le cadre, on serait arrivé à un effet plus heureux qu'en tuant la figure centrale par des ornements qui se rattachent bien plus au cadre qu'à la figure elle-même : l'effet ne pouvait être douteux, la couronne paraît tout à fait en avant de la figure qui doit la porter.

En résumé, si l'exposition de l'orfévrerie était des plus intéressantes par les progrès qu'elle montre dans la fabrication anglaise, celle de la joaillerie n'avait pas la même importance ; elle renfermait sans doute de fort belles pièces, mais il était difficile de constater autre chose qu'une reproduction de ce que nous connaissions déjà.

V. — CÉRAMIQUE ET VERRERIE.

L'étude qu'a publiée dans un des derniers numéros M. Salvetat, sur les progrès techniques de la céramique, les leçons si complètes insérées dans ce recueil, par M. Peligot, sur l'art du verrier, nous auraient fait renoncer à comprendre dans notre étude sur les industries d'art la céramique et la verrerie, si ce sujet n'avait eu à l'Exposition une importance majeure au point de vue de l'art.

Si nous savons, en effet, travailler le verre et l'argile aussi bien et mieux même que nos aïeux, nous sommes loin d'avoir toujours un goût aussi sûr pour modeler et décorer nos poteries ; si la France enfin est habituée à triompher sur toute la ligne, quand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il s'agit d'objets d'art, elle rencontre dans la céramique une rivale extrêmement sérieuse dans l'Angleterre, dont la réputation est dès longtemps établie; dans l'Allemagne, dont les verres de Bohême et les porcelaines de Saxe sont tenus en haute estime par tous les gens de goût; dans l'Italie même, qui semble vouloir retrouver les procédés dont usèrent si habilement les grands vasiers du XVI^e^ siècle.

Le combat est engagé ici plus sérieusement que dans aucune autre branche de l'art industriel; nous devons donc en suivre avec soin toutes les péripéties. L'Angleterre, qui entre en ligne avec ses trois redoutables manufactures connues dans le monde entier, Minton, Copeland et Wegwood, doit d'abord nous occuper.

On comprend bien, en voyant les belles pièces de M. Wegwood, combien la faïence se prête mieux que la porcelaine à la reproduction de certains maîtres; j'accorde que la pureté de Raphaël ou des maîtres primitifs peut s'accommoder de la netteté de la porcelaine; le style simple, le faire serré de ces artistes pourra y être rendu, sans doute, avec un peu de sécheresse, mais avec la précision nécessaire; il n'en sera plus de même toutefois pour les peintures plus fougueuses du Titien, pour la richesse de Véronèse, pour l'abondance de Rubens ou la profondeur de Rembrandt; avec les couleurs toujours un peu sèches, un peu dures de la porcelaine, il faut renoncer à les reproduire; la faïence, au contraire, a quelque chose de plus gras dans les contours, de plus puissant dans le ton, elle semble pouvoir être empâtée comme une toile de Rembrandt, la peinture fait corps avec elle; bien traitée, elle est certainement supérieure à la porcelaine : la magnifique exposition de M. Wegwood en donne des preuves évidentes.

Ce ne sont pas seulement, au reste, les œuvres des maîtres anciens, de Véronèse notamment, copiées par notre compatriote M. Lessore, avec une justesse et une richesse de ton admirables, qu'ont reproduites MM. Wegwood, ils ont encore emprunté leurs sujets à nos jeunes compatriotes : nous avons vu la belle Léda de M. Baudry, et son cygne amoureux; la dame a toujours sa pureté de forme si attrayante et son air étonné.

Outre les grandes pièces d'un prix élevé, qui donnaient à l'exposition de M. Wegwood la plus grande valeur, outre ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

belles et sérieuses peintures d'après les maîtres italiens, outre les reproductions de notre gracieux Watteau, on y trouvait encore mille petits objets en faïence, vases pour mettre des épingles, des bijoux, etc., que les femmes placent sur leur toilette, décorés de charmants sujets ; de petits Amours y voltigent avec une grâce parfaite; toutes ces peintures, exécutées rapidement, enlevées au bout du pinceau, ont le charme d'un croquis, et il est certain que lorsque ces mille riens, malheureusement encore très-coûteux, qu'a exposés M. Wegwood, seront importés à Paris, ils y auront le plus grand et le plus légitime succès.

Les faïences étaient encore en grand honneur chez M. Minton, dont l'exposition présentait une variété d'objets extraordinaire; nous y avons vu des pièces énormes portant de fort belles décorations en relief, et aussi de très-belles peintures; le triomphe de César, de Mantegna, dont le carton existe en si mauvais état à Hampton-Court, a été reproduit sur une série de plats où le grand style de cette belle page est bien rendu. La porcelaine n'est pas dédaignée davantage, et plusieurs des imitations de vieux sèvres, de M. Minton, sont bien réussies.

Ce qu'il y a surtout de frappant dans cette exposition anglaise est la richesse de la palette qu'emploient aujourd'hui les céramistes; les majoliques florentines n'ont guère que quelques tons peu heureux; les peintres anglais peuvent, au contraire, aujourd'hui reproduire une peinture quelconque avec la richesse et la variété de ton qu'avait depuis longtemps la porcelaine.

Notre exposition de faïences n'était certainement pas aussi brillante que celle de l'Angleterre; mais des pièces remarquables montraient que l'importance de la voie nouvelle est aussi comprise dans notre pays. M. Jean exposait quelques pièces excellentes, et M. Deck le beau vase dans le style persan qui avait été si apprécié à Paris, à l'Exposition des Arts industriels. M. Lavalle avait montré des plats émaillés en bleu d'une très-grande dimension; M. Pinart avait aussi plusieurs pièces importantes, entre autres un paysage très-fin de ton; mais il faut reconnaître que la palette de nos *vasiers*, si nous pouvons ressusciter le mot, n'est pas aussi riche que celle de leurs voisins d'Angleterre; il n'y avait pas chez nous cette puissance, cette variété de ton qui rend si remarquables les peintures de MM. Wegwood. Toutefois la tendance à revenir à la faïence, à préférer les ser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vices de faïence décorée, même pour l'usage journalier, à la porcelaine blanche, est évidente, et c'est évidemment vers la reproduction des faïences artistiques que doit se tourner maintenant la fabrication.

Notre Manufacture de Sèvres nous préserve d'une défaite complète dans les arts céramiques, bien que quelques personnes aient jugé sévèrement l'exposition de ce grand établissement; elle n'était peut-être pas heureusement distribuée; la profusion avec laquelle les objets étaient accumulés dans un espace trop étroit nuisait certainement à l'effet qu'ils auraient pu produire, si, plus isolés, plus faciles à bien voir, on avait pu détacher chacun d'eux sur un fond d'une teinte neutre, sur lequel le galbe des objets eût pu être facilement apprécié.

La Manufacture de Sèvres a toujours des peintres excellents; qu'ils aient à épanouir une gerbe de fleurs, à copier l'œuvre d'un maître, ou à inventer un sujet décoratif, à grouper des enfants et des Amours, ils y réussissent également : les fleurs accumulées sur quelques grands vases blancs et bleus, sont d'une fraîcheur adorable; les ruses de l'amour, qu'a peintes M. Roussel, sont charmantes; les petites figures sont très-bien modelées, mais il faut reconnaître que les sculpteurs qui fournissent le dessin des vases eux-mêmes sont moins habiles; les formes laissent souvent à désirer, les anses sont parfois dans de mauvaises proportions, d'un galbe malheureux, tellement que l'œil n'est presque jamais complétement satisfait; l'éloge commencé s'arrête quand du détail on passe à l'ensemble, de la peinture à la forme générale. Il faut se hâter de reconnaître qu'à cette impression dominante il est de brillantes exceptions, que l'on peut admirer complétement de charmants vases à fond noir dorés, dans le style égyptien, décorés de peintures consacrées aux arts agricoles.

Les essais faits à Sèvres pour reproduire les belles faïences du seizième siècle ont été très-heureux, et nous avons admiré bien franchement plusieurs vases fort élégants et bien décorés. Ce serait peut-être ici plutôt le procédé qui ferait défaut, que le sentiment artistique; car les contours des peintures sont un peu baveux, la couverte trop fusible sans doute ayant entraîné les teintes les unes sur les autres.

L'Allemagne s'est pendant longtemps distinguée dans la céra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mique, et les porcelaines de Saxe ont encore aujourd'hui une haute réputation. La passion des beaux produits de l'art céramique était autrefois des plus vives en Allemagne, et la galerie de la Voûte-Verte, à Dresde, renferme une des plus riches collections de poterie qui soient au monde.

Il ne semble pas que les fabricants actuels aient conservé les traditions qui avaient donné à leurs aïeux une si haute réputation, et l'exposition très-complète, très-importante, que montrait la Saxe à Kensington, était loin d'être parfaite. En général, les objets étaient composés dans une gamme trop claire; la blancheur de la porcelaine n'était dissimulée que de place en place par les peintures, et la répétition de toutes ces masses blanchâtres devenait bientôt très-fatigante : il est très-probable qu'un plus petit nombre d'objets isolés aurait produit un ensemble beaucoup plus satisfaisant. Les dessinateurs saxons, au reste, ne se sont pas mis en frais d'imagination; presque tous leurs objets sont composés sur des modèles identiques : le genre rococo domine exclusivement, et toujours nous revoyons le même berger regardant tendrement la même bergère à panier; des fleurs découpées, peintes agréablement au reste, serpentent en guirlandes sur les vases et les pendules et les entourent d'une décoration uniforme.

Qu'un seul de ces objets soit placé dans un boudoir Louis XV, il y pourra être parfaitement à sa place; son éclat, ses teintes brillantes un peu crues, pourront s'harmoniser dans l'ensemble, et ne plus soulever les critiques qui s'imposent lorsqu'on parcourt la salle où la porcelaine de Saxe était entassée. Nous croyons fermement que les manufactures allemandes ne retrouveront leur vieille réputation qu'à la condition de ne pas marcher toujours dans leur ancienne voie, mais de chercher quelques combinaisons nouvelles. Notre Manufacture de Sèvres peut leur servir de modèle; tout ce qu'elle fait n'est pas parfait, sans doute; mais elle s'ingénie, elle essaye; elle ne se contente pas de refaire toujours du vieux sèvres, comme les manufactures de Saxe de reproduire constamment les petits Chinois et les berquinades qui ont donné au vieux saxe sa grande valeur.

C'est encore en puisant des inspirations dans le passé que l'Italie s'efforce de reconquérir sa vieille suprématie dans l'art céramique; elle veut refaire ces belles majoliques qui avaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autrefois tant de réputation. M. le marquis Ginori Lisci, de Florence, a montré, en effet, une très-belle collection de poteries, composées dans le genre des majoliques italiennes du seizième siècle, et on y admirait notamment un beau portrait de Lucca

Fig. 7.

della Robbia, très-riche et puissant de ton. M. Lisci fera bien de s'en tenir à sa faïence et d'abandonner la fabrication de la porcelaine décorée; celle qu'il a montrée est d'un goût horrible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne reviendrons pas sur les porcelaines de Chine et du Japon, médiocrement représentées au reste à Kensington, et qui n'ont d'autres tendances que le *statu quo* dans une fabrication qui a produit de si merveilleux résultats.

Au point de vue de l'art, la céramique a encore énormément à faire; la porcelaine doit surtout chercher d'habiles dessinateurs qui lui indiquent des formes excellentes; le musée Campana pourra être au reste très-utilement consulté, et les Étrusques devront souvent nous servir de guide. Il y a aussi, il faut le reconnaître, une modification importante à opérer dans le goût public; car les objets de luxe en porcelaine que fabriquent aujourd'hui nos manufactures sont très-habituellement détestables : de petites figurines mal dessinées, mal peintes, sont posées devant des flambeaux ou sur des pendules; des fleurs parfois assez délicates mais d'une pâleur exagérée serpentent maladroitement sur des vases d'une forme peu élégante; il n'est aucune partie de l'art industriel qui soit aujourd'hui aussi mal traitée. Qu'on ne répète pas qu'il faut continuer de faire cette mauvaise pacotille parce qu'elle se vend bien; ce qui est réellement bon se vend encore mieux, l'essai en a été fait mille fois, et le public français récompense bien vite celui qui acquiert dans un art quelconque une véritable supériorité.

Que ne reproduit-on aussi les beaux grès flamands du seizième siècle? Ces élégantes poteries grises ou bleuâtres, dans lesquelles on servait la bière autrefois, ne seraient-elles pas mille fois plus élégantes que ces grosses masses de verre qu'on emploie aujourd'hui?

Nos faïenciers sont loin enfin de connaître encore complétement la partie technique de leur métier; quand ils seront maîtres de produire de grandes pièces, très-riches de ton, très-solides, résistant bien à toutes les intempéries, ils verront s'ouvrir devant eux le champ le plus vaste. Nous avons en France des monuments constamment monochromes à l'extérieur; notre belle pierre de Paris nous rend fiers, nous la ciselons avec amour, et nous arrivons à produire des monuments admirables d'un seul ton; la façade du vieux Louvre qui longe le quai est la preuve des merveilles qu'on peut exécuter avec cette teinte unique; l'architecte aime parfois cependant à animer une façade par des teintes variées, il a recours à des marbres de différentes nuances:

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais quelle admirable ressource ne trouverait-il pas dans de belles faïences peintes, combien elles donneraient de gaieté, de brillant à nos rues; on l'a essayé récemment aux théâtres du Châtelet; il a fallu y renoncer parce que les médaillons étaient mal réussis; c'est là une défaite pour la céramique, elle doit prendre sa revanche. Si enfin le progrès de cette industrie était rapide, elle trouverait dans les devantures de boutiques un débouché infini. Les enseignes peintes sont plus rares aujourd'hui qu'autrefois, et l'on comprend que nos vitrines formées de glaces d'un seul morceau où la dorure est prodiguée, ne puissent s'accoler à une peinture exposée à la poussière, à la pluie, à la fumée, qui, après quelques années, est méconnaissable; mais si nous avions de belles plaques de faïence, tous ces inconvénients disparaîtraient, et les figures vitrifiées resteraient brillantes, nettes, indéfiniment. Il faut donc que les céramistes redoublent d'efforts; s'ils arrivent à livrer au commerce de belles faïences peintes à des prix modérés, ils pourront contribuer rapidement à l'embellissement de notre grande ville de Paris.

L'art du verrier prête bien moins à la critique. Il ne semble pas que depuis 1855 le goût du public ait beaucoup changé, en France au moins; on aime maintenant, comme il y a sept ans, des verres essentiellement légers, délicatement ciselés à l'acide fluorhydrique ou à la meule; le goût des pièces plus lourdes, plus profondément taillées, a disparu; il se rencontre encore chez nos voisins d'Angleterre, qui ont exposé beaucoup de gobeleterie à angles saillants, qui fait valoir l'éclat de leur cristal, auquel ils savent fort bien, du reste, donner des formes élégantes et qu'ils décorent très-finement.

Les formes de nos vases sont actuellement bien trouvées, bien étudiées; il est à désirer qu'on les conserve. S'il est une tendance à signaler dans le goût actuel, dans la mode, pour parler plus sincèrement, c'est l'emploi de plus en plus fréquent du verre blanc dans les services de table; les bouteilles à vin ont disparu pour céder la place à d'élégantes carafes; les vins fins eux-mêmes, que les domestiques versent pendant le repas, sont décantés dans des carafes, et la vieille bouteille garnie de toiles d'araignées n'est plus de mise; il est certain que la table y gagne en élégance et en propreté.

On a fait dans ces dernières années quelques heureuses tenta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tives d'imitation de verrerie de Venise; les carafes à côtes saillantes, à anses arrondies, ont eu un grand succès; pourquoi dès lors ne pas ressusciter aussi ces jolis verres très-coniques, à pied droit, que recherchent aujourd'hui avec tant de soin les antiquaires; il est probable qu'ils partageraient le succès des carafes vénitiennes.

L'Allemagne a montré, cette année encore, sa belle collection de verrerie de Bohême, si parfaitement transparente, bien décorée et taillée, mais ne possédant pas toujours peut-être la légèreté de forme qui distingue nos verres français.

VI. — TISSUS.

La grande industrie qui a pour objet la fabrication des tissus de tout genre, la plus considérable de toutes les industries manufacturières, doit aussi être appréciée au point de vue de l'art. Sans doute une grande partie de l'immense production qu'elle comprend ne se rapporte qu'à des tissus simples qui ne valent que par leur utilité, comme les toiles, les calicots, les draps communs, etc.; mais l'art apparaît brillamment dans une partie importante qui comprend les étoffes brochées, les broderies, les dentelles, les impressions en tout genre, les châles, etc. C'est par le goût, l'élégance du dessin, l'harmonie des couleurs, que valent surtout ces produits, et chacun sait quelles ressources nos fabricants trouvent dans l'ardeur et l'imagination de nos nombreux dessinateurs de Paris principalement, toujours empressés à multiplier et à varier leurs créations. Ils entrent pour une bonne part dans la constitution de cette royauté que l'on appelle la mode, qui fait rechercher à Paris, tous les ans, la disposition nouvelle des toilettes des dames, qui s'exécute ensuite dans le monde entier.

Au point de vue industriel, cet élément est d'une importance majeure, et il est bien difficile à des fabricants placés en dehors du centre parisien de créer des nouveautés que la mode doive presque sûrement adopter; c'est le plus souvent en venant chercher des modèles chez nos dessinateurs de Paris qu'ils y parviennent. C'est ainsi qu'opèrent plusieurs imprimeurs sur étoffes de Manchester et de Glascow. Il importe donc beaucoup à nos industries que le goût ne faiblisse pas chez nos artistes, que leurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travaux soient dignement appréciés, comme ceux de leurs collaborateurs si nombreux qui concourent dans tant de directions diverses à ce qui fait l'élégance des toilettes; et il faut espérer qu'il en sera toujours ainsi, car la capitale de la France est pour ainsi dire nécessairement un centre puissant de mouvement intellectuel et d'activité artistique.

Nous n'entrerons pas dans des détails étendus sur les industries dont nous parlons ici, nous nous contenterons de citer les œuvres les plus saillantes remarquées à l'Exposition.

Parmi les toiles peintes, les impressions de Manchester et de Glascow répondaient pour ainsi dire à toute la fabrication possible à imaginer; malgré cela les jaconas imprimés de Wesserling brillent d'un éclat qui les faisait admirer de tous.

Les soieries de Lyon, produits de cette belle industrie qui nous vaut toujours une palme incontestée dans toutes les Expositions universelles, brillent toujours d'un grand éclat, malgré les conditions fâcheuses de l'Exposition, résultant du défaut d'emplacement dont nous avons parlé dans un précédent article. D'admirables produits, non moins remarquables pour leur éclat que pour les difficultés vaincues, meublent les vitrines des fabricants lyonnais.

Les progrès de l'industrie anglaise sont tout à fait remarquables dans cette voie, et doivent exciter nos fabricants à redoubler d'efforts pour ne pas laisser diminuer l'avance qui nous sépare de nos rivaux.

Les cachemires français n'ont pas encore rencontré de concurrence sérieuse, sauf celle de Vienne, en Autriche, pendant que les progrès techniques accomplis dans la fabrication nous rapprochent chaque jour davantage des modèles de l'Inde, dont au début on était si éloigné.

L'industrie dentellière occupe toujours un rang élevé dans notre pays; les dessinateurs spéciaux produisent chaque jour de charmantes créations; on ne doit pas pour cela oublier de reconnaître les grands progrès de la dentelle de Bruxelles, et aussi, dans un ordre moins élevé, ceux des guipures d'Irlande, moins délicate sans aucun doute, mais qui est susceptible d'une consommation assez étendue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ART INDUSTRIEL EN 1862.

De l'examen attentif de tous les objets d'art réunis à Kensington, orfévrerie, ébénisterie, bronzes, céramique, il ressort nettement que si plusieurs pays différents ont exposé des œuvres dignes d'attention, la lutte sérieuse n'existe qu'entre l'Angleterre et la France. Sans doute l'Orient est sans rival dans quelques productions; ses tapis, ses vases émaillés, ses coffrets d'ivoire sont admirables, et les nations plus avancées de l'Occident pourraient souvent les prendre pour modèles; mais la production est organisée dans ces contrées lointaines dans des conditions tellement différentes des nôtres, qu'il est difficile de tirer des chefs-d'œuvre chinois autre chose que des motifs à reproduire. Sans doute encore, l'Allemagne fabrique de fort belles porcelaines, bien qu'elles n'approchent plus de celles qui ont fait autrefois à la Saxe une si haute réputation; l'Autriche expose toujours avec un légitime orgueil ses verres de Bohême, l'Italie avec ses mosaïques et les travaux de ses nombreux artistes montre que tout sentiment d'art industriel n'est pas éteint chez elle; mais la France et l'Angleterre seules ont aujourd'hui une véritable importance dans les diverses branches de l'industrie où l'art est souverain.

Pour que l'art progresse dans une contrée, il faut, en effet, que le peuple soit riche, qu'il ait des loisirs qui lui permettent au delà des premières nécessités matérielles de la vie. S'il est misérable, si tous ses efforts se portent sur son existence matérielle, ou si une mauvaise constitution politique cause un malaise incessant, l'art est délaissé. Or l'Angleterre, tranquille dans la liberté qu'elle a su conquérir et conserver, peut accorder à l'art une sérieuse attention. Les richesses créées par l'industrie, fécondées par le commerce, permettent en même temps une rémunération assez considérable pour attirer vers cette carrière, devenue lucrative, une fraction importante de la population. L'Italie préoccupée de s'organiser, l'Allemagne plus agricole qu'industrielle non encore en équilibre, l'Espagne endormie, la Russie tout entière à sa grande transformation sociale, sont loin de se trouver dans des conditions aussi favorables, et ne peuvent encore entrer en lice.

Ainsi restreinte aujourd'hui, la lutte n'en est pas moins grave.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il importe, nous l'avons dit, pour la prospérité de notre pays, que nous restions les maîtres dans ces travaux, il importe que nous ne laissions pas l'Angleterre, qui nous devance habituellement pour tous les objets de grande fabrication, nous primer encore pour ce qui touche au luxe, et cette Exposition peut être pour nous un enseignement très-fécond, si nous savons y voir ce qu'elle renferme; c'est donc surtout de la France et de l'Angleterre que nous allons nous occuper en cherchant à résumer notre impression et à en tirer des indications sur la voie dans laquelle doit marcher notre pays pour conserver la suprématie qu'il possède depuis plusieurs années.

Si nous comparons l'Exposition anglaise de 1855 à celle de 1862, nous trouvons dans plusieurs branches d'industrie les progrès les plus sensibles.

Les orfévres anglais sont bien supérieurs à ce qu'ils étaient autrefois; tandis qu'en 1855 on voyait surtout accumulés dans les vitrines ces sujets de chasse ou de guerre presque invariablement composés sur le même type qui leur avait valu le nom de genre du palmier, tandis qu'on avait consommé une masse énorme de métal précieux pour représenter des chasseurs, des chiens, des chevaux formant un ensemble impossible à rendre décoratif, aujourd'hui ce genre d'orfévrerie perd de plus en plus d'importance. Les objets exposés par MM. Hunt et Roskell, M. Elkington et M. Phillips nous montrent combien le goût de nos voisins s'est heureusement modifié. Nous avons parlé plus haut des meubles anglais, et nous avons reconnu également que l'ensemble avait beaucoup gagné, la tendance à l'imitation française est évidente; sans avoir la perfection de l'ébénisterie française, les meubles anglais, fabriqués avec grand soin, sont même conçus souvent sur de bons types, et s'ils ne s'étaient pas trouvés à côté de leurs puissants rivaux, on aurait peut-être eu grand'peine à découvrir les petites fautes de détail qui les empêchent de prendre le premier rang.

Bien que dans cette industrie les Anglais marchent à notre suite, la distance qui autrefois les séparait de nous est tellement diminuée, qu'il y a lieu encore de se préoccuper de leurs progrès.

La France conserve sa supériorité incontestée dans les tapisseries, dans les soieries très-riches, dans les bronzes d'art; mais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en somme, dans quatre des industries d'art le combat a pris les proportions les plus sérieuses.

Risquons-nous d'être complétement vaincus ?

La réponse pour nous se trouve dans les galeries de peinture de Kensington.

Il nous paraît impossible, en effet, de ne pas considérer l'art industriel comme une manifestation particulière de l'art proprement dit; il en dérive, il en naît; si à certaines époques l'un progresse, l'autre avance en même temps; dans d'autres périodes, au contraire, la même décadence les entraîne, l'histoire le démontre. Si l'antiquité nous fournit des modèles de grâce, si les vases grecs sont toujours d'un galbe pur, si la silhouette des coupes, la ciselure des bijoux antiques est délicate, si l'ensemble que nous a offert récemment la collection Campana est d'un travail exquis, n'est-ce pas que les auteurs inconnus de ces œuvres d'élite s'étaient inspirés à l'école des maîtres de l'art, qu'ils étaient les élèves des plus grands statuaires du monde, de Phidias, de Lysippe, de Polyclète, etc.?

Si, dix-huit cents ans plus tard, les meubles, les bijoux, les vases de la Renaissance ont encore pour nous tant de valeur, si nous revenons avec tant de constance à leur imitation, si nous les considérons comme des modèles de grâce et de goût, n'est-ce pas encore que l'art proprement dit brillait alors de l'éclat le plus vif, que Léonard de Vinci, Raphaël, Michel-Ange, le Titien, le Véronèse, le Corrége, jetaient un éclat qui n'a jamais été surpassé, et que l'art, s'éveillant en France sous leur souffle puissant, nous donnait ce maître dans l'ornementation, Jean Goujon, qu'on recopie si souvent aujourd'hui?

Ces deux exemples ne font-ils pas foi que l'art industriel dérive de l'art proprement dit, et que si une nation veut conquérir le monopole lucratif des œuvres de goût, elle ne doit pas s'efforcer de faire naître ces œuvres directement, mais cultiver d'abord les arts, pour en obtenir, comme d'une semence féconde, les résultats qu'elle recherche spécialement? Vouloir qu'une nation inhabile à manier le pinceau ou l'ébauchoir puisse faire de la céramique, de l'ébénisterie, de l'orfévrerie, c'est vouloir élever le couronnement d'un édifice dont les étages inférieurs n'existent pas, c'est bâtir dans le vide.

Pour reconnaître donc si dans la lutte qu'elle entreprend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre nous, l'Anglelerre peut nous surpasser, il faut se transporter aux galeries de peinture, et les passer rapidement en revue.

Si l'on pénètre dans les salles destinées à l'exposition des beaux-arts par les escaliers du sud-est, on arrive d'abord aux collections des aquarellistes anglais; on sait combien nos voisins d'outre-mer affectionnent ce procédé, non pas pour en tirer des indications rapides, pour rehausser un croquis enlevé, mais pour en faire des œuvres complètes et terminées. Les aquarellistes anglais arrivent ainsi à faire preuve d'une grande habileté manuelle, ils font des peintures roses et blanches, dignes des keepsakes ou des albums, mais n'atteignent presque jamais à de puissants résultats. Ils ont eu, en ce genre cependant, Bonington; mais ses œuvres forment au milieu de toutes celles qui sont exposées un tel effet, qu'elles semblent bien prouver que leur auteur n'est qu'une brillante exception.

Les jeunes miss aiment beaucoup à s'essayer à la peinture, les aquarelles que nous avons vues exposées semblent être précisément destinées à leur servir de modèle. C'est à peine si on peut citer, au milieu de ces teintes d'une fraîcheur exagérée qui font penser à une mer de lait parsemée de fraises, quelques dessins un peu vigoureux, et si pour rendre la comparaison plus sensible nous arrivons immédiatement à notre galerie de dessins, et que nous comparions à ces peintures décolorées les vigueurs de Decamps, l'élégance de M. Eugène Lami ou le sentiment si profond que M. Bida apporte dans ses œuvres orientales et qu'on retrouve encore à un si haut degré dans son admirable bataille de Rocroy, nous ne pouvons avoir l'idée de méconnaître notre supériorité.

Sans doute, dans la peinture à l'huile les Anglais prennent une sorte de revanche, du moins ils amènent en ligne des lutteurs avec lesquels le combat est possible; mais dans combien de siècles sont-ils distribués? Hogarth et Wilkie, comme peintres de genre; Reynolds, Gainsborough et Lawrence, comme portraitistes, ont une valeur incontestable, et on ne peut voir leurs belles toiles, que nous connaissons si mal en France, sans désirer vivement que notre Louvre en acquière quelques-unes. Mais quand aujourd'hui on a cité M. Landseer, on est fort empêché pour trouver un nom à ajouter à ceux que nous venons de prononcer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si enfin, au lieu de s'en tenir à ces sommités, on considère la masse des peintres anglais, on reconnaît facilement que leurs œuvres sont extraordinairement faibles, et s'il n'est pas douteux, par les exemples que nous avons sous les yeux, que l'Angleterre a été capable de donner le jour à des peintres de grand mérite, il paraît certain également qu'il n'y a pas d'école britannique. Reynolds, Gainsborough, Lawrence ont laissé des œuvres, ils n'ont pas fait d'élèves.

Il n'en est pas ainsi chez nous, bien que le peu d'espace qui nous était réservé nous ait forcé à un choix très-sévère. Decamps, Delaroche, Scheffer, Marilhat : MM. Ingres, Delacroix, Flandrin, etc., représentés par des œuvres très-récentes, dénotent une supériorité encore incontestable sur l'école anglaise actuelle. En dehors même de ces maîtres, on trouverait très-facilement dans les jeunes artistes, MM. Gérôme, Pils, Bouguereau, Baudry, Courbet, des peintres extrêmement distingués. Malgré la sévérité qu'affectent parfois pour nos artistes les critiques d'art, ils ne pourront s'empêcher de reconnaître, cette année, à Londres, que l'ensemble de la peinture française est infiniment supérieur à ce qu'ont exposé les peintres anglais. Les Belges seuls pourraient lutter, car leur petite salle renferme de la peinture d'un grand style due à M. Gallait et à M. Leys; de la peinture très-agréable signée de M. Willems et de MM. Stevens.

Si nous continuons notre comparaison entre la France et l'Angleterre, nous avons donc lieu d'être rassurés. La Grande-Bretagne étant très-inférieure à la France dans l'art proprement dit, ne saurait la dépasser dans l'art industriel. Il est impossible que des artistes faibles en moyenne puissent conduire des industriels là où eux-mêmes ne sauraient aller. Non-seulement enfin nous possédons plus d'artistes éminents que l'Angleterre, mais nous en avons un bien plus grand nombre d'un talent moins élevé, mais dont le concours est de la plus grande valeur pour l'industrie, qui profite le plus souvent de leurs travaux quand il leur faut renoncer à cultiver les beaux-arts.

Ce que nous venons de dire de la peinture est également vrai de la sculpture, qui a des applications plus multipliées, plus directes à l'industrie. On compte en Angleterre des sculpteurs distingués, M. Gibson notamment; mais sans doute par le défaut de l'esprit d'individualisme qui, en politique, a fait la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grandeur de l'Angleterre, ce ne sont pas des chefs d'école, et on ne pourrait citer de nos jours un sculpteur qui ait eu sur l'industrie anglaise l'heureuse action que nous avons vu Pradier exercer en France sur l'industrie des bronzes. Il faudrait remonter jusqu'à Flaxmann, qui inspira à Wegwood les formes des vases de tout genre qui ont valu cent ans de célibrité aux poteries anglaises.

Actuellement réduite à ses propres forces, l'Angleterre serait impuissante pour accomplir en peu de temps la transformation artistique de son industrie dont elle apprécie fort bien l'utilité; elle l'a bien senti, et c'est en attirant chez elle des artistes étrangers, notamment des artistes français, qu'elle arrive au point où nous la voyons. Si elle continuait cette méthode, elle se condamnerait évidemment, toujours, à une infériorité relative; car, en admettant même qu'elle sache parfaitement choisir, elle ne pourra jamais transporter en Angleterre le nombre considérable d'hommes spéciaux, nécessaire, pour conduire à bonne fin toutes les œuvres qu'elle voudra exécuter.

Ce ne sont pas seulement quelques sculpteurs sur bois qui peuvent amener l'ébénisterie au point où elle se trouve chez nous, il y faut encore une série d'artistes éminents : des architectes pour dessiner le meuble, lui donner un caractère précis, harmoniser toutes ses parties, choisir les étoffes qui le doivent couvrir; il faut encore les manufacturiers habiles qui tissent, teignent les étoffes, qui y brodent les admirables tapisseries que nous avons vues exposées à Kensington dans la cour française. — Il faudra non-seulement des ciseleurs habiles pour faire de belle orfévrerie; le souffle premier appartient encore à l'art proprement dit, les riches industriels anglais pourront bien à prix d'or embaucher les soldats ou même les sous-officiers de l'art industriel, mais les généraux nous resteront.

Il n'est pas certain, au reste, que les expatriés conservent tout le talent qu'ils ont dans leur pays; les Français ont une nature essentiellement impressionnable, ils sont éminemment sociaux et n'aiment point l'isolement, ils ne prennent toute leur valeur qu'excités, soutenus par un milieu sympathique; transportés au milieu d'une nation étrangère, abandonnés, n'ayant plus ces conversations favorables au progrès au feu desquelles les hommes de la même profession échauffent leur génie, le goût

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

local qu'ils sont venus pour combattre finit par réagir sur eux, ils déclinent et ne conservent plus la supériorité qui les avait fait rechercher d'abord.

En admettant même que les considérations que nous venons de faire valoir n'aient pas toute l'importance que nous leur attribuons, il est évident qu'une contrée qui emploie presque exclusivement des artistes étrangers n'arrivera jamais à produire des œuvres originales; et c'est, en effet, ce qui arrive aujourd'hui, car presque tout ce que l'Exposition anglaise a montré de remarquable avait une tournure française évidente. Le buffet de MM. Graham et Jackson est certainement d'origine française ou imité des meubles français; la meilleure orfévrerie est de M. Vechte, artiste français; les belles peintures sur faïence, de MM. Wegwood, sont dues, dit-on, encore à des artistes français, et, dans tous les cas, elle est surtout remarquable par le procédé, de sorte que ce sont plutôt les chimistes que les peintres qu'il faut louer.

Tant donc que nous reconnaîtrons, en Angleterre, une infériorité manifeste dans l'art proprement dit, nous n'aurons pas lieu d'être très-inquiets; si elle veut aller plus loin, il faut qu'elle ait une école de peinture et de sculpture britanniques. En fournissant à ses jeunes artistes des maîtres étrangers, dignes de les conduire, elle pourra hâter ce résultat, car on connait de nombreux exemples de l'heureuse influence d'un homme de génie séjournant au milieu d'un pays encore en arrière dans l'étude des arts. On peut en citer en Angleterre même, car ce n'est qu'après que Holbein et Van Dyck, avant tout, admirables portraitistes, eurent passé une partie du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle à Londres, que les portraitistes Reynolds et Gainsborough trouvèrent leur véritable vocation. Jusqu'à présent, l'Angleterre néglige cette puissante source de progrès; au lieu de gagner des maîtres de premier rang, elle s'est contentée de séduire quelques praticiens; mais à cette exception près elle ne néglige rien pour organiser l'enseignement artistique et développer le goût de la nation.

Son palais de Sydenham est, sans doute, la tentative la plus gigantesque en ce genre qu'ait jamais faite une nation. En quelques années, construire un vaisseau énorme et y accumuler avec une profusion extraordinaire tous les modèles d'architecture et de sculpture les plus remarquables qui existent au monde, dépenser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des sommes énormes pour mettre ainsi sous les yeux de tous ce qui a été produit de plus remarquable dans l'art de la construction, c'est là une preuve évidente de l'intérêt qu'on apporte à l'instruction générale. Sans doute, on n'a pas montré un discernement suffisant dans le choix des œuvres exposées; on a voulu faire vite, on y a réussi, mais, malgré tout, l'ensemble est un peu pacotille; ce n'est pas une collection faite avec intérêt, avec amour, elle se ressent de la précipitation qu'on a mise à la rassembler, et il est possible qu'elle soit bientôt jugée sévèrement. On l'a dit déjà, le temps ne respecte guère ce qu'on fait sans lui. — S'il est aisé de critiquer les copies et les reproductions de Sydenham, il faut reconnaître que le *British Museum* renferme des chefs-d'œuvre, et surtout les marbres mutilés du Parthénon, et l'admirable cariatide qui trône dans son isolement, la Perle du *British Museum*, comme la Vénus de Milo est l'œuvre capitale de notre Louvre. La National Gallery, malgré l'accumulation exagérée des œuvres si discutables de Turner, Hampton-court enfin et ses admirables Raphaël, constituent une série de modèles suffisante pour exciter les artistes à s'élever jusqu'aux sommets les plus élevés de l'art si le goût général les soutient, à réagir même heureusement sur lui, à l'épurer, à l'élever par l'influence toute-puissante des chefs-d'œuvre.

Les belles choses ne manquent donc pas en Angleterre; l'obstacle le plus grand que nous voyions à cette éducation par les yeux, éducation toujours lente quand elle doit porter sur la nation tout entière, c'est la fermeture de presque toutes les galeries, pendant la journée du dimanche, où la masse du public aurait le loisir de les parcourir. L'opinion publique commence à se prononcer sérieusement en Angleterre contre ces règlements qui semblent profiter davantage aux marchands de porter et de gin qu'à un accomplissement plus rigoureux des devoirs religieux.

Quoi qu'il en soit, l'Angleterre semble vouloir, et on sait qu'elle veut avec persévérance, trouver chez elle des peintres, des sculpteurs, des architectes; elle suit là la seule marche logique, la seule qui puisse un jour peut-être lui permettre d'arriver à une supériorité réelle dans les arts industriels, si toutefois le génie de la race anglo-saxonne est susceptible d'arriver dans la culture des arts au point où nous la voyons dans tant d'autres entreprises qu'elle a menées à bonne fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le grand moyen d'action que l'esprit pratique des Anglais leur ait suggéré pour donner aux produits de leur industrie, au point de vue du goût, les qualités qui lui manquaient, a été d'organiser sur une échelle immense l'enseignement du dessin. Aujourd'hui 80,000 enfants suivent des cours dont la haute direction est confiée aux habiles promoteurs de cette grande mesure. Il n'est pas possible de douter qu'en quelques années, le goût général de la nation ne soit heureusement modifié par de pareilles mesures, résultat qu'on peut déjà considérer comme obtenu par le seul fait d'avoir passionné la nation pour ces questions, d'avoir éveillé son attention sur ce sujet. Mais de plus, un enseignement aussi étendu doit nécessairement faire naître des vocations, révéler des natures privilégiées dont les facultés fussent sans cela restées ensevelies dans des travaux d'un ordre inférieur. C'est ainsi qu'en France, dans un pays célèbre par ses facultés peu musicales, on a fait apparaître des artistes distingués avec un Conservatoire de musique. C'est avec des fondations comme celle de Sydenham et surtout du musée de Kensington, sur lequel nous revenons ci-après, que l'on espère développer complétement les artistes industriels qui pourraient ainsi se révéler. L'avenir seul apprendra si les efforts du peuple anglais doivent être couronnés de succès, mais la marche qu'il suit doit, nous le répétons, nous donner l'éveil.

Si la France, comparée aux autres nations, peut se considérer comme la première pour l'ensemble des industries dans lesquelles l'art intervient pour une grande part, il n'en est pas moins vrai qu'on découvre bien facilement dans son Exposition des parties faibles qu'il importe de corriger.

Au premier abord presque tout ce que nous avons montré est satisfaisant, le premier aspect impose un jugement favorable; quand les modèles sont bien choisis, la silhouette est agréable, et les personnes peu attentives pourraient se laisser séduire; un examen plus sérieux ne tarde pas cependant à montrer combien cet aspect brillant, cette tournure séduisante cachent de détails grossiers; tous nos objets d'orfévrerie, nos bronzes, nos bijoux, à qui ces reproches s'adressent surtout, montrent bien vite des négligences, des grossièretés qui dénotent une fabrication hâtive, peu consciencieuse, préoccupée surtout d'attribuer aux choses une valeur supérieure à celle qu'elles possèdent réel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, au détriment des qualités de solidité, de finesse qu'elles devraient posséder cependant.

On semble évidemment se préoccuper surtout de fabriquer des objets brillants qui en imposent, des imitations de toutes sortes; faux diamants, fausses perles, faux or, faux argent, faux cuivre même; la fabrication des objets d'art est entièrement tournée à faire du bon marché; elle a souvent encore le bon sens de bien choisir ses modèles, mais la valeur réelle et l'exécution sont trop souvent sacrifiées. Cette tendance entraîne même les industriels qui fabriquent pour les classes aisées, et l'on aurait peut-être quelque peine à trouver, même chez M. Barbedienne ou chez M. Denière, des bronzes ciselés avec soin, dorés avec solidité, comme ceux qui nous restent du siècle dernier. Il en est souvent de même de nos bijoux, surtout de ceux qu'on fabrique en gros pour l'exportation; ils manquent absolument de solidité, ils sont faits sans aucune autre préoccupation que celle de produire, au moment même où ils doivent être vendus, un effet séduisant sur l'acheteur; et celui-ci a trop souvent lieu de se repentir quelques jours plus tard de n'avoir pas préféré des objets plus chers, mais en même temps mieux fabriqués. C'est là un reproche très-sérieux que nous croyons pouvoir adresser à nos fabricants, ils font des objets à trop bon marché, trop peu soignés; ils s'exposent ainsi très-gravement à perdre la clientèle étrangère.

Quelquefois, nous l'avons reconnu, les fabricants de bronzes dorés, les ébénistes choisissent d'excellents modèles, il n'en est plus de même des joailliers qui sont bien loin de ce que faisaient leurs devanciers. Dans cette industrie les bons modèles font évidemment défaut. Il semble que nos fabricants se préoccupent bien autrement de la valeur des pierres, de la quantité d'or qu'ils emploient, que des modèles bien dessinés, bien composés qu'ils doivent reproduire.

Quelles sont les mesures propres à nous perfectionner, à faire disparaître les causes d'abaissement que nous venons de signaler, c'est ce qu'il nous reste à discuter maintenant, en nous gardant d'une confiance exagérée dans une soi-disant supériorité naturelle qui n'existait sûrement pas à l'époque où nous allions chercher des maîtres en Italie, et qui est évidemment le résultat de travaux, d'efforts bien dirigés pour l'éducation de la nation, qui en réclame de nouveaux aujourd'hui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La première condition pour nous après le développement des écoles de dessin, dont l'utilité est admise par tout le monde, est dans un commerce plus assidu de nos fabricants avec les chefs-d'œuvre des siècles passés. Si notre école de peinture est aujourd'hui la première du monde, le musée du Louvre n'y aura pas peu contribué; ses immenses richesses ouvertes à tout venant, ses sculptures, ses tableaux s'offrant sans difficultés à tous ceux qui veulent étudier, s'inspirer par la vue des chefs-d'œuvre ou simplement passer utilement un jour de repos, ont eu la plus heureuse influence sur le goût public.

Il serait bien à désirer que nos ouvriers pussent voir de même les œuvres d'art les plus remarquables que nous possédons en ébénisterie, joaillerie, orfévrerie, etc.; nous avons bien déjà des ébauches de collections; la galerie d'Apollon, au Louvre, a été consacrée récemment à l'exposition de bijoux précieux, le musée de Cluny renferme des chefs-d'œuvre. Tout cela est cependant encore insuffisant, et il serait à désirer qu'une grande collection d'objets d'art industriel fût créée qui pût servir aux études de nos ouvriers, comme la grande galerie de tableaux du Louvre ou le musée des antiques inspirent nos artistes.

C'est précisément à une création analogue à celle dont nous rappelons l'utilité, qu'ont abouti les principaux efforts faits en Angleterre pour faire progresser l'art industriel. Les résultats obtenus démontrent qu'il serait important de la reproduire chez nous. Je veux parler de l'Exposition du vieux palais de Kensington, où se trouvent réunis des objets d'art de la plus haute valeur appartenant soit à l'État, soit à des particuliers qui veulent bien s'en priver pendant quelque temps pour en faire jouir le public; sans nul doute on pourrait, en France, arriver à des résultats semblables; la galerie du boulevard des Italiens se recrute surtout de tableaux appartenant à quelques riches amateurs qui s'en séparent pendant quelques mois pour en faire jouir le public empressé de voir ces belles œuvres qu'il connaît peu. Que n'avons-nous une Exposition semblable pour les objets d'art industriel? elle pourrait avoir la plus grande utilité et pour le public et pour les artistes.

Leur éducation se ferait en commun; le public, éclairé sur la valeur des chefs-d'œuvre de tous les temps, refuserait les objets de mauvais goût qu'on lui offre, tandis que les fabricants et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers, frappés des ressources qu'on peut trouver dans les œuvres anciennes, imiteraient avec grand profit les bijoux de la Renaissance et de l'antiquité, comme nos ébénistes déjà utilisent avec profit les œuvres du seizième siècle.

Il faut reconnaître enfin que si la pratique de l'art est enseignée de tous côtés, si nous avons une école des beaux-arts, de nombreuses écoles de dessin d'ornementation, l'histoire de l'art laisse beaucoup à désirer, et que si nous ne manquons pas d'artistes de talent, nous rencontrons rarement des artistes instruits. Des cours spéciaux, créés à l'École des beaux-arts, pourraient sans doute avoir une très-heureuse influence sur nos artistes, en leur rendant plus fréquent le commerce avec les grands talents des siècles passés, en leur rappelant combien peut être féconde l'étude du passé, à combien d'eaux vives on peut s'abreuver en remontant vers les antiques sources de la beauté.

Ce qui importe par-dessus tout, ce qui pourrait seulement nous décider à faire les efforts nécessaires pour atteindre le but, serait le sentiment que nous voudrions voir naître chez nos fabricants, qu'il y a lieu de se préoccuper sérieusement des progrès de l'Angleterre. On a dit que les Expositions universelles étaient fâcheuses, que nous avions appris à nos voisins à nous battre en les vainquant, comme Charles XII avait montré à Pierre le Grand l'art de la guerre à coups de victoires ; que cette critique soit réelle, cela est certain ; mais il faut savoir être de son temps. Or, au dix-neuvième siècle, il faut triompher au grand soleil ; les réticences, les cachoteries ne sont plus de mise. Nous faisons assez bien, les Anglais travaillent, peinent et arrivent presque à nous égaler, faut-il nous plaindre? non pas, mais retrouver dans cette lutte une nouvelle vigueur pour aller plus avant. Il nous faut comprendre que notre marche n'était plus assez rapide, que nous nous sommes un peu endormis, que nous avons encore beaucoup à apprendre, et qu'il nous faut redoubler d'ardeur sous peine de ne plus occuper, dans les industries d'art, le premier rang qu'il importe cependant de garder, pour la prospérité et la grandeur de la France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LES ÉTUDES SUR L'EXPOSITION.

Pages.

M. TRESCA. — Aperçu général sur l'Exposition de Londres en 1862..... 4

Exposition de l'Angleterre, p. 18, — de la Belgique, p. 290, — de la Suisse, p. 294, — de l'Italie, p. 295, — de l'Espagne et du Portugal, 301, — de l'Allemagne, 305, — du Danemarck, 521, — de la Suède et de la Norwége, 523, — de la Russie, 526, — de la Grèce, 531, — de la Turquie et de l'Égypte, 531, — des États-Unis, 537, — de l'Amérique méridionale, 540.

SECTION I.

Matières premières auxquelles s'applique le travail industriel.

Classe 1. — M. TYLOR. — Laminage et forgeage des métaux.... 545

Poutres en fer forgé. — Fer puddlé. — Plaques de blindage fabriquées au marteau ou au laminoir. — Roues et bandages en acier fondu : fabrication de Krupp, de Naylor et Vickers (un bois). — Canons en acier fondu. — Acier Bessemer. — Forgeage du fer et de l'acier.

Classe 2. — M. PAYEN. — Produits chimiques..... 24

Paraffine et hydrocarbures liquides ; extraction, raffinage, applications. — Extraction du bog-head, du pétroleum d'Amérique. — Alcool obtenu à l'aide des transformations de l'hydrogène carboné. — Bleu de Prusse et prussiate de potasse ; nouveaux procédés de fabrication. — Dégraissage et dégoudronage des laines par le sulfure de carbone. — Extraction, par le sulfure de carbone, de l'huile et des matières grasses de divers résidus. — Appareils de M. Deis, p. 331.

Classe 3. — M. DEHÉRAIN. — Produits agricoles et alimentaires.. 62

Aspect général. — Céréales. — Aliments destinés au bétail. — Vins et autres boissons fermentées. — Alcools, vinaigres, conserves. — Sucres. — Cafés, thés, chocolats. — Tabacs. — Animaux utiles et nuisibles ; utilité des oiseaux. — Conclusion. — Nécessité d'une école supérieure d'agriculture.

Classe 4. — M. PAYEN. — Matières animales et végétales employées dans les manufactures..... 351

Industries stéariques ; fabrication des acides gras et des bougies stéariques. — Acides gras obtenus par saponification calcaire. — Appareil de M. de Milly pour saponifier avec 3 centièmes de chaux. — Perfectionnement relatif à l'épuration de l'acide oléique. — Moulage à mèches continues. — Comparaison entre les bougies stéariques et celles de paraffine. — Saponification à l'eau des matières grasses. — Saponification et distillation par la vapeur d'eau. — Saponification sulfurique perfectionnée et distillation, nouveaux appareils de Milly. — Cétine, bougies diaphanes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

..... M. CHAMBRELENT. — Assainissement et mise en valeur des Landes de Gascogne..... 569

Configuration et constitution du sol des Landes. — Nécessité d'un assainissement préalable. — Climat. — Culture des pins. — Culture des chênes. Cultures diverses. — Fabrique d'engrais. — Tabacs. — Pommes de terre.

SECTION II.

Machines et Appareils.

Classe 5. — M. EUG. FLACHAT. — Machines locomotives..... 589

Rapidité de la marche. — Accroissement de l'effort de traction. — Augmentation du poids servant à l'adhérence. — Application de l'injecteur Giffard pour l'alimentation. — Foyers fumivores. — Emploi de l'acier dans la constitution métallique des machines. — Utilisation de la vapeur, séchage. — Accouplement des essieux non parallèles. — Exposition française. — Exposition anglaise. — Exposition belge. — Exposition allemande. — Tableaux.

Classe 7. — M. H. TRESCA. — Machines-outils..... 729

Machines-outils anglaises. — Tours. — Machine radiale de P. Fairbain (un bois. — Id. de Hulse. — Machine à percer de Shanks, avec engrenage à coin. — Machine à mortaiser à outil rotatif de Scharp, Stewart et Cie. — Machines à raboter horizontalement et verticalement. — Etaux limeurs. — Machines à écrous. — Machine à tarauder, système Sellers. — Machine à forger. — MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS. — Machine à raboter sur les quatre faces de S. Worssam. — Machine à faire les tenons de P. James. — Établi mécanique de S. Worssam. — Liste des dessins de machines-outils et levés à l'Exposition qui sont entrés dans le portefeuille du Conservatoire des arts et métiers.

Classe 8. — M. H. TRESCA. — Machines et instruments en général.

Machines motrices 91

Chaudières. — Hydro-purificateur Wagner. — Foyers fumivores, insufflation de vapeur, appareil Clark. — Machine à fourreau de Cowan. — Machine horizontale de Carret, Marshall et Cie. — Machine à réchauffeur de May et Cie. — Régulateur de Porter. — Locomobile d'Aveling. — Traction-Engine, de Bray. — Machine à air chaud de Vilcox.

....Machines à élever l'eau..... 683

Pompe Farcot. — Pompe Letestu. — Pompe Norton. — Petit cheval de Steele. — Pompes à incendie à bras ou à vapeur. — Tableaux des résultats d'expériences. — Pompe à vapeur de Merrywather, de Shand et Mason. — Presses hydrauliques. — Accumulateur. — Presse Lecointe.

Classe 10. — M. MORIN. — Constructions civiles.

Renseignements sur la ventilation, recueillis en Angleterre en 1862..... 133

Théorie pratique de la ventilation, par le docteur Reid. — Dispositions proposées pour la Chambre des communes. — Chauffage et ventilation des salles du Parlement. — Maison particulière à Londres. — Palais de Sydenham. — Ventilation des vaisseaux.

Hôpital de Guy, à Londres 408

Résultats d'expériences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Classe 11. — M. MORIN. — Armes.

Note sur les canons des systèmes Armstrong et Whitworth. — Leur fabrication. — Résultats d'expériences comparatives..... 156

Note sur la valeur comparative des poudres de chasse anglaise et française..... 427

Classe 12. — M. PARIS. — Architecture navale et machines marines. 430

Nouvelles constructions. — Warrior. — Northumberland. — Appareil Clark pour remplacer les bassins de radoub. — Machines marines. — Machine de Penn. — Machines de Maudslay. — Machines de Humphrey et Tennant.

Classe 13. — M. E. BECQUEREL. — Appareils électriques 457

Télégraphes électriques. — Appareils d'induction magnéto-électriques. — Régulateurs. — Chronoscopes.

Classe 14. — M. E. BECQUEREL. — Photographie..... 186

Épreuves positives dites au charbon. — Litho-photographie et gravure héliographique. — Procédé Poitevin. — Agrandissement des épreuves photographiques. — Photographie des astres. Effet stéréoscopique des épreuves obtenues; Méthode de M. Warren Delarue.

Classe 15. — M. BOQUILLON. — Horlogerie 178

Théorie du spiral, par M. Phillips. — Montres Bréguet. — Échappement Brocot. — Nouvelle méthode de calcul des rouages. — Compas chronométrique Rédier. — Sablier Perreaux.

Classe 16. — M. BOQUILLON. — Instruments de musique..... 209

Pianos-orgues. — Harmonium Debain. — Instruments à vent. — Instruments à archet. — Gammier Frélon.

Classe 17. — M. U. TRÉLAT. — Instruments de chirurgie..... 470

Instruments anglais. — Instruments nouveaux de M. Charrière, — de M. Mathieu, — de M. Luër.

Appareils..... 716

Appareils orthopédiques. — Appareils prothétiques. — Appareils physiques d'usage médical. — Ophthalmoscope. — Sphygmographe du docteur Marey.

SECTION III.

Produits des Arts et Manufactures.

Classes 18, 19, 20, 21, 22. — M. ALCAN. — Industries textiles.. 628

Filature du coton : — Machines à égrener. — Ouvreuses et batteuses. — Cardage et débourrage. — Débourreuse Platt. — Étirages. — Métier Self-Acting. — Métier continu.

Industrie du chanvre et du lin : — Étalage automatique, machine Sacré.

Industrie des laines : — Fils feutrés Vouillon.

Industrie de la soie : — Machine américaine pour classer les fils par épaisseur. — Machine à bobiner.

Tissage. — Dévidoir à tension constante. — Métier Taylor à grande vitesse. — Métier à boîtes multiples. — Métier pour les façonnés. — Métier Jacquard de F. Durand, fonctionnant avec du papier. — Lisage électrique. — Machines à apprêter les étoffes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

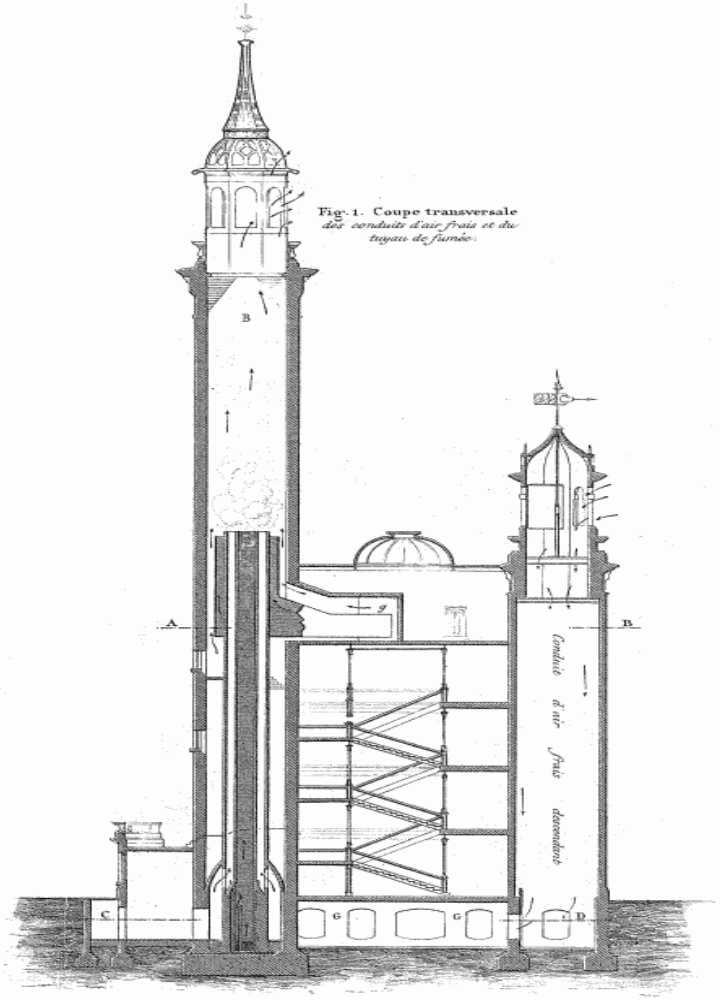


Fig. 1. Coupe transversale des conduits d'air frais et du tuyau de fumée.

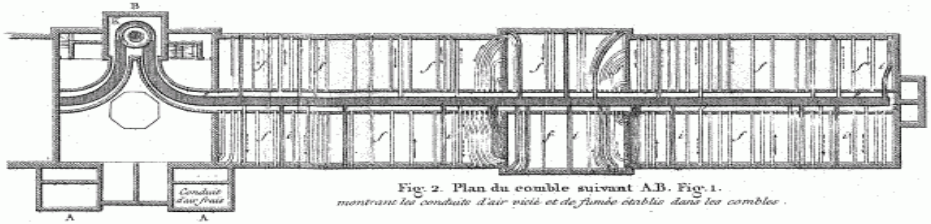


Fig. 2. Plan du comble suivant AB. Fig. 1. montrant les conduits d'air vicié et de fumée établis dans les combles.

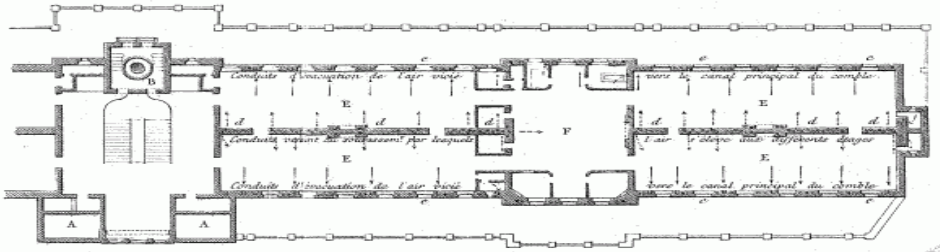


Fig. 3. Plan du 1er étage montrant les conduits d'air nouveau et d'air vicié.

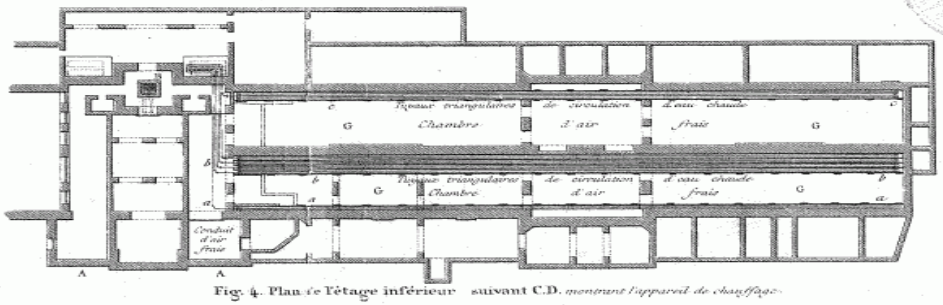


Fig. 4. Plan de l'étage inférieur suivant CD. montrant l'appareil de chauffage.

Boisseau del. et sc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2.

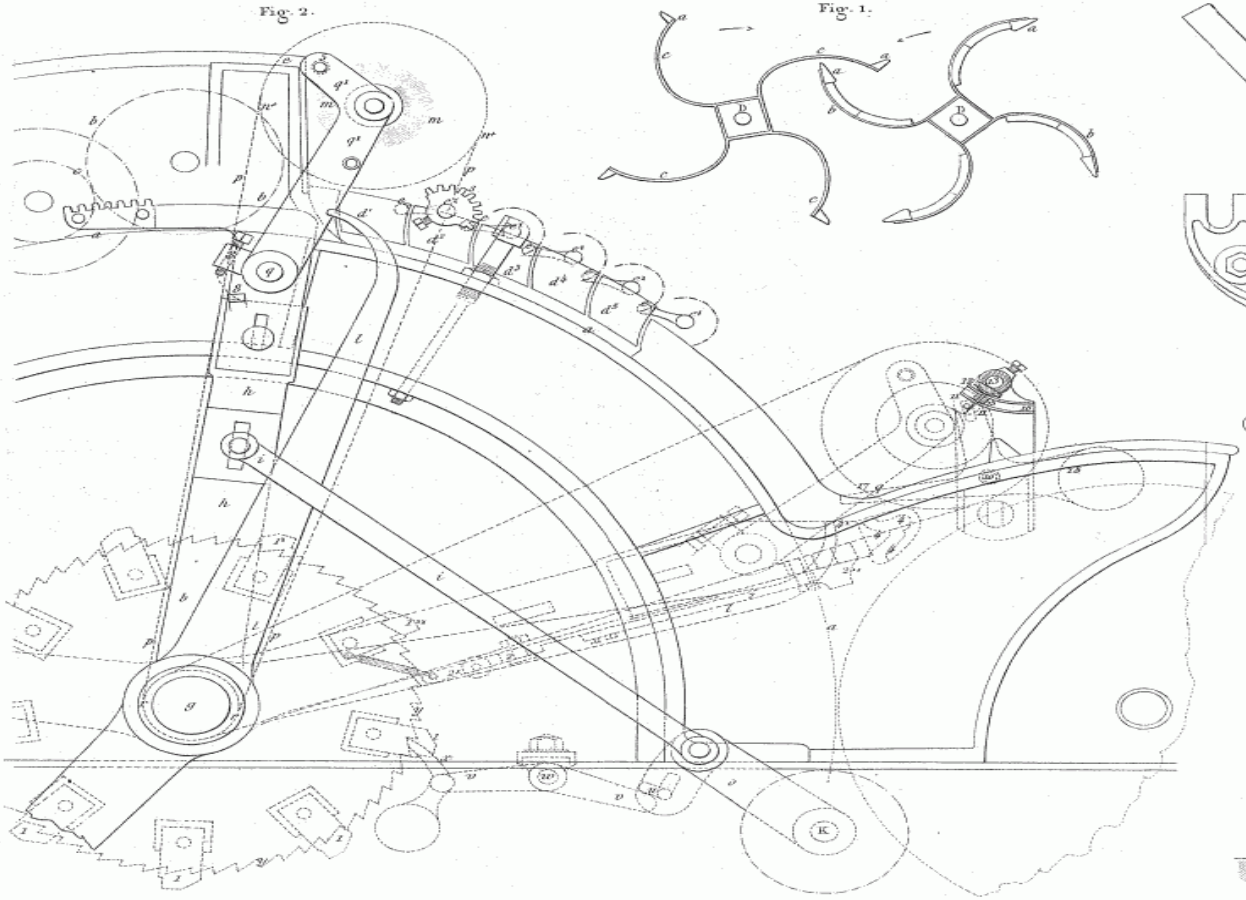
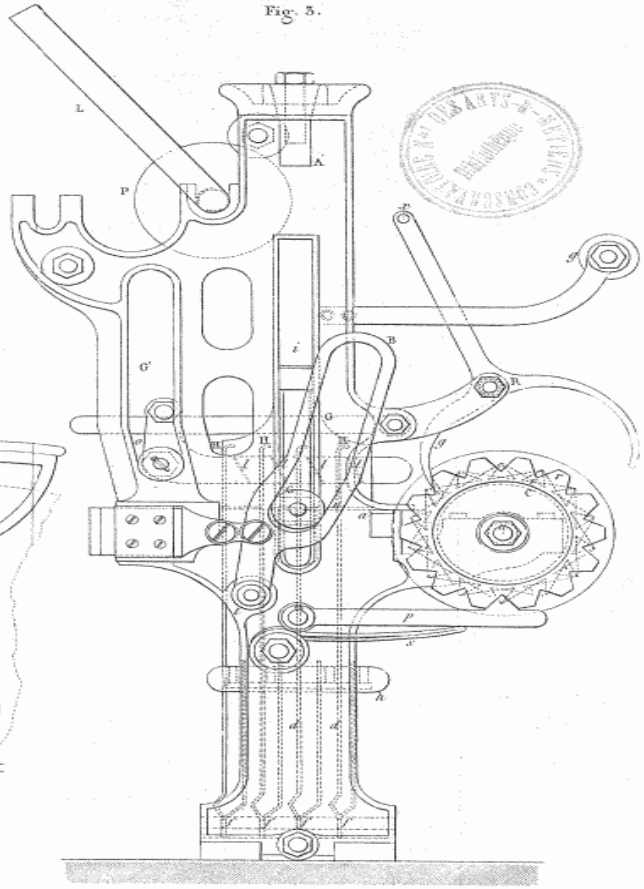


Fig. 1.

Fig. 3.



Bonnafoux del. sc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES À FAIRE LES MORTAISES ET LES RAINURES

Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers.

Détails de transmission.

Planche 15.

Fig. 1.

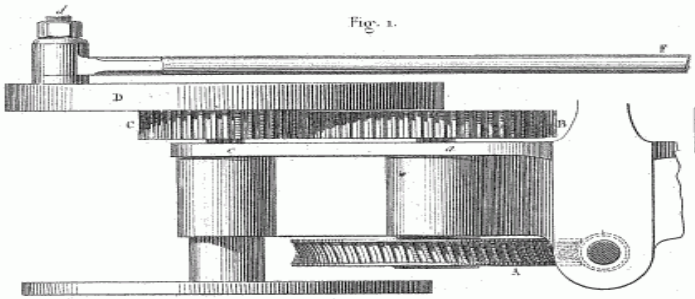


Fig. 4.

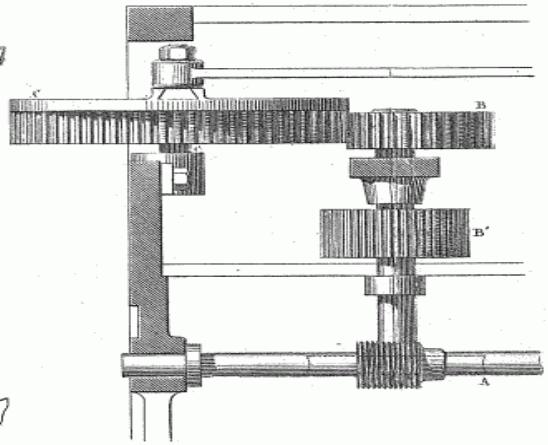


Fig. 5.

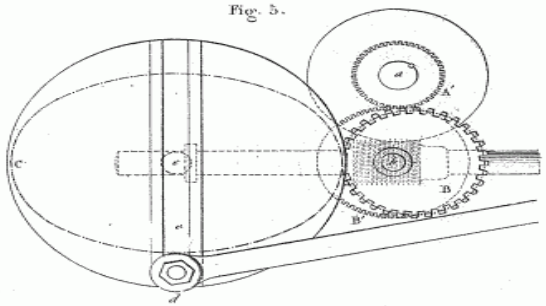


Fig. 2.

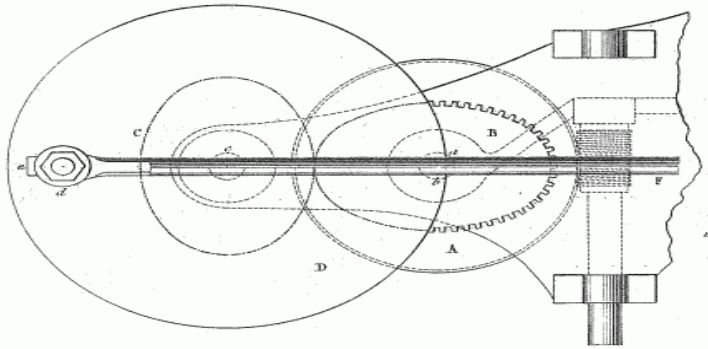


Fig. 6.

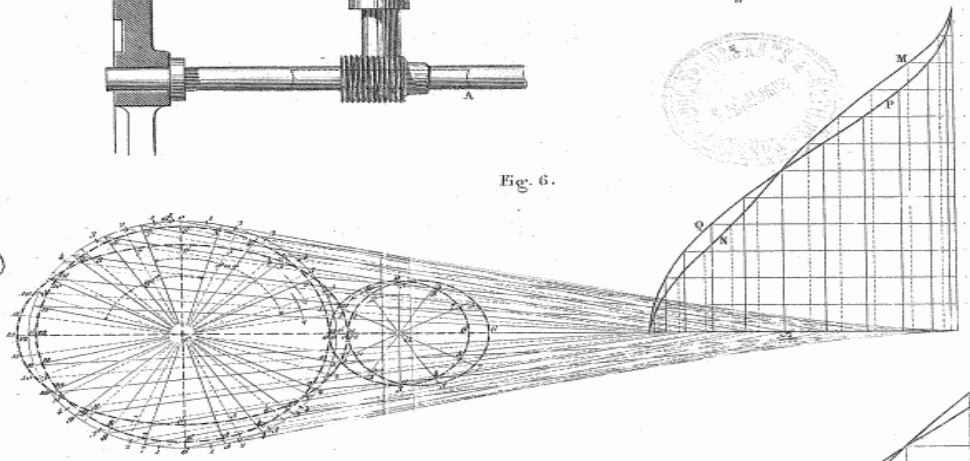
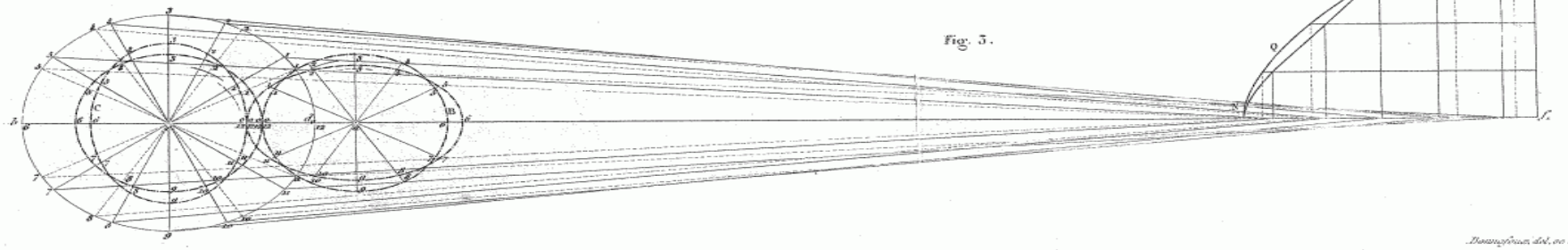


Fig. 3.



1958

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires