

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 n° 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 - https://cnum.cnam.fr](https://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](mailto:cnum(at)cnam.fr)

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Auteur(s)	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1893
Collation	16 vol. ; in-8
Nombre de volumes	21
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 353
Sujet(s)	Exposition universelle (1889 ; Paris)
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE353
LISTE DES VOLUMES	
	1. Première partie. L'architecture
	2. Deuxième partie. La construction
	3. Troisième partie. Les travaux publics
	4. Quatrième partie. Mines et métallurgie
	5. Quatrième partie. La minéralogie, la minéralurgie et la géologie
	6. Cinquième partie. Les chemins de fer
	7. Sixième partie. [Tome I] Chaudières à vapeur et machines thermiques
	8. Sixième partie. Tome II. Chaudières à vapeur et machines thermiques
	9. Septième partie. Mécanique générale. Machins outils. Hydraulique générale. Travail du bois. Travail des métaux. Machineries industrielles
	10. Septième partie. Tome II. Les machines outils
	11. Huitième partie. Électricité et applications
	12. neuvième partie. Marine et arts militaires
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	13. Dixième partie. Arts industriels
	14. Onzième partie. Industries chimiques
	15. Onzième partie. Tome II. Industries chimiques
	16. Première partie. Comptes-rendus des séances générales. Procès verbaux des séances de section. Listes des membres, etc
	Atlas des 1re, 2e et 3e parties comprenant : Architecture, La construction, Travaux publics
	Atlas des 4e et 5e parties comprenant : Mines et métallurgie, Chemins de fer (Signaux), Chemins de fer (Voie et matériel roulant)
	Atlas de la 6e partie comprenant : Chaudières à vapeur, Machines à vapeur
	Atlas des 7e et 8e parties comprenant : Hydraulique, Machines-outils, Electricité
	Atlas des 9e, 10e, 11e parties comprenant Marine et Arts militaire, Arts industriels, Industries chimiques

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Volume	13. Dixième partie. Arts industriels
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1893
Collation	1 vol. (544 p.) : ill. en noir et blanc ; 24 cm
Nombre de vues	548
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 353 (13)

Sujet(s)	Exposition universelle (1889 ; Paris) Industrie textile -- 19e siècle
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	15/12/2020
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/106718886
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE353.13

7536

8° Loc 353 10

REVUE TECHNIQUE
 DE
 L'EXPOSITION UNIVERSELLE
 DE 1889

PAR UN COMITÉ D'INGÉNIEURS, DE PROFESSEURS
 D'ARCHITECTES ET DE CONSTRUCTEURS

CH. VIGREUX, FILS

Ingénieur des Arts et Manufactures
 Inspecteur du Service mécanique et électrique à l'Exposition Universelle de 1889
 Secrétaire de la Rédaction

ORGANE OFFICIEL
 DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE
 Tenu à Paris du 16 au 21 Septembre 1889



PARIS
 E. BERNARD et Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS
 53ter, Quai des Grands-Augustins, 53ter
 1893

DIXIÈME PARTIE



ARTS INDUSTRIELS

DIXIÈME PARTIE

ARTS INDUSTRIELS

L'INDUSTRIE DES MATIÈRES TEXTILES

A l'Exposition Universelle de 1889

PREMIÈRE PARTIE

FILATURE

Pour faciliter l'examen des nombreuses machines qui se rattachent au travail des matières filamenteuses nous les grouperons par catégorie comprenant :

- 1° Matériel servant à produire les fils simples (filature).
- 2° — à apprêter les fils pour les divers emplois.
- 3° — à produire du tissu.

La première catégorie ou filature proprement dite se divise en :

I. — FILATURE

- | | | |
|-----------|---|-------------------------|
| Filature. | } | I° Coton. |
| | | II° Laine peignée. |
| | | III° Laine cardée. |
| | | IV° Ramie. |
| | | V° Lin. — Chanvre-Jute. |
| | | VI° Soie. |

EXPOSANTS

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| Français ou
Alsaciens | } | J. Grun, à Lure (Haute-Saône). |
| | | Heilmann, Ducommun, à Mulhouse (Alsacé). |
| | | Société alsacienne Mulhouse-Grafenstad Belfort. |
| | | — de constructions mécaniques à Bittschwiller (Alsace). |
| | | A. Vimont, à Vire (Calvados). |

	}	Duesberg-Bosson, à Verviers.
Belges		Martin Célestin —
		Société anonyme verviétoise, à Verviers.
		V ^{re} Mathieu Snoeck.
Suisses		J.-J. Rieter et Cie, Winterthur (Zurich).

I. — FILATURE DU COTON.

Si l'Exposition de 1889 ne présente pas un grand nombre de machines destinées à la production des fils, nous devons dire que la qualité rachète la quantité. En effet, toutes les machines exposées présentent sinon des combinaisons mécaniques complètement inconnues, du moins des dispositifs nouveaux, des simplifications, une construction bien entendue devant permettre aux organes producteurs une vitesse maxima.

En présence de la concurrence industrielle sur tous les marchés du monde, l'objectif du filateur doit être de produire le plus possible dans les conditions les plus économiques. Aussi tous les perfectionnements tendent-ils à l'augmentation des vitesses des organes, et à la simplification de la main-d'œuvre.

Les constructeurs anglais, dont nous avons pu admirer, à toutes les expositions précédentes, les matériels les plus complets ne présentent cette année aucune machine de filature. Les doutes répandus partout à l'étranger relativement à la réussite de la fête industrielle du centenaire paraissent avoir empêché les Anglais de demander en temps utile un emplacement, que le comité organisateur était dans l'impossibilité de leur accorder, toutes les places étant déjà distribuées. Consolons-nous de leur abstention, car les expositions des mécaniciens français, alsaciens et suisses prouvent que nous n'avons plus besoin d'aller chercher de l'autre côté de la Manche, les modèles les plus perfectionnés et les mieux construits.

Le travail de la filature comprend deux périodes bien distinctes.

1^o Préparation. — Battage, Cardage, Peignage, Etirage sans torsion, Etirage avec torsion.

2^o Filage proprement dit.

1^o — BATTAGE.

L'opération du battage a pour but d'ouvrir le coton, de le débarrasser des corps étrangers, et de produire comme dernière opération un rouleau bien homogène dont la nappe pèse un poids donné sur un mètre de longueur.

Nous ne trouvons à l'exposition que le type du batteur finisseur.

La machine présentée par la Société alsacienne de constructions mécaniques B. M. G. est un batteur quadrupleur à un volant portant trois bates, il est du

système Lord à alimentation à pédales, avec régulateur à cônes permettant de supprimer la pesée au passage précédent.

Les perfectionnements apportés à ce batteur consistent, dans la forme de la batte, le milieu de cette dernière est évidé en dessus, pour permettre de loger la forte rivure en saillie du bout du bras, ce qui assure une plus grande solidité d'assemblage, de plus la saillie supérieure de l'entaille vient agir sur le coton présenté par l'alimentation.

La mise en marche et l'arrêt de l'alimentation se font par manchon denté.

Entre les bâtis longitudinaux sous le cannelé alimentaire, se trouve une cloison verticale en tôle fermant complètement le dessous du batteur ; cette cloison porte des ouvertures rectangulaires dont on peut régler la dimension au moyen de registres à coulisses. On peut ainsi faire varier la quantité d'air envoyée sous volant et fournir aussi l'excédent d'air nécessaire à l'entraînement du coton vers les tambours couverts de toile métallique. Le duvet projeté en même temps que les boutons étant d'autant plus abondants que la résistance opposée par l'entrée de l'air à travers les barreaux de la grille est plus faible. En modifiant plus ou moins la vitesse de l'air introduit on arrivera à régler la quantité de duvets, suivant la qualité du fil à produire.

L'alimentation est commandée par le mouvement d'enroulage au moyen de roues droites, arbre de couche et roues d'angle actionnant le cône moteur du régulateur, de cette manière les mouvements sont solidaires l'un de l'autre. Le grand diamètre du cône employé évite l'usure de la courroie.

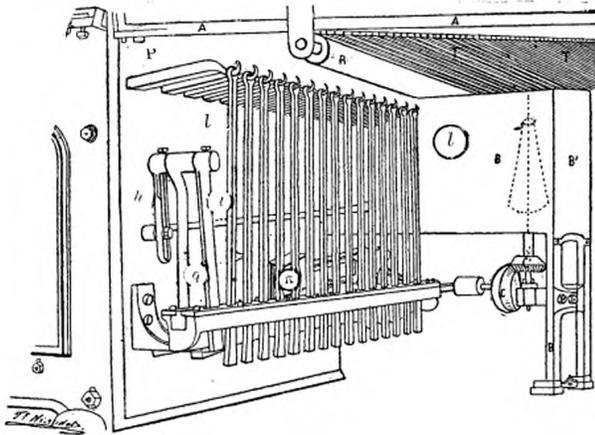
Le bâtis offre une grande solidité par suite de sa construction bien étudiée. Dans ces machines, les grande vitesses, les fortes pressions agissant sur les organes, les poussières qui se dégagent incessamment sont des causes d'usure très rapide. L'expérience a appris que dans ces conditions le frottement fonte sur fonte était le plus doux et offrait le plus de résistance à l'usure. Aussi à cette machine tous les agents principaux cannelés, axes de volant et de ventilateur, rouleaux presseurs, ont leurs collets formés d'une boîte en fonte mise à chaud et tournée ensuite. Ils marchent dans de longues douilles en fonte.

Les batteurs en général sont cause de la majeure partie des accidents graves arrivés dans les filatures ; un dispositif particulier assure la sécurité de l'ouvrier pendant le travail, en rendant complètement impossible l'ouverture des couvercles du volant ou des tambours métalliques pendant la marche de la machine (vue photographique du batteur décrit) (fig. 1, pl. 1).

Ce croquis montre le mouvement qui imprime au cylindre alimentaire une diminution ou une accélération de vitesse, lorsque la nappe, qui passe entre l'auge formée par les pédales et le rouleau à pointes, est supérieure ou inférieure au poids déterminé d'avance.

Ce mouvement est placé en dessous de la toile sans fin T... PPP... extrémités des pédales III... leviers portant à la partie supérieure un anneau d'accrochage

et terminés en bas en forme de coin renversé. Ils sont guidés latéralement et peuvent se mouvoir verticalement dans la rainure de la gouttière G. Ils sont séparés entre eux par des rondelles de fonte ; le dernier, à gauche, l va par suite du mouvement des pédales parcourir un chemin en avant ou en arrière résultant de la différence du nombre de lames montantes ou descendantes, mouvement qui par la manivelle q , le levier h et la tringle l' va venir agir sur le guide-courroie des deux cônes.



Un poids π placé derrière les leviers l tend à toujours maintenir les extrémités des leviers en contact. Une vis de réglage placée à l'extrémité (à droite) de la gouttière sert à placer le guide-courroie dans la position voulue, après quelques tâtonnements on arrive à avoir rigoureusement le poids demandé.

Le second spécimen de batteur fait partie de l'exposition de MM. J. J. Rieter et C^{ie} de Wintherthur. C'est un batteur tripleur à un volant, portant deux bannes-alimentation formée de 16 pédales et d'un rouleau à pointes.

Cette machine présente une modification du régulateur Lord. Les cônes moteurs ont leur axe horizontal : l'un est placé au niveau de la toile sans fin, l'autre est un peu au-dessus du sol. Ce grand écartement des axes assure un bon fonctionnement de l'appareil en diminuant les chances de glissement de la courroie et en facilitant son déplacement sur les cônes.

Les tringles verticales du mouvement Lord sont remplacées dans ce batteur par un système de leviers articulés, réunissant ensemble deux extrémités de pédales, puis deux de ces leviers, et enfin accouplant ces deux, ce qui donne une réunion de 8 pédales pour chaque moitié de la machine, chaque moitié s'articulant à un levier horizontal qui par une transposition de tringle peut agir sur le guide-courroie, tout le système est du reste équilibré.

On voit que si l'extrémité d'une pédale par exemple s'abaisse de la même quantité dont la voisine s'élève, le point médian restera immobile, une différence dans un sens ou dans l'autre agira sur le point d'attache, la somme ou la différence de tous ces mouvements des extrémités des pédales viendra opérer sur un levier transmettant par un petit arbre de couche le mouvement aux guides-courroie, de manière à agir dans le sens voulu, soit pour augmenter soit pour diminuer l'alimentation, ce dispositif nous paraît moins simple et peut être moins sensible que le dispositif ordinaire.

Ce batteur est aussi muni d'un appareil de sûreté très simple : afin d'empêcher l'ouverture des couvercles du volant et tambours métalliques pendant la marche.

Express-Cardé de M. G. Risler (Cernay)

CONSTRUCTION J. GRÜN.

Depuis des années de nombreux essais ont été faits pour substituer, dans le batteur, à l'action brutale des règles du volant, un travail de démêlage se faisant d'une manière continue et désagréant le coton sans produire la rupture des filaments. M. Leyheer, de Laval, a remplacé le volant par un tambour recouvert d'aiguilles, mais l'emploi de cette machine ne s'est pas généralisé.

M. J. Grün expose la nouvelle machine de M. G. Risler qu'il a nommé *Express-Cardé*. Cette machine tient plus du batteur que de la Cardé et serait plutôt un batteur cardéur, en effet, l'alimentation se fait par cylindres cannelés pour les cotons ordinaires, par pédales pour les cotons des Indes, la formation du rouleau à la sortie se produit comme à l'ordinaire (fig. 3, pl. 3).

Le frappeur à battes est remplacé par un tambour A, garni d'aiguilles courtes et très coniques, (8 millimètres de dépassement, 2 millimètres de diamètre à leur base), boutées dans des plaques en bois, ce qui leur assure une certaine élasticité ; ces plaques sont fixées sur les disques par des vis et par un fort fil de laiton enroulé en spirale. Le tambour A, à 400 millimètres de diamètre et fait de 900 à 1000 tours par minute. En dessous sont deux tambours B et C dont les centres (1) sont couverts de tôle ces tambours portant des aspérités en forme de dent ; leurs supports mobiles dans tous les sens permettent le réglage ; B a 200 millimètres de diamètre et fait 650 révolutions par minutes ; C a 200 millimètres de diamètre et fait 725 tours par minute. Au-dessous de chaque tambour se trouvent des grilles *g' g''* dont les barreaux ont des formes particulières. Des cloisons permettent de séparer les déchets obtenus suivant leur provenance. Sur le plancher est pra-

1. Sont sur la même ligne horizontale et tournent dans le même sens que A.

tiqué un canal amenant l'air, une ouverture variable I permet d'en régler l'admission.

Dans l'express-carde le travail est continu : à mesure que le coton est livré par l'alimentation il se trouve ouvert et démêlé par les dents du tambour A (dont le développement est de 1130 mètres par minute) puis entraîné jusqu'au point de tangence avec le cylindre B, et arrivé au point de contact de B et C il est appelé par les tambours métalliques. Pendant tout son trajet projeté sur les grillés *g g' g''* il s'est débarrassé de la plus grande partie des feuilles et corps étrangers.

Le coton, après son passage à l'express-carde, est mieux ouvert, plus divisé, plus propre que celui soumis à plusieurs passages de batteur, les déchets sont composés presque exclusivement de boutons, débris de feuilles et de graines, poussières.

La forme des dents des tambours rend impossible l'accrochage des filaments il n'y a par suite ni débouillage, ni aiguisage à faire.

La production de la machine est de 40 à 45 kilogrammes par heure.

Grand nombre de ces express-carde fonctionnent dans des filatures de France d'Alsace, d'Autriche et d'Amérique. Les nombreuses attestations prouvent qu'avec cette machine et un seul cardage on obtient un produit plus propre mieux préparé qu'avec un double passage de cardé.

CARDAGE

Cardé à Hérissons

Les types de cardé à hérissons destinés à travailler le coton sont peu nombreux à l'Exposition ; par contre il y a de nombreux spécimens pour la laine cardée.

Les modifications apportées à cette machine très connue sont trop peu importantes pour que nous en donnions la description.

M. J. Grün présente un modèle disposé pour carder les déchets de coton.

Cette cardé a un briseur, 7 travailleurs, 4 balayeurs, 1 volant. Le dessous du grand tambour est fermé par une tôle perforée pour éviter tout stationnement de coton entre le peigneur et le volant, l'espace entre ces deux organes est rempli ; 1° par un petit cylindre nettoyeur ; 2° par une pièce en forme de triangle réglé de très près à ces organes, toutes les précautions sont prises pour éviter l'évaporation du coton. La cardé est disposée pour recevoir en avant une tête d'étirage avec bobineuse afin de pouvoir alimenter directement le métier renvideur.

Le type exposé par la Société alsacienne B. M. G. est d'une construction très

soignée, l'opération de l'aiguisage et du réglage est rendue très facile par suite de la disposition des supports de tambour.

Carte à Chapeaux mobiles

Parmi tous les systèmes de carte employés dans la filature, l'expérience a donné la préférence à la carte à chapeaux. Cette machine, en effet, donne le produit le plus épuré, le mieux ouvert et malgré la complication du débouillage les difficultés du réglage, son emploi s'est maintenu, le mécanisme du débouillage automatique a, il est vrai, supprimé une opération coûteuse et malsaine mais le soin minutieux de l'aiguisage et du réglage est resté !

Les constructeurs anglais ont depuis longtemps établi des cartes à chapeaux animés d'un mouvement de translation par chaîne sans fin, mais le réglage très long et difficile des chapeaux a empêché l'emploi un peu général de cette machine.

La carte présentée par la Société alsacienne nous paraît résoudre complètement le problème.

La figure 2, planche 1, montre une vue de la machine :

a alimentation à auge, B briseur à lame de scie, F F' chaîne sans fin portant les chapeaux.

Les chapeaux cheminent dans le sens opposé à la marche du coton entre eux et le grand tambour.

D appareil spécial de débouillage placé au-dessus du briseur. Il nettoie complètement les chapeaux avant qu'ils soient présentés à l'organe repasseur R.

R rouleau couvert démeri (possédant un mouvement de va-et-vient) donnant sans cesse le mordant nécessaire aux aiguilles, et leur assurant toujours rigoureusement la même hauteur.

C brosse circulaire achevant le nettoyage du chapeau.

Le débouillage du grand tambour et son aiguisage se font en avant et au-dessus du peigneur sans qu'il soit besoin de démonter aucune pièce importante.

Par suite du sens opposé de marche du grand tambour et de la chaîne motrice des chapeaux, les gros boutons et les corps étrangers à peine entrés dans la carte sont saisis par les premiers chapeaux et immédiatement enlevés par l'appareil débouilleur. Ils ne risquent donc plus, pendant le long trajet qu'ils ont à parcourir, d'être repris par le grand tambour, réduit en poussière et finalement de rester dans la nappe cardée ; il y a bien là une question d'augmentation de déchets, mais cette augmentation paraît largement compensée par la qualité de ce produit.

La disposition de la partie des cintres sur laquelle glissent les bouts des chapeaux est telle, que quelle que soit la hauteur de cette partie par rapport au grand tambour, la surface des aiguilles des chapeaux est toujours sur une surface cylindrique dont l'axe est l'axe du grand tambour.

Pour le réglage, il suffira d'enlever deux chapeaux consécutifs d'arrière (côté de l'alimentation), pour avoir la facilité d'introduire de chaque côté de la machine sous le chapeau voisin de l'espace vide un calibre ou lame mince d'acier au moyen duquel on se rendra compte de la position de ce chapeau. Un mécanisme que nous décrivons plus loin permet le rapprochement ou l'éloignement de ce chapeau et la construction est telle que la position d'un chapeau entraîne forcément une position identique de tous les autres chapeaux :

Pour obtenir ces résultats on donne au cintre les dispositions suivantes :

Figures 1, 2, 3, 4, (pl. 2). A est un des cintres de la carte, portant le palier du grand tambour, il est muni d'une nervure en saillie N dont la partie extérieure *a* est tournée concentriquement à l'axe du grand tambour.

B est un anneau en fonte dont la surface intérieure C est tournée au diamètre de *a* et peut se mouvoir à frottement doux sur cette nervure.

La face extérieure *b'* de l'anneau B présente la forme d'une spirale géométrique.

Une roue d'engrenage venue de fonte, avec B sert à déplacer cette pièce autour de son axe et cela au moyen des pignons *p p* et de la vis V sans fin mue par un encliquetage.

C est une bande de métal flexible dont la face interne *c* est également une spirale et dont la surface externe C' est un cercle.

Cette pièce C supporte la série des chapeaux, une bande mince d'acier, noyée de toute son épaisseur dans la pièce C et portant à chaque extrémité une tige filetée et deux écrous sert à appliquer exactement, l'une contre l'autre, les deux surfaces en spirale *b'* et *c*.

On voit que le déplacement, dans un sens ou dans l'autre, de l'anneau B produit une diminution ou une augmentation du rayon extérieur de la pièce C et par conséquent un rapprochement ou un éloignement des chapeaux de la surface du grand tambour. La construction montre en outre qu'à toute position de la pièce *c* sa surface extérieure C' est un cercle concentrique à l'axe du grand tambour.

Production. — La production de cette carte pour les numéros ordinaires peut aller à 75 kilogrammes par jour ; un seul cardage suffit.

Le prix un peu élevé de cette machine, prix nécessité par la grande précision apportée à son exécution, paraît largement compensé par les avantages qu'elle présente, et l'économie de main d'œuvre qu'elle permet de réaliser.

Carde à Chapeaux mobiles de MM. J. J. Rieter et C^{ie}

Dans le modèle de carde à chapeaux mobiles, MM. Rieter et C^{ie} ont cherché à rendre le réglage des chapeaux simple et rapide.

Cette machine est à alimentation à auge et à briseur. Le grand tambour a 1^m,270 de diamètre, une paire de hérissons placée en dessous entre le grand tambour et le briseur opère un débouillage incessant de ces derniers.

Le mécanisme moteur des chapeaux consiste en une chaîne sans fin dont chaque maillon reçoit l'extrémité du chapeau, la vitesse de cheminement du chapeau dépend du degré de propreté qu'on veut obtenir à la nappe. Les chapeaux et le grand tambour marchent dans le même sens.

Un cylindre garni d'un ruban-brosse enroulé en hélice opère en avant le débouillage, un rouleau à émeri doué d'un mouvement de va-et-vient aiguise sans cesse les chapeaux, et par sa position fixe, assure la même hauteur d'aiguille à ces derniers (fig. 1, pl. 3). La surface *aa* sur laquelle glisse l'extrémité des chapeaux en contact avec le grand tambour est formé d'une série de supports *A* *A* mobiles suivant le rayon de la carde, chaque partie *a a'* est embrasée par six chapeaux, l'extrémité inférieure de ces supports *A* porte une tige taraudée *t t* traversant la nervure du cintre de la carde, un écrou *E''* et un contre-écrou *E'* permettent de varier la position et un boulon *E* assure le contact latéral, l'écrou supérieur *E'* porte une rondelle graduée à sa circonférence en divisions égales.

Le dessus de tous les supports *A* ayant été tourné concentriquement au grand tambour, les garnitures des chapeaux étant neuves et ayant par suite de l'aiguillage toutes la même hauteur, tous les dessus des supports présenteront une surface cylindrique dont l'axe sera l'axe du grand tambour et le disque gradué en face d'un repère, sera, par exemple, partout à 0, quand par suite de l'usure il faudra rapprocher les chapeaux du grand tambour, il suffira de démonter un ou deux chapeaux, régler par les moyens ordinaires la hauteur du chapeau voisin, lire la division sur le disque indicateur et alors mettre tous les supports sur cette même division.

Production. — Cette carde construite très solidement permet les grandes vitesses et peut produire en 12 heures de travail 75 kilogrammes.

Peigneuse Hubner dite à alimentation continue.

Cette machine a déjà figurée aux précédentes expositions.

Le modèle présenté par la *Société Alsacienne B. M. G.* se recommande par sa construction bien entendue, le soin apporté à l'exécution de ses organes, divers per-

fectionnements en rendent le fonctionnement plus parfait : notamment la disposition du peigne nacteur circulaire, l'entonnoir de sortie à mouvement rotatif, etc.

La production de la machine peut aller à 35 kilogrammes de coton peigné en 12 heures de travail. Elle peut traiter les Géorgie les plus longs et les Amérique les plus courts.

Peigneuse J. Imbs.

La machine à peigner le coton de M. J. Imbs, construite et exposée par J. Grün réalise le peignage méthodique.

La mèche tenue fortement d'un bout est attaquée d'abord à son extrémité par un peigne cylindrique se rapprochant progressivement de la pince, puis cette partie nettoyée, dite tête de mèche, est saisie par une autre pince et la seconde partie, dite queue, est peignée de la même façon. Enfin cette mèche est juxtaposée sur la précédente de manière à obtenir un ruban continu exempt de coupure.

Description de la machine (pl. 3, fig. 1 coupe fig. 6, 7, 8, 9, 10).— K Rouleau alimentaire analogue aux rouleaux placés derrière la cardé en fin. Suivant la qualité du coton, la matière alimentaire est plus ou moins préparée, elle a subi les opérations du battage, du cardage en gros généralement par cardé à hérissos, enfin un léger étirage.

K est placé entre deux rouleaux en bois RR qui reçoivent au moment voulu une fraction de mouvement circulaire produisant un développement de nappe, développement qu'on peut varier suivant la longueur du filament à traiter et selon l'épaisseur de la nappe.

La nappe passe sur une table polie, elle y est guidée par un petit rouleau presseur *r*, puis vient s'engager sous la pince d'arrière B, dite pince de tête.

Cet organe se compose de deux parties : une forte mâchoire inférieure B, dont la partie supérieure et antérieure est garnie de caoutchouc épais (5^{mm}), une mâchoire supérieure formée d'une règle en forme de cornière *b*, dont l'arête inférieure est cannelée, d'une barre *b''* pour comprimer cette cornière au moment voulu et enfin d'une règle *b'* à base large, dite contre-pince.

La combinaison des mouvements est telle, que la pince de tête restant un instant ouverte (pour permettre à l'alimentation de se faire), puis se fermant à moitié, la contre-pince *b'* descend, appuie sur la mâchoire inférieure B₁ et interrompt ainsi l'alimentation. Tout l'ensemble de la pince B peut avoir un mouvement horizontal d'avancement ou de recul au moyen duquel se produisent les mouvements ci-dessus.

C Peigne cylindrique ou hérissos. Il se compose d'un arbre en acier, pour éviter

la flexion, sur lequel sont enfilés et serrés aux extrémités par deux écrous les bouts de tube en laiton portant les aiguilles implantées suivant une direction déterminée, le diamètre extérieur du hérissou varie de 32 à 40 millimètres suivant la longueur du coton à travailler, il y a 28 rangées d'aiguilles partagées en 7 séries de 4 lignes portant des aiguilles de plus en plus fines; le diamètre du peigne cylindrique, le nombre d'aiguilles, leurs finesses dépendent de la qualité du coton. Le fractionnement des tubes permet de remplacer facilement une partie où, par suite d'accident les aiguilles auraient été détériorées.

Le hérissou C tourne dans de longs canons fixés à un porte-peigne montant et descendant dans des glissières verticales.

Le porte peigne est actionné à chacune de ses extrémités par bielle-levier et came. Le mouvement de rotation, qui peut être varié est donné au peigne cylindrique C par corde sans fin, les poulies à gorge sont disposées pour que le maximum de tension de la corde ait lieu au moment du travail c'est-à-dire quand le hérissou C est en contact avec le coton.

E Brosse circulaire, D Duffer ou peigneur, *d* peigne, le tambour peigneur C ayant agi descend vers la brosse de nettoyage E qui le débarrasse des blousses les donne à un peigneur D d'où détachées par un peigne rectiligne ordinaire elles tombent en dessous de la machine.

F Pince d'avant ou pince d'arrachage, elle se compose :

1° D'une mâchoire inférieure F₁, portant un bec, puis une auge demi-circulaire, dans laquelle pose un petit cylindre cannelé (*x*) commandé par une chaîne sans fin. Ce cannelé peut recevoir au moment opportun un mouvement circulaire ;

2° D'une mâchoire supérieure F pouvant s'élever et s'abaisser.

Tout cet ensemble peut recevoir un mouvement intermittent de translation horizontale.

A la suite une paire de rouleaux d'appel, puis une tête d'étirage, enfin un pot tournant emmagasinant le produit de la machine.

Dans toutes les peigneuses, tous les bouts de filaments peignés se présentent, au sortir du cylindre arracheur, sur une seule ligne droite, ici un large entonnoir en forme de *buse* placé au milieu reçoit la nappe, par suite de la grande largeur de cette dernière, la différence de tirage en les brins médians et extrêmes va rompre cette ligne, pour former une nappe dont l'étirage sera beaucoup plus régulier.

Fonctionnement de la peigneuse. — Pour bien faire comprendre la manière dont la machine fait ses diverses opérations, nous donnons les diagrammes des positions principales des organes.

(Fig. 6). — 1° Les pinces sont fermées et à leur maximum d'écartement ; le peigne cylindrique C s'élève et commence l'attaque des extrémités des mèches.

(Fig. 7). — 2° Le hérissou C continue son mouvement ascensionnel opérant le peignage progressif et produisant l'inclinaison des mèches.

(Fig. 8). — 3° Le peigne cylindrique C est arrivé en haut de sa course, les pinces se sont rapprochées de manière à présenter toute la longueur des mèches dépassant les pinces à l'action des aiguilles.

(Fig. 9).— 4° Le hérisson C redescend et, au moment où les aiguilles supérieures arrivent en face de la pince de tête B, cette dernière recule de manière à donner à la mèche une direction horizontale, la pince d'arrachage s'ouvre puis les deux pinces se rapprochent l'une de l'autre, l'extrémité de la mèche de tête s'appliquant sur la queue : au moment précis où le petit cannelé fait son évolution, la pointe de mèche est prise et la pince arracheuse se ferme aussitôt sur cette pointe pendant que la pince de tête s'ouvre, puis les pinces s'écartent graduellement, la pince de tête B restant ouverte, l'alimentation se produit naturellement jusqu'à ce que la partie *b* se fermant à moitié, la contre-pince *b'* descend et arrête ainsi l'alimentation.

(Fig. 10).— 5° Les deux pinces s'éloignent l'une de l'autre, les filaments tenus par l'arrachage primitivement engagés sous la pince B vont être extraits de cette dernière, puis B se ferme à fond, le peigne cylindrique nettoyé de ses blousses remonte et nous retombons à la position initiale de la figure 6.

Cette machine dans son modèle ordinaire est applicable aux cotons Georgie, Jumel, Amérique et des Indes, elle peut facilement repeigner les déchets et blousses des autres peigneuses pour filaments longs.

Elle ne comprend qu'une seule tête, la largeur de travail de la machine est de 0^m,980, elle n'occupe que 2^m,40 de surface et exige peu de force motrice.

La production peut aller de 2 kilog. 500 à 2 kilog. 275 par heure pour le coton Jumel, Amérique, Indes et à 1 kilog. 500 pour le Georgie long.

Une Soigneuse suffit pour 6 à 8 machines et son prix d'achat, à production égale, est le plus faible de toutes les peigneuses existantes.

Bancs d'Étirage

L'Exposition n'offre rien de nouveau dans ce genre de machine, c'est toujours le type Platt qui prédomine.

Le modèle de MM. J.-J. Rieter et C^{ie} est muni de casse-mèche à l'entrée du ruban dans les cannelés étireurs et à l'entonnoir d'entrée du pot tournant, un compteur permet de mettre dans les pots récepteurs une quantité déterminée de boudin et opère le dégrènement de la machine quand la longueur fixée est emmagasinée.

La Société Alsacienne B.M.G. expose plusieurs bancs d'étirage qui se recommandent par leur bonne et solide construction, les cannelés ont de larges collets trempés, un appareil facile à manœuvrer permet à l'ouvrière de soulever les poids

de pression d'un banc, afin d'éviter l'aplatissement des rouleaux couverts de peau pendant les arrêts prolongés, où pour faciliter la sortie d'un rouleau de pression quand il s'est produit un enroulage.

Un de ces bancs montre une application très ingénieuse de l'électricité pour l'arrêt instantané de la machine, soit quand une des mèches alimentaires manque, soit quand il se produit un enroulage de coton sur un rouleau couvert de peau, ces deux cas étant à peu près les seuls qui réclament la surveillance constante de l'ouvrière; on voit combien cette application peut simplifier la main-d'œuvre, dans ces conditions une seule ouvrière pourra facilement surveiller les quatre passages.

Derrière la machine se trouve un guide-mèche plaque courbe en fonte polie servant à conduire le ruban à sa sortie du pot jusqu'aux cannelés étireurs, vers le milieu de ce parcours chaque mèche reçoit la pression d'un petit rouleau en fonte tournant librement dans des fourchettes latérales, la plaque courbe est isolée sur le bâtis ainsi que les fourchettes.

Faisons maintenant passer un courant électrique dans le guide-mèche, ce courant revenant par la ligne des rouleaux presseurs, le coton n'étant pas conducteur de l'électricité, tant qu'il sera interposé entre la plaque inférieure et le rouleau presseur, le courant passera, mais si un ou plusieurs rubans manquent, le courant sera interrompu.

Une disposition analogue existe pour les chapeaux de propreté, un enroulage se produisant sur un rouleau couvert de peau, ce dernier s'écarte de son cannelé et ce mouvement par un dispositif très simple vient couper le circuit.

L'interruption du courant électrique, par un système qui a de l'analogie avec les mouvements du sémaphore des chemins de fer, rend libre un contre-poids qui amène la courroie motrice de la poulie fixe à la poulie folle.

Bancs à Broches

Dans la Galerie des Machines on trouve le banc à broches en assez grande quantité. Le type adopté par tous les constructeurs est le type Platt, cette machine est trop connue pour que nous en donnions la description.

La *Société Alsacienne B. M. G.* présente les quatre modèles employés dans la filature : bancs en gros, intermédiaire, en fin, en surfin. La solidité des bâtis, les soins apportés aux organes principaux, permettent d'atteindre les vitesses les plus grandes.

Les ailettes sont à simple ou à double presseur et disposées pour que le renvidage puisse se faire soit par la broche, soit par la bobine. Les cylindres cannelés ont leurs collets trempés et le rang de devant entièrement trempé, les broches

ont les longs collets (système Mason). Tous les pignons de laminage en fonte ou en fer trempé sont taillés à la machine. Les roues d'engrenage moulées avec le plus grand soin marchant avec très peu de bruit. Chaque banc est muni d'un compteur de production.

Pour éviter les accidents de travail, une fermeture à clairevoie cache en arrière tous les mouvements du renvidage, un dispositif particulier empêche la mise en route de la machine quand les portes de la fermeture ne sont pas fermées au loquet.

Rota Frotteur

BREVET J. IMBS CONSTRUCTION FLÉCHEUX & JANTOT

Depuis bien des années, dans l'Ouest de la France l'adhérence des mèches de préparation du second degré est donné par un roulement entre une toile sans fin et un rouleau couvert de cuir; dans l'Est et dans le Nord le même résultat est produit exclusivement par la torsion donnée sur des machines, dites bancs-à-broches.

Le banc à broches a l'inconvénient de coûter relativement cher, de demander des ouvrières habiles des soins d'entretien et de graissage.

Le rota-frotteur n'a pas ces inconvénients, il donne une grande production exige peu de surveillance, mais fait un moins bon produit, ce qui réduit en général son emploi aux filatures de gros numéros.

L'infériorité des produits de cette machine tient à plusieurs causes :

1° L'emploi pour l'étirage, de cannelés à large table prenant 8 mèches, un seul mauvais rouleau couvert de peau produira 8 fils coupés.

2° Le système d'une toile sans fin en cuir, dite *tablier*, d'un rouleau cylindrique couvert de peau, limite la surface en contact, et par suite la surface agissante sur la mèche est relativement très petite. De là la nécessité pour donner une adhérence suffisante au boudin, d'employer une grande course; cette grande course fatigue la mèche, et aux extrémités d'une table principalement, produit un tirage qui se traduit par une finesse et quelquefois par une coupure.

3° La grande dimension des organes frotteurs ne permet pas l'emploi du cuir de buffle, cuir dont le grain assure le meilleur frottement.

4° Pour un bon fonctionnement il faut avoir de très grandes tensions pour les rouleaux moteurs des tabliers et par suite une forte pression sur le rouleau. Ces causes auxquelles il faut ajouter la grande course de ces organes, amènent une rapide usure dans les supports, usure qui apporte un changement relatif de position des surfaces de frottantes et par suite des inégalités dans le travail.

5° Les différents moyens pour emmagasiner les produits de la machine laissent

beaucoup à désirer, le rangement et le tassage sont mal faits, le déroulage difficile, et le fractionnement produit beaucoup de déchets.

M. J. Imbs, en modifiant complètement la construction de la machine, est arrivé à faire disparaître tous ces défauts.

Le système d'étirage employé comprend des cylindres cannelés à table étroite destinée à ne recevoir qu'une seule mèche. Les rouleaux couverts de peau sont des *Loos-boos*, c'est-à-dire des rouleaux à axe fixe; la partie portant le cuir tourne librement sur le fer, de sorte que bien que le même axe reçoive les deux tables, chacune tourne indépendamment de l'autre, ce qui remédie au défaut signalé au n° 1.

Le roulement donnant l'adhérence à la mèche se produit par son passage entre deux toiles sans fin en buffles, dites tabliers, de la largeur de deux tables de cylindre cannelé, deux mèches seulement y reçoivent le frottement. La surface agissante se compose de toute la longueur des tabliers, ce système n'exige plus une forte tension sur les rouleaux moteurs des tabliers comme dans le rota-frotteur ordinaire.

Le mouvement alternatif de translation des tabliers est donné par un excentrique à simple effet agissant sur un petit balancier actionnant à un bout la toile sans fin inférieure, et à l'autre bout le tablier supérieur, du côté opposé à l'excentrique, les extrémités des arbres des rouleaux moteurs réunis sont en contact avec deux forts ressorts à boudin, l'un agissant en poussant, l'autre recevant la compression, ce dispositif a l'avantage de supprimer les chocs dus à l'excentrique à double effet dans les grandes vitesses; et de plus le ressort restituant presque tout le travail transmis par la compression, il y a très peu d'effet utile perdu.

Dans le système ordinaire la course des organes frottants est très grande et la surface agissante petite. Dans la machine que nous décrivons la course est très petite et la surface travaillante très grande.

Pour assurer une position constante des agents produisant le roulement de la mèche M. Imbs a modifié heureusement le système des supports des axes des rouleaux moteurs des tabliers, le support lui-même marche avec le tablier en glissant sur des platines en acier fixées sur le bâtis de la machine, de cette manière le peu d'usure qui pourrait se produire ne modifie en rien la position relative des tabliers.

Description de la machine (pl. 3, fig. 2). — RRR cannelés étireurs, rrrr loos boss.

C Tablier supérieur, c' tablier inférieur.

DD Rouleaux d'appel.

d Entonnoir recevant deux brins, il est percé dans la plaque de garde GG recouvrant les cylindres DD.

E tuyau cylindrique guide-mèche.

K pot cylindrique en tôle dans lequel se place (le pôt étant vide) une pièce composée d'un disque en bois f' , d'une tringle verticale en fer ff fixée au centre de f' . Ce pot se pose sur un plateau Δ portant en dessous une roue droite venue de fonte avec lui. Cette roue engrène avec un bout de crémaillère horizontale qui reçoit un mouvement alternatif très lent; par suite, le pot va faire dans un sens un certain nombre de tours, puis le même nombre de tours en sens inverse.

Une sorte de piston tasseur en tôle, échancré en arrière (côté du petit cylindre) pour laisser le passage à la mèche, a sa tige BM d'abord infléchie, puis près du piston, élargie en forme de gouttière pour conduire le boudin tombant à l'échancrure du piston. Le haut de la tige est fixé à une barre horizontale B. Cette barre B reçoit un mouvement vertical alternatif d'une came M actionnant un levier L articulé à la tringle AA.

Les guides-mèche E et M conduisent le double boudin à l'ouverture du piston tasseur. Le mouvement lent de rotation du pot opère un changement régulier. La compression se fait peu à peu d'une manière progressive. Le changement de sens des couches, composant le pot, rend le déroulement très facile: le pot plein, l'enlèvement du coton s'opère aisément en tirant la tringle ff .

Les cylindres obtenus ainsi pèsent plus de 1 kilogramme; ils peuvent se fractionner sans déchet. Le rota frotteur exposé a 40 pots donnant 80 bouts. Il délivre environ 27 mètres de double mèche par minute, et occupe un espace de 6^m,08 sur 0^m,76.

Nous donnons une idée de la douceur du travail de cette machine en disant qu'on a pu y produire une mèche n° 12 parfaitement régulière.

II. FILAGE.

Renvideur de MM. J. J. Rieter et C^{ie}

Ce Renvideur, le seul Selfacting qui fonctionne pour le coton, est de 276 broches: l'espace concédé ne permettant pas une plus grande longueur. — L'arbre du métier a deux poulies, une fixe, commandant les cylindres cannelés, la sortie du chariot, le mouvement des broches, et une folle recevant la courroie motrice quand les opérations précédentes sont terminées.

Le métier est mu par un renvoi commandé par poulies fixe et folle. C'est par l'arrêt de ce renvoi qu'on met au repos le Selfacting. Sur ce renvoi, se trouve une poulie qui commande par courroie étroite tous les mouvements de la période du renvidage: on peut ainsi, quel que soit le numéro filé, donner aux organes qui les produisent la vitesse maxima.

Le moteur est du système Parr Curtis, plus ou moins modifié. — Le manchon denté à goupilles moteur de l'arbre à deux temps est remplacé avantageusement par une friction conique dont l'embrayage est produit par un fort ressort à boudin. La sortie du chariot s'opère comme à l'ordinaire par un Backschafft. Un dispositif particulier assure l'engrènement des roues qui le commandent. En effet, au départ du chariot, par suite de l'inertie de sa masse, de la grande vitesse donnée, de l'allongement des cordes, il arrive souvent un petit dégrènement partiel des roues, dégrènement qui se traduit par une production de vrilles.

La rentrée du chariot s'opère par deux scrolls et un contre-scroll, puis par un troisième scroll, dont la corde enroulée sur un tambour hélicoïdal, placé sur l'arbre de Backschafft donne le mouvement à ce dernier, de sorte que le chariot est non seulement commandé au milieu (comme dans le métier Parr Curtis) mais encore aux extrémités ; ce qui évite la flexion et permet, malgré la légèreté de construction de ce dernier, d'obtenir une rentrée des plus rapides.

Le métier est muni du Roller-Motion, ou livraison de mèche par les cannelés étireurs pendant une fraction plus ou moins grande de la rentrée du chariot, absorbant le surcroît de torsion donné.

Tous les bâtis sont combinés pour annuler les vibrations. — La vitesse des broches est de 9 à 10,000 tours par minute.

Le secteur est muni d'un régulateur. Un mouvement particulier fait avancer mécaniquement le doigt qui passe sur la chaîne pour compenser la conicité de la broche.

Toutes les mesures pour assurer la sécurité de l'ouvrier pendant le travail sont appliquées : couvre-engrenages, nettoyeur mécanique des dessus de chariot et porte-cylindres, cadres protecteurs des roues de chariot, mouvement permettant au conducteur d'arrêter instantanément le chariot pendant sa rentrée.

Métier Continu

Dans ce genre de machine, le filage du coton se fait d'une manière continue : le fil, au sortir des cannelés d'étirage, est tordu et renvidé sur un fût en bois ou un tube de papier, au fur et mesure de la livraison.

Le métier continu a été employé dès le commencement de la filature mécanique ; c'est, sans contredit, la machine qui a subi le plus de transformations. Le nombre de formes d'ailettes essayé est infini. L'invention de l'anneau, en allégeant sensiblement la broche, a permis d'augmenter beaucoup la vitesse de cette dernière, et par suite la production. — Comme conséquence, on a cherché à produire une bobine identique à celle obtenue au Renvideur.

Il y a à l'Exposition universelle un très grand nombre de continues à anneaux

fonctionnant, soit avec le coton, soit avec la laine. — Nous citerons les métiers présentés par :

J. Grün. — J. I. Richter et C^{ie}, Ryo-Catteau;

Société alsacienne B. M. G. ;

Société de construction Bittswiller. — A. Vimont.

Toutes ces machines, offrant une grande analogie dans leurs mouvements, nous nous bornerons à décrire le métier continu à anneaux de M. J. Grün, dans lequel les organes sont plus visibles, et par suite plus facilement compréhensibles.

Métier continu de M. F. J. Grün

Chaque rangée de broches est commandée par un tambour horizontal en fer-blanc. — Pour obtenir une très grande vitesse aux broches, les tambours doivent faire un nombre considérable de tours : leur commande par engrenages produirait beaucoup de bruit, et amènerait une usure rapide de ses organes. M. J. Grün, pour éviter ces inconvénients, commande ses tambours par double corde sans fin. Un système de tendeur par poulie de renvoi, portée par une chappe mobile dans un plan vertical, permet à la corde de prendre toute inclinaison, ce qui réduit beaucoup l'usure de la corde.

La broche est du système Rabbeth. La gaine recevant le collet contient une provision d'huile suffisante pour la marche d'un mois. On la renouvelle au moment du démontage pour les nettoyages.

Au sortir des cannelés étireurs, le fil passe dans une large queue de cochon portée par une règle fixée à la partie verticale du porte-cylindre. Cette règle (AA) (pl. 1, fig. 3) est mobile dans le sens horizontal : au moment de la levée des bobines, en poussant le bouton (B₁), on place toutes les queues de cochon dans l'intervalle des broches, ce qui permet d'enlever facilement les bobines sans les abîmer. Le fil vient ensuite passer dans le curseur : ce dernier est en acier ; il tourne dans un anneau de même métal entrant à force dans le chariot (aa).

Le chariot est équilibré par des contre-poids et mu par des tringles verticales traversant des guides fixés au bâtis. Il reçoit des mouvements variables alternatifs pendant les différentes périodes de formation de la bobine. Cette dernière se forme sur un gros tube en carton enfilé sur une partie conique en bois.

Formation de la bobine. — Pour obtenir une bobine comme celle du Renvideur, il est nécessaire d'avoir deux périodes de renvidage :

1° Une de marche irrégulière, jusqu'à ce que le cône inférieur soit formé, le

diamètre de la bobine étant obtenu. Pendant cette période, la différence de hauteur entre deux courses successives du chariot pour le bas du cône doit aller en diminuant suivant une loi donnée; 2° le cône inférieur étant terminé: pour la forme cylindrique, il faut marcher par tranches parallèles et avoir par suite une vitesse régulière au chariot.

Pour obtenir ces résultats, M. J. Grün emploie le dispositif suivant: en haut de la tétière, un petit arbre (DD) parallèle aux cylindres cannelés commande par vis sans fin et roue un excentrique (V) courbe en cœur, divisé en trois parties: pour $1/3$ de révolution, il produit sa course dans un sens, tandis qu'il faut $2/3$ de tour pour produire la course en sens inverse. Dans la (fig. 3) — l'excentrique est caché par le couvre-engrenage W, — et les pièces permettant de le dégrener v et de changer sa position — cet excentrique agit sur un galet g porté par un grand levier ou balancier (BB) de la forme indiquée, dont le centre d'oscillation se trouve en o sur le bâtis. A sa partie inférieure, il porte un renflement sur lequel sont fixées une série de roues commandées par une roue à rochets devant donner un mouvement intermittent à un excentrique (E). Un levier courbe LL, ayant même centre d'oscillation que (BB) porte un galet c en contact avec (E). A son extrémité inférieure, il reçoit l'attache d'une chaîne de Galle (GG). Cette chaîne vient s'insérer sur un barillet (B) calé sur un petit arbre sur lequel est fixé un second barillet B, portant le point d'attache d'une deuxième chaîne de Galle, qui vient s'attacher sur le bout du levier moteur du chariot (HH).

On voit que la came (V), agissant sur le balancier (BB), va produire un mouvement de va-et-vient qui va être transmis au chariot. On voit de plus qu'une des courses va se produire pendant $1/3$ de révolution de la came, et l'autre pendant les $2/3$. Cette différence a pour but d'avoir un croisement du fil sur la bobine, croisement qui assure la solidité des pointes.

La roue à rochet (Q) est actionnée par un cliquet q , mis en mouvement par un petit levier horizontal, placé sur la traverse du bâtis, en avant de ce mouvement; deux nez, portés par l'extrémité inférieure du balancier (BB), lui communiquent un mouvement alternatif. Une vis de rappel (V), en réglant sa course, permet de prendre une ou plusieurs dents au rochet; un contre-cliquet (q') empêche le recul. Le raccourcissement de la chaîne (GG) va donc opérer les changements de position du chariot.

Nous avons dit que l'élévation successive du chariot devait être variable tant que le cône inférieur de la bobine n'était pas terminé. M. J. Grün obtient ces changements par le moyen suivant:

Au commencement de la levée, c'est-à-dire le chariot étant dans sa position initiale la plus basse, le galet g repose dans le fond de l'encoche de la came motrice. Le premier barillet B porte une courbe en saillie ω de forme déterminée. Au début, elle se trouve rapprochée en bas de la verticale passant par le

centre de B, de sorte que la chaîne fait un angle dont le sommet est la pointe de ω . Au fur et mesure que l'encliquetage agit, ω va s'écarter de la chaîne : on voit que cette dernière, agissant sur un diamètre de plus en plus petit, va produire une fraction de mouvement circulaire de plus en plus grande, jusqu'à ce qu'elle vienne agir sur la partie circulaire du barillet B ; alors le régime régulier est obtenu.

Levée. — La levée des bobines se fait très rapidement, l'enlèvement du goujon π permet de ramener le galet c dans l'encoche de sa came motrice, au moyen du levier à main λ on agit sur le chariot de manière à placer les anneaux en regard de la partie cylindrique portée par la broche au-dessus de la noix, on fait faire quelques tours à la broche pour prendre le fil ; on enlève les bobines, on enfle les tuyaux en papier, on remet tous les organes à la position initiale, et on peut commencer une nouvelle levée.

Un système de freins agissant par la pression du pied pour produire l'arrêt de la broche permet de faire très facilement la rattaché en marchant.

Métier continu à anneaux, système A. Vimont

Le desideratum du métier à anneaux est d'enrouler directement le filé sur la broche, sans avoir un grand vide, c'est-à-dire un volume non utilisé ; ce vide est en général représenté par un tronç de cône ayant 180 millimètres de hauteur et pour bases des cercles de 16 millimètres et 8 millimètres de diamètre. Malheureusement l'anneau restant toujours à une certaine distance du point où le coton s'enroule il est impossible de commencer la bobine sur un petit diamètre.

Un chercheur infatigable, un inventeur dont la tenace énergie mériterait d'être récompensée a, depuis 1852 travaillé ce problème. M. Vimont après de nombreux et coûteux essais, après avoir vu prendre et breveter en Angleterre sa première invention, est enfin arrivé à trouver une forme de curseur, qui par la tension du fil s'applique constamment sur la bobine en formation, permettant l'envidage sur un petit diamètre, donnant en outre une sorte de compression qui assure la dureté de la bobine. La tension, avec ce curseur, se produisant entre deux points très rapprochés, la branche du curseur est le point de renvidage sur la bobine, la résistance du fil peut être très faible ; c'est ce qui permet de filer des trames sur ce continu, et de produire une canette pouvant aller directement au métier à tisser. La bobine obtenue ne diffère en rien de celle du Renvideur, aussi croyons nous pouvoir dire que c'est le métier de l'avenir. Cette machine bien établie par un de nos bons constructeurs est certainement appelée à un grand succès.

Le petit spécimen de métier continu (12 broches) exposé dans la Galerie des Machines et dont nous donnons un croquis (fig. 2) se recommande par divers dispositions spéciales.

L'arbre moteur (AA) porte un tambour conique commandant un tam-

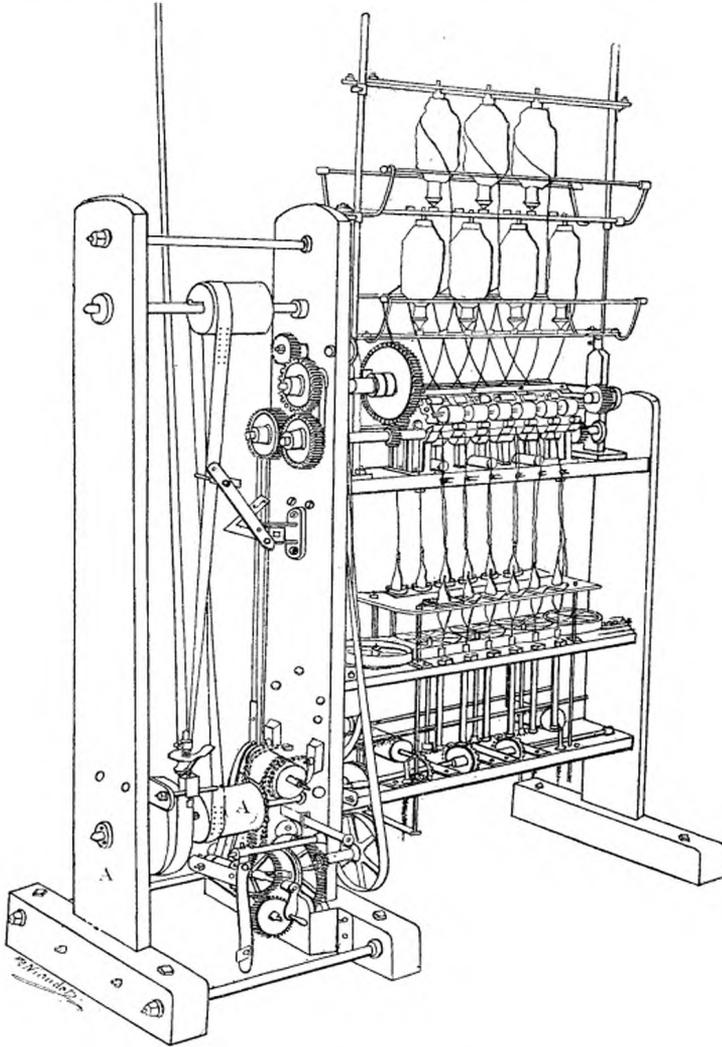


FIG. 2. — MÉTIER CONTINU A. VIMONT

bour symétrique lequel par une série d'engrenage donne le mouvement aux cylindres cannelés étireurs.

Les broches sont mues par une courroie sans fin, laquelle est entraînée par une série de petites poulies horizontales très légères de la largeur de 20 millimètres, actionnées chacune séparément par roues d'angle, ces poulies commandent chacune 4 broches, deux sur chaque rangée de broches, ce système à l'avantage de supprimer la corde.

Le mouvement est donné à l'ensemble des cylindres étireurs par un système de 2 cônes, inversement placés, de manière que le déplacement de leur courroie donne une accélération à la machine. Le ralentissement en commençant, la levée a pour but de faciliter le renvidage sur le petit diamètre. Au fur et à mesure de l'accroissement de la bobine, le mouvement est activé; le noyau de cette dernière ayant atteint une grosseur suffisante le régime ordinaire de marche devient constant.

La broche de ce métier a les dimensions et la forme d'une broche de renvideur. Elle repose sur une crapaudine en bronze après avoir trouvé une longue douille (45 millimètres) de bronze formant collet. Ces deux points d'appui sont logés dans une gaine remplie d'huile en quantité largement suffisante pour la consommation d'un mois. La gaine est fixée sur le porte-broche au moyen d'un écrou, à sa partie inférieure se trouve une vis avec rondelle de cuir formant la fermeture du tube et permettant la visite et le nettoyage sans autre démontage. Le collet est mobile, la crapaudine l'est également.

Le principe de la mobilité du collet et de la crapaudine, pour empêcher les vibrations de la broche et permettre ainsi les vitesses extrêmes, est appliqué maintenant dans toutes les broches. M. A. Vimont a exposé ce principe dans son brevet de 1852.

Pour résoudre le problème du renvidage sur un petit diamètre, il fallait trouver un curseur ayant la faculté de s'approcher ou de s'écarter de la broche en s'appliquant constamment sur la génératrice du cône de la bobine.

Le nouveau curseur de M. Vimont a la forme indiquée en coupe (fig. 4), et en plan (fig. 4 bis, pl. 3). — *b* broche. — DD boîte cylindrique entrant à force dans les ouvertures *ad hoc* du chariot. AA couvercle entrant à frottement dur dans DD. A porte autour de son ouverture en boudin en saillie demi-circulaire *aa*. *cc*₁*c*₂ curseur en acier, portant d'un côté une fourchette *cc*₁, dont la partie *C*₁ frotte sur le boudin *a* et *c*, reçoit le fil. — *c*₂ partie plate de la forme indiquée (fig. 2) s'appuyant sur *a* faisant équilibre à l'autre extrémité. — Les parties *c*₁ et *c*₂ sont logées dans la boîte.

Ce curseur-ailette est en acier; il est léger et résistant; il se meut dans une boîte d'où ne sort que la partie qui guide le fil: il est donc mis à l'abri du duvet ou d'une atteinte accidentelle des doigts de l'ouvrier. Le passage du fil est des plus faciles.

Le mouvement du chariot, et par suite les moyens employés pour former la bobine, est donné par des moyens analogues à ceux que nous avons décrits

plus haut en traitant du métier continu à anneaux. — Le mouvement du métier Vimont, n'offrant rien de particulièrement nouveau, l'inspection du croquis ci-dessus suffira pour en faire comprendre le dispositif.

CHAPITRE II

Matériel de la filature de laine

Le travail des laines se divise en deux branches bien distinctes : filature de laine peignée et filature de laine cardée.

La laine est le textile dans lequel l'élimination des corps étrangers offre le plus de difficultés. En effet les matières végétales, pour peu qu'elles renferment des aspérités, par suite de la propriété qu'ont les filaments de se friser et de se feutrer, se trouvent enchevêtrées dans les brins : leur adhérence est d'autant plus grande que la matière est à une période de travail plus avancée. Il est donc de tout intérêt de chercher à opérer le nettoyage avant toute manipulation.

Les laines exotiques et principalement celles de la Plata contiennent une quantité énorme de graines désignées improprement sous le nom de chardon ; c'est la graine d'une espèce de trèfle : elle est renfermée dans une capsule rugueuse composée de ligaments très fins enroulés en spirale, se mêlant aux brins de laine ; ces fibres végétales sont tellement difficiles à extraire, soit au cardage, soit au peignage, que pendant longtemps on a renoncé à employer ces sortes pour les articles demandant une grande propreté.

L'opération qui a pour but d'enlever les corps étrangers se nomme écardonnage ou épauillage.

On a essayé d'un traitement chimique ; l'emploi de l'acide chlorhydrique gazeux ne paraît pas avoir donné de bons résultats, on préfère traiter la laine brute par l'acide sulfurique étendu d'eau ; mais ces procédés sont tout au plus applicables à la laine cardée et le contact d'un acide même dilué avec une matière aussi sensible que la laine ne peut que nuire à la qualité des produits.

Depuis des années il se fait de longues et laborieuses recherches pour trouver des appareils mécaniques procédant de prime abord à l'écardonnage, nous décrivons les deux procédés les plus usités.

1° Séparation de la laine et des chardons par l'emploi de l'eau ; c'est la machine de M. Frayssé, peigneur de laines à Anvers (Belgique) construite par M. H. Belliard, ingénieur des Arts et Manufactures. Cette machine que l'inventeur a nommée *écardonneuse hydro-mécanique*, n'ayant pu être terminée en temps voulu, n'a pas figuré à l'exposition, mais comme elle paraît réaliser un grand

progrès et combler une lacune dans l'industrie des laines, nous croyons devoir en donner une succincte description.

L'objectif de l'inventeur était : enlever sur la laine brute, les chardons par l'eau froide, sans la travailler, de façon qu'étant séchée elle puisse être revendue comme laine lavée à dos.

Dans la laine brute le chardon, se trouvant naturellement fixé à l'extrémité du filament et retenu par quelques aspérités, doit être bien plus facilement enlevé avant lavage ; car après il se trouvera dans l'intérieur de la toison emprisonné par de nombreux filaments.

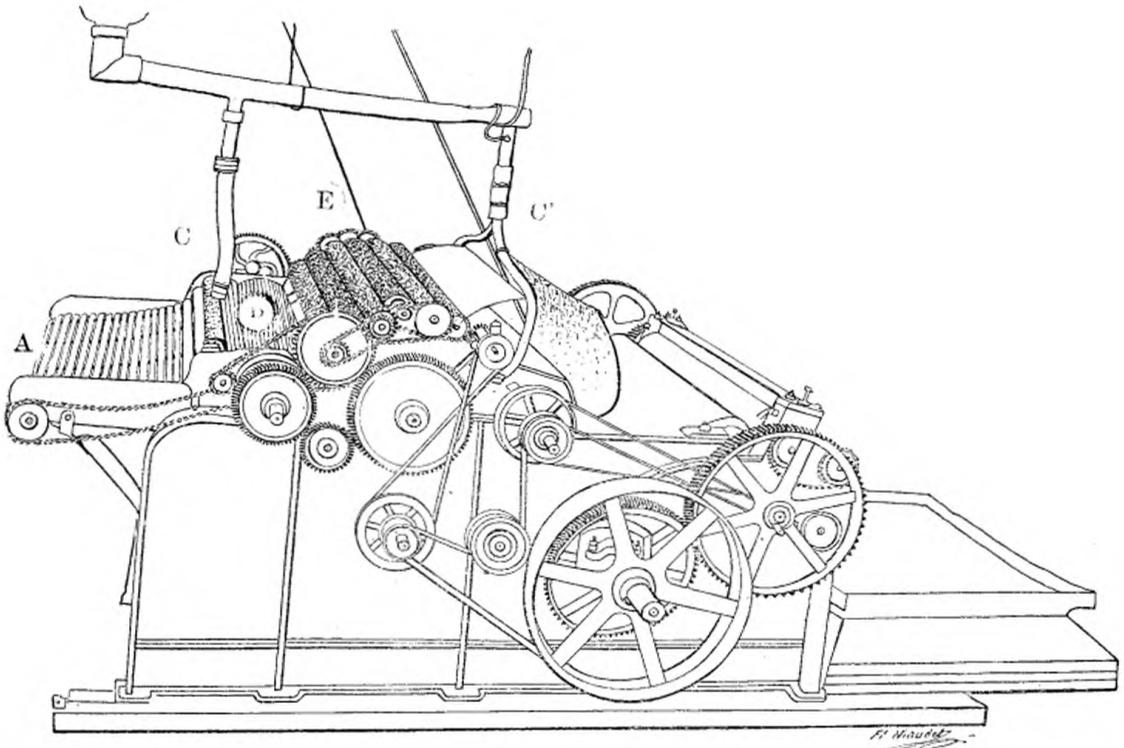


FIG. 3. — ÉCHARDONNEUR HYDRO-MÉCANIQUE

La figure 3 montre une vue de la machine ; la figure 4 une coupe.

A toile sans fin alimentaire ; B appareil dit peigneuse (système de Hydrück) composé d'un tambour à peignes excentrés. La matière est amenée à ce tambour B par les rouleaux *a* portant des aiguilles de la forme indiquée ; un enfonceur *b* aide à l'introduction des filaments dans les dents du peigneur B.

Un tuyau horizontal *c* amène l'eau sous pression, entre *a* et *b* et la laine se

trouve ainsi divisée sous une série de jets d'eau. La matière est reprise au peigneur B par le tambour D sur lequel elle est étalée par les rouleaux E E E de manière à complètement dénuder le chardon ; celui-ci est extrait par le chasseur F et vient tomber en I dans une boîte où une vis sans fin le pousse en dehors de la machine la laine est détachée du tambour D par un jet d'eau froide C' les deux brosses K-K' ont pour but de bien nettoyer à chaque tour le cylindre D. La laine tombe sur une toile sans fin L qui l'amène à l'état de nappe à deux rouleaux écraseurs MM qui brisent les chardons qui auraient pu échapper à l'action de la machine.

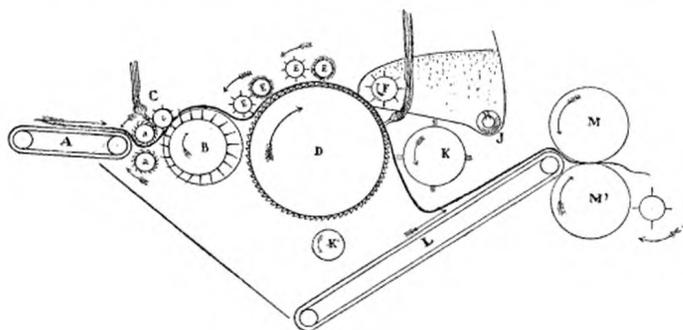


FIG. 4. — ÉCARDONNEUR HYDRO-MÉCANIQUE, COUPE

Nous avons sous les yeux un échantillon de laine brute des plus chargée provenant de Buenos-Ayres. Cette laine, passée à la machine, ne renfermait plus que de légères traces de fragments de chardons brisés et en pâte. Les déchets ne contenaient aucun filament, une écardonneuse de ce système fonctionne au peignage de Loth.

Voici d'après les constructeurs de cette machine les rendements qu'ils peuvent garantir :

Elle travaille au minimum 1 kilogramme de laine brute à la minute. Elle enlève 85 à 90 % de chardon ; elle écrase les autres (10 à 15 %) de manière à les réduire en poussière, qu'elle que soit la nature et la qualité de la laine. Elle sort de la laine brute environ 50 % de son poids primitif, lui laissant 15 % de matières grasses et nutritives ; le rendement des laines ainsi traitées et séchées est, en lavé de 75 % ; le rendement comme blousse est de 2 à 3 % en moins à la romaine ; les blousses acquièrent une valeur de 15 à 20 centimes de plus au kilogramme. Le peigné est toujours plus blanc, elle économise la garniture de carde et le savon.

Un ruban peigné à Hoboken-lez-Anvers n'a donné que deux chardons sur 120 mètres de longueur ; la machine occupe 3 m². de surface, prend 1 cheval 1/2 de force et consomme de 2 à 3 mètres cubes d'eau par jour.

2° *Séparation de la laine et des chardons par écrasement.* — Tel est le but de la machine de M. Parfait-Dubois construite par MM. Schlumberger et C^e de Guebwiller (Alsace) ; l'inventeur l'a nommée nouvelle machine étireuse-broyeuse des chardons avec cylindres lisses sans aucun contact (pl. IV, fig. 3).

La machine consiste en une toile sans fin TT sur laquelle la laine préalablement lavée est étalée ; une paire de rouleaux alimentaires garnis de pointes AB livrent la matière à trois paires de cylindres étireurs CD — EF — GK puis à deux conducteurs IJ — KL.

Dans le système ordinaire, l'écrasement des chardons est produit par un cylindre lisse et deux cylindres cannelés, avec pression, le chardon est divisé mais sa laine a à souffrir de cette opération.

M. Parfait-Dubois, par l'emploi de cylindres lisses recouverts d'une épaisseur de caoutchouc d'une composition déterminée, dans lesquels la graine s'enfonce légèrement, obtient le même résultat, et les filaments de laine, par suite de leur élasticité, n'ont pas soufferts.

L M N sont les rouleaux qui opèrent l'écrasage, la graine de chardon gonflée par l'eau absorbée pendant le lavage, éclate en fragments sous les rouleaux, fragments facilement enlevés par les opérations suivantes : O. P. voltigeurs ou dégageurs.

La production de cette machine peut aller à 1000 kilogrammes la force d'un cheval est suffisante pour la mouvoir.

FILATURE DE LAINE PEIGNÉE.

La société Alsacienne B. M. G. présente un assortiment des plus complets pour la laine peignée, il se compose :

D'un laveur de laine avec chargeur automatique, dans lequel de très ingénieux mouvements remplacent la main de l'ouvrier.

1° D'une cardé à hérissons avec, toile sans fin étaleuse, briseur garni de lames de scie incrustées, chapeau tournant de grand diamètre, 7 hérissons et 5 coureurs ; sous le briseur se trouve un tambour déboureur dont la vitesse périphérique dépasse de beaucoup celle du grand tambour et sur lequel est montée une garniture spéciale à aiguilles très souples et excessivement clairsemées. Cet organe déboureur est réglé de telle façon que sa garniture pénètre légèrement dans celle du grand tambour, qu'elle maintient constamment dans un état de propreté absolu. Ses paliers à grande portée sont construits avec beaucoup de soins de manière à éviter l'échauffement de son axe. Tous les tambours sont en fonte et parfaitement équilibrés. Les supports d'aiguillage du grand tambour et ceux du peigne sont disposés de manière à ce que les axes des rouleaux aiguiseurs et ceux des tambours à aiguiser, ne puissent jamais former une surface

gauche. Pour l'opération du réglage on ne peut que rapprocher ou éloigner les axes des tambours qui restent rigoureusement dans le même plan. La construction de cette carte est très soignée ; les cintres sont planés intérieurement de manière à ne laisser entre eux et les fonds de tambours que l'espace rigoureusement nécessaire à la marche.

2° D'un étirage bobinoir à gros hérisson avec manchons frotteurs système Bazilier.

3° D'une peigneuse.

Peigneuse de MM. Offerman et G. Ziégler

Le principe de peignage de cette machine est celui de la peigneuse Heilmann ; elle présente un mode d'arrachage nouveau, d'importants perfectionnements, et des dispositifs mécaniques très ingénieux.

Description des organes :

La planche montre les agents principaux.

1° *Alimentation*. — Les rubans des bobines après avoir traversé les anneaux-guides passent dans l'appareil alimentaire, lequel se compose d'un gill *g* qui peut recevoir un mouvement de descente et de montée, analogue au mouvement donné à la mâchoire supérieure de la pince.

2° *Pince*. — La nappe en sortant du gill *g* vient s'engager dans la pince. Elle se compose, d'une mâchoire inférieure P_1 (sur laquelle glisse l'ensemble du gill), terminée en avant par un bec portant une rainure à section triangulaire, puis d'une mâchoire supérieure, règle métallique dont l'arête inférieure forme un triangle se logeant dans l'entaille de la mâchoire inférieure *P*. Afin de pincer fortement les filaments, la mâchoire supérieure porte la brosse système Fourment facilitant l'entrée des brins dans les aiguilles du tambour peigneur *T*. La disposition des mouvements est telle que la pince séjourne près du tambour peigneur et près de l'arrachage aussi longtemps que cela est nécessaire, et qu'ensuite elle prend un mouvement très accéléré au milieu de sa course, ce qui permet de donner un plus grand nombre de coups à la minute.

3° *Tambour peigneur T*. — Il se compose d'un cylindre en fonte, recevant un segment portant les aiguilles. Dans la peigneuse Heilmann les rangées d'aiguilles sont parallèles à l'axe et chaque barrette porte le même numéro d'aiguille, et la finesse de ces dernières augmente au fur et à mesure de leur passage dans la mèche. Ici les rangées d'aiguilles forment des parties de cercles dont les plans sont normaux à l'axe et dont chacune contient les degrés de finesse successifs ; en un mot le nouveau segment de cette machine est basé sur le principe consistant à ranger les aiguilles, non les unes à côté des autres, mais les unes derrière les autres, il y a sept groupes d'aiguilles.

Le tambour peigneur T a un mouvement de va-et-vient, la course doit être telle que toute la nappe soit uniformément traversée par tous les groupes d'aiguilles ; par ce système il y a besoin de moins de pression sous la pince et la nappe alimentaire peut être plus épaisse. Le débouillage du segment à aiguilles se fait comme à l'ordinaire, par brosse circulaire, Düffer et peigne rectiligne détacheur ; seulement dans la machine Offermann la brosse circulaire plonge plus facilement dans les espaces libres entre les aiguilles, et ne projette par les duvets.

4° Le *peigne* nacteur π par lui-même n'offre rien de nouveau dans sa construction, il suit le mouvement d'avance et de recul de la pince, une brosse rectiligne b et une lame coudée l le nettoient à chaque coup, et la brosse b vient se faire débarrasser de ses blousses par le segment à aiguilles du tambour peigneur.

5° *Arrachage*. — Dans le système Heilmann l'appareil arracheur se rapproche de la pince ; dans le système Offermann c'est la pince qui marche vers les cylindres arracheurs, lesquels restent toujours fixes de position. Le mécanisme de cette opération consiste : en une toile sans fin en cuir MM dite manchon ; au dessus du rouleau moteur, r est placé un cylindre c portant de grosses cannelures inclinées sur l'axe, de forts ressorts à boudins pressent ce cannelé sur le manchon et tout le système, rouleaux du manchon et cannelé peut recevoir au moment opportun un mouvement circulaire intermittent.

La combinaison des organes est telle que l'arrachage et l'alimentation se produisent en même temps.

6° *Fouet et contrefouet* système Dujardin.

Lames métalliques de forme trapézoïdale, à arête inférieure arrondie à un seul bras courbe, recevant le mouvement l'un d'un côté de la machine et le contrefouet du côté opposé (F fouet, F₁ contrefouet).

Ils sont animés au moment voulu d'une fraction de mouvement circulaire par les segments dentés d, d' et les leviers $l, l' - l''$, tel que leur mouvement soit inverse.

Le fouet F a pour fonctions, de presser sur la queue de la mèche, précédemment peignée de manière à coucher toutes les fibres de façon que cette queue ne soit pas atteinte par les aiguilles du tambour peigneur, et en plus dans son mouvement de descente, il aide à l'arrachage en séparant la queue peignée de la tête non encore peignée.

Le contrefort F₁ sert à maintenir la queue de la mèche abandonnée pendant le mouvement ascendant du fouet.

Comme l'arrachage et l'alimentation se font en même temps et que le mouvement rotatif des cylindres arracheurs, cesse aussitôt que l'alimentation est ter-

minée, de manière à faire commencer l'arrachage suivant au point précis où l'arrachage précédent a cessé, toutes les conditions pour la formation d'un ruban régulier et continu se trouvent remplies.

Pour faciliter l'étude de la peigneuse, nous indiquons les positions principales des organes pendant les diverses périodes du travail de la machine.

1^{re} position. — La pince est fermée, elle présente au tambour peigneur la tête de mèche. Le fouet est dans sa position inférieure extrême, maintenant sur le manchon la mèche arrachée au coup précédent ; les aiguilles du segment agissent sur la tête.

2^e position. — La pince avance vers le manchon, l'appareil d'alimentation à gill ouvert recule, le peigne nacteur se relève, puis la pince s'ouvre et s'approche de l'appareil arracheur, en laissant la place nécessaire pour la matière fournie par l'alimentation.

3^e position. — La pince s'arrête et le fouet est complètement relevé. Les cylindres arracheurs se sont mis en mouvement avant la fin de la course de la pince pour saisir les premiers brins de la tête de mèche ; puis l'absorption commençant, le peigne nacteur tombe, le gill supérieur s'abaisse et tout l'ensemble alimentaire s'avance vers le manchon, pendant toute cette période la pince reste ouverte.

4^e position. — La pince recule, le fouet s'abaisse pour séparer les mèches, puis la pince se ferme, le peigne nacteur se relève, et nous retombons à la position initiale.

La mèche peignée passe dans un entonnoir placé sur le côté de la nappe puis tombe dans un pot.

Ensuite nous trouvons un étirage-bobinoir où 7 pots de peigneusés se réunissent par table.

Puis une lisseuse opérant en même temps le dégraissage. Enfin une série d'étirages complètent les 9 passages ; l'étirage finisseur a deux rangs de bobines horizontales. Ces bobines ont une partie cylindre et sont terminées par 2 troncs de cône ; 4 bobines s'y réunissent et la machine est munie du casse-mèche électrique.

Le filage se fait sur continu et sur selfacting.

Le métier continu est à anneaux (métier déjà décrit plus haut), les supports des cannelés étireurs sont relevés en arrière et le porte-broches incliné sur le porte-cylindre. Cette disposition a pour but de diminuer l'angle formé et de faciliter beaucoup le renvidage.

Le métier à filer la laine peignée a 240 broches, il est du système Platt ; la commande de la machine pendant la période de renvidage est faite par corde indépendante du mouvement général. Il est muni du Roller motion Beaudoin et du régulateur de secteur système Ruher.

Ce selfacting se recommande par plusieurs perfectionnements :

1° La disposition des plates-bandes portant le collet et la crapaudine (pl. IV, fig. 4^{bis} et 4^{ter}), *b* broche, PP plate-bande portant une rainure RR dans laquelle est logée une tresse en coton imprégnée d'huile (*d*), une plaque de tôle mobile *ll* opérant la fermeture empêche la projection de l'huile, le même système est appliqué à la crapaudine. La tresse grasse lubrifie constamment les parties en contact. Ce mode de graissage continu permet les grandes vitesses.

2° La corde qui met en mouvement un certain nombre de broches passe sur une grosse noix à lourd contre-poids pouvant se mouvoir dans une coulisse. Ce système maintient une tension constante à la corde, annule les effets hygrométriques de l'air sur sa longueur, et par suite assure une grande régularité dans la torsion.

2° Appareil dit Brise-mariages.

Pour la laine principalement, au moment où le chariot s'éloigne du porte-cylindre, il arrive que deux fils voisins se réunissent, si le rattacheur ne brise pas ce fil double il est renvidé sur la bobine, dans ce cas il donne non seulement au tissage un défaut dans la pièce, mais encore par suite de la torsion beaucoup trop forte qu'il subit, il exerce sur la pointe de la broche une traction qui la fatigue beaucoup et peut même la forcer.

L'appareil dit brise-mariage rompt mécaniquement tous les fils doubles, le système appliqué au selfacting de la Société Alsacienne se compose : (pl. IV, fig. 4) d'un arbre parallèle au porte-cylindre et placé en avant et un peu en dessous, il porte de distance en distance des leviers recevant à leur extrémité une tringle en tôle à section circulaire à l'assemblage AA et découpée en une série de bras B se terminant en pointe de flèche, la distance *ab* est plus petite que la distance de deux mèches sur le cannelé et la pointe *c* passe par leur milieu. Tout l'ensemble de l'appareil inactif est à peu près horizontal et laisse passer le chariot en dessous de lui. Quand le chariot commence sa sortie, à une distance convenable un mécanisme soulève toutes les pointes B et partout il y a soudure de fils la rupture est opérée, ce mouvement s'opère de la manière suivante :

Sur le bâtis du bout du métier une douille reçoit l'axe d'une courbe excentrée de forme particulière, placée en dedans, de l'autre côté (extérieur) un barillet recevant une chaîne Galle. Cette chaîne vient s'attacher à une poulie, dont l'axe est sur l'arbre moteur des pointes B, et est constamment tendue par un contrepoids. Le bout du chariot porte un bouton qu'un ressort à boudin tend toujours à maintenir sorti, dans sa sortie le bouton vient rencontrer la courbe l'abaisse, fait par suite tourner la poulie, relever les pointes de flèche. Le bouton ayant cessé d'agir sur la courbe, un contre-poids ramène la courbe et par suite tout le système à sa position initiale. La courbe est amincie sur son épaisseur, en avant, de sorte que le bouton à la rentrée du chariot se trouve repoussé dans sa gaine et l'appareil reste immobile.

La société des ateliers de construction de Bittschwiller près Thann (Alsace), expose un assortiment complet de laine peignée (moins la préparation du 1^{er} degré) Gills — Etirague — Bobinoirs en gros, intermédiaire et finisseur avec bobines cylindro-coniques. Les bobines alimentaires, à toutes ces machines, sont placées sur des rateliers commandés mécaniquement, ce qui assure la régularité de déroulement.

Le filage s'opère sur continu à anneaux, broches à engrenage (brevet Peters) ou sur selfacting système Platt, avec chariot parabolique.

Toutes ces machines sont construites avec soin mais n'offrent rien de nouveau.

M. G. Riche, de Roubaix, présente un Gill-Box sans cames. On reproche, non sans raison, à l'appareil ordinaire, sa difficulté d'exécution et son usure rapide ; le dispositif de M. Riche consiste à ne faire parcourir à la barrette porte-aiguilles, dans son mouvement vertical de montée et de descente, que la moitié de la distance des axes des deux vis motrices, et d'opérer la course totale en deux temps. La barrette amenée dans cette position intermédiaire y reste stationnaire, jusqu'à ce que les vis ayant fait une nouvelle révolution, la barrette voisine actionnée par le même mécanisme prenne sa place en la chassant verticalement pour l'engager dans l'autre vis.

Ce système permet de supprimer les cames, c'est simplement une goupille d'acier très solide qui produit le mouvement nécessaire.

La suppression des cames permet l'augmentation du diamètre des vis, ce qui a pour conséquence de rendre le mécanisme beaucoup plus robuste.

Dans l'exposition de M. J. Grün nous trouvons la

Peigneuse Grün-Effermann

Cette machine est du type Heilmann, combiné à la peigneuse Meunier, d'importantes modifications ont été apportées à cette machine dans la disposition des organes et de leur fonctionnement tout en conservant les mêmes principes de peignage.

La laine est livrée par un Gill alimentaire et retenue par une paire de pinces pendant la peignage de la tête, puis l'arrachage a lieu à travers un peigne nacteur pour les laines chardonneuses. M. Offermann a appliqué un organe supplémentaire qu'il a nommé schlagkamm, ou peigne à gratterons et dont le mode d'action est le suivant.

Un peu avant la fin du peignage de la tête par le peigne circulaire, M. Offermann fait tomber son peigne à gratterons sur la mèche tendue entre les pinces

et le peigne circulaire dans un espace laissé vide entre les barettes. Cet organe suit un peu le mouvement du tambour peigneur puis remonte, la tension qu'il opère sur les filaments ligneux tenus dans l'organe les brise, tandis que les filaments de laine résistent par leur élasticité propre, les aiguilles du peigne cylindrique peuvent alors les enlever facilement. La machine qui marchait à l'Exposition travaillait de la laine excessivement chargée, et le ruban de sortie ne laissait rien à désirer comme propreté.

II. — MATÉRIEL ET PRÉPARATION DE LA LAINE CARDÉE

La filature de laine cardée emploie les laines courtes, les blousses ou déchets de peignage, souvent elle y mélange des déchets de chiffon de laine effiloché (dits Renaissance), en général la matière est teinte avant la mise en œuvre.

Afin de simplifier notre travail nous décrivons d'abord les procédés nouveaux, procédés appliqués par la majeure partie des exposants ; puis en passant en revue les matériels présentés, nous signalerons les points offrant quelque intérêt.

L'emploi des grosses laines s'étant beaucoup généralisé, l'Industrie a dû chercher les moyens d'abrégier le travail et de produire un mélange bien intime des matières, communes et de provenances diverses, employées pour ces articles.

En général l'assortissement comprend :

Une machine à écharbonner.

Un brisoir Huiloir.

Trois passages de cardé.

Et le métier produisant le fil.

Pour obtenir une nappe contenant uniformément toutes les sortes de laine entrant dans sa composition, il est indispensable de croiser successivement les couches de laine livrées par le cardage, et d'alimenter ensuite la cardé suivante en prenant la nappe de la première transversalement. Cela oblige à produire en avant de la cardé un rouleau formé d'un nombre de couches déterminées et tel que son développement donne la largeur de la cardé suivante.

Sur la cardé finisseuse on prépare la mèche destinée à alimenter le métier produisant le fil, en faisant la division de la nappe fournie en un certain nombre de boudins de grosseur déterminée.

Appareil Blamire avec enroulage à pression

(CONSTRUCTION GRÜN)

L'appareil Blamire est un appareil de sortie généralement appliqué à la carte repasseuse. Il produit une nappe continue, limitée seulement par le diamètre du rouleau qu'il fournit en enroulant cette nappe sur un mandrin en bois il a l'avantage de ne pas solidariser les cartes de deux passages successifs, comme le fait l'appareil étaleur écossais ; ce qui produit une perte de temps et par suite, lors des arrêts de l'une ou de l'autre carte, pour cause d'aiguillage ou de débouillage, enfin il convient surtout pour les matières courtes, pour lesquelles il est impossible d'employer les appareils à grande nappe ou Ecossais. Son emploi est tout indiqué pour les mélanges de couleurs.

La planche II, figure 7 montre l'application de l'appareil Blamire à une carte à hérissons. La nappe N détachée du duffer par le peigne rectiligne p vient se placer sur la toile sans fin montante TT, qui la conduit toujours soutenue entre deux toiles sans fin T_1T_1 — T_2T_2 entre lesquelles elle descend. L'ensemble de ces toiles est suspendu par une corde passant sur une poulie à gorge fixée au plafond, corde portant un contre-poids. Le bas repose sur une sorte de chariot recevant un mouvement de va-et-vient dans le sens perpendiculaire à l'axe du grand tambour. En dessous se trouve une quatrième toile sans fin T_3T_3 animée elle-même d'un mouvement très lent dans le sens perpendiculaire au sens du parcours de la laine dans la carte. La nappe sortant des toiles T_1T_1 — T_2T_2 se dépose sur T_3T_3 , il va donc se produire, par la superposition d'un certain nombre de plis du voile du peigneur, une nappe dont l'épaisseur dépendra de la vitesse de cette toile, cette dernière amène cette nappe à un appareil qui la met en rouleau. M. Grün a appliqué une pression à cet enroulage, il obtient ainsi des rouleaux plus durs, plus lourds, analogues à ceux du batteur coton, ce qui supprime les rattaches à la carte suivante :

Continu diviseur

Le continu diviseur se trouve chez tous les exposants, il opère la division de la nappe au sortir de la carte de deux manières :

1° Par appareils à lanières se composant particulièrement de cylindres à cannelures dans lesquelles viennent s'intercaler deux sortes de lanières ou bandelettes de cuir, entre lesquelles la nappe de laine sortant du peigneur vient se faire diviser par un effet de cisaillement doux. Ces lanières se dirigeant vers les frot-

teurs, qui enlèvent, roulent en les frottant et conduisent enfin à l'organe enrouleur, les bandes de laine transformées alors en boudin.

2° Par appareils à lames d'acier.

Ce système présente les avantages suivants : possibilité de filer les matières les plus courtes, renaissance et déchets. Grande facilité de transformer une machine disposée pour un certain nombre de fils en une autre d'un nombre de fils différent, en ayant simplement des divisions de rechange, ce qui permet d'utiliser le même appareil pour travailler des matières différentes de qualité et de longueur et de produire des boudins de numéros très différents sans perte de production, cette transformation est très compliquée pour les continus à lanières de cuir.

Dans les premières machines à lames d'acier fixes, les lames s'encrassaient à leur point de croisement par suite des dépôts de duvets mélangés d'huile, ce qui forçait d'arrêter le continu plusieurs fois par jour pour procéder au nettoyage des lames, il y avait de plus une grande usure dans ces agents.

L'introduction de la nappe dans l'appareil diviseur est un travail difficile, nécessitant l'intervention de plusieurs personnes.

Continu diviseur à lames voyageuses en acier

(SYSTÈME J. S. BOLETTE)

M. Bolette est arrivé à remédier à tous les défauts signalés ci-dessus, dans son appareil, les lames au lieu d'être immobiles, comme dans les premières machines de ce genre, sont fixées sur des cylindres qui leur communiquent un mouvement très lent de va-et vient, en avant et en arrière ; ce déplacement empêche l'encrassement, supprime le nettoyage. Le point de travail étant constamment changé par suite de la mobilité des lames, ces dernières ne se coupent jamais, et s'usent très lentement et uniformément.

Le démontage et le montage d'un jeu de lames s'opèrent en deux heures au plus et ce travail ne demande pas un ouvrier spécial.

Le remplacement des lames coûte environ trois fois moins que celui des lanières et un jeu de lames d'acier dure environ trois fois plus qu'un jeu de lanière de cuir.

L'introduction de la nappe se fait automatiquement tous les fils viennent à la fois.

Nous donnons (pl. II, fig. 9) les deux modèles de continu diviseur Bolette.

A tambour peigneur. — B Peigne rectiligne détacheur.

C Nappe fournie par la cardé.

D Appareil servant à introduire la nappe automatiquement dans le diviseur.
 — EF Rouleaux oscillants sur lesquels sont fixés les lames K et L.

G et H. Tabliers en cuir ou manchons. *ii* manchons frotteurs (fig. 9). —
 I'I' manchons frotteurs supplémentaires. — JJ petits cylindres destinés à maintenir les lames contre les manchons diviseurs pendant leur mouvement de va-et-vient.

KL Lames diviseuses en acier trempé.

MN Chemin parcouru par les lames.

Appareil à lames d'acier fixes, Tambours voyageurs

(SYSTÈME GRÜN)

L'inconvénient des continus diviseurs à lames d'acier voyageuses est principalement la faible production quand on a à produire des numéros fins, en effet, la présence des lames KL (pl. II) ne permet pas de donner aux manchons GH un mouvement de translation. Le frottement des boudins n'est opéré que par les manchons frotteurs. Pour donner une adhérence suffisante on ajoute, il est vrai, un second manchon ; mais le roulement se produisant entre une surface fixe et une mobile, l'action se trouve limitée et par suite il faut beaucoup ralentir la machine. De plus l'extrémité des lames KL n'épousant pas toujours très bien la forme plus ou moins variable du cuir du manchon, il peut se produire des irrégularités.

M. Grün a modifié heureusement cette machine de la manière suivante.

La planche IV montre l'appareil placé à la sortie d'une cardé. LL lames d'acier fixes, s'appliquant sur deux rouleaux sur CC sont enroulées de bandes de cuir, ils sont tournés et présentent par suite une surface régulière sur laquelle la lame s'applique facilement. Deux chapeaux brosses BB enlevant les déchets. Le nettoyage des lames s'opère par le déplacement des tambours diviseurs CC, animés à cet effet d'un mouvement très lent de va-et-vient dans le sens de leur axe. Le roulement de la mèche se produit comme dans les frotteurs ordinaires, le boudin peut donc passer très rapidement dans la machine, par suite sa production est beaucoup plus grande.

Avec ces appareils les matières courtes se divisent sans difficulté, pour les matières longues il faut avoir soin de presser fortement les lames, dans l'appareil Bolette contre les manchons, ou dans l'appareil Grün contre les tambours garnis de cuir, afin de maintenir les filaments sur la plus grande longueur possible pendant la division, pour matières courtes et faciles à boudiner on peut aller à 80 fils par mètre de largeur et simple frottage, pour les matières longues il ne faut pas dépasser 50 ou 60 fils et double frottage.

Société anonyme Verviétoise (Belgique)

Cette maison présente une filature complète de laine cardée, dont le matériel réduit le travail à sa plus simple expression. Leur assortiment comprend trois passages de cardé à hérissons. Premier passage à chargeur automatique, système Deru, dont le but est l'alimentation régulière. La laine est étalée directement sur la table livreuse. Une sonnerie indique le moment où l'ouvrier doit charger de nouveau l'appareil et couper les matelas à la sortie de la machine. Cette cardé est munie d'un batteur échardeur, d'un appareil servant à expulser de la laine les corps étrangers, bois, paille, etc., qui pourraient endommager les garnitures. La nappe cardée s'enroule sur un gros cylindre en bois, dont une bande de la surface s'ouvre automatiquement sur une génératrice quand le matelas a l'épaisseur voulue, épaisseur réglée par un compteur. Deux rouleaux extraient cette dernière.

La nappe produite au premier passage est alors introduite dans l'autre sens dans la cardé suivante.

Cette machine porte à sa sortie une toile sans fin en zig-zag de 12^m,50 de développement. Les tambours qui la guident sont d'un très grand diamètre, pour éviter les courbes du petit rayon, ce qui permet de travailler les matières les plus courtes, renaissance, mélange de laine et coton.

Enfin, la matière arrive au troisième passage.

Nous donnons (pl.I, pl. 4) une vue de la cardé finisseuse; elle a six travailleurs, appareil diviseur système Bolette, à lames voyageuses. Elle donne 140 fils sur 1^m,50 de largeur, et sa production peut aller à 175 kilogrammes en 12 heures de travail. Les fils des bords étant en général irréguliers, sont revidés sur bobines spéciales et mis à part.

Dans toutes ces cardés, la vitesse des débourreurs est ralentie pour éviter l'évaporation. Les cintres sont complètement métalliques et planés intérieurement pour empêcher les déchets de tomber latéralement.

Le métier Renvideur est le système Platt, plus ou moins modifié. Il est alimenté directement par les rouleaux de la cardé finisseuse. Il n'a qu'une paire de cylindres alimentaires lisses. L'étirage se fait par le chariot. L'arbre du métier a 3 poulies, une folle, les autres reliées chacune au volant portant la corde donnant la rotation aux broches, de sorte que ces dernières peuvent avoir deux vitesses différentes. La sortie du chariot s'opère comme à l'ordinaire par un Bakschafft (arbre de derrière) seulement, au lieu d'avoir un tambour cylindrique pour faire cette opération, on se sert d'un tambour à gorge forme de spirale, réglé de manière que la sortie se fasse d'abord très rapidement, puis plus lentement.

Pendant la première période, les cylindres livreurs tournent, les broches marchant à la plus faible vitesse, 2,500 à 3,000 tours ; puis, aux $\frac{2}{3}$ de la course, l'alimentation s'arrête, la courroie motrice passe sur la deuxième poulie, actionnant ainsi le grand volant ; les broches font alors 3,500 à 4,000 tours. Le chariot marche lentement, opérant l'étirage du fil encore très peu tordu. Le chariot, arrivé au bout de sa course, a un petit mouvement de recul vers le porte-cylindre, mouvement donné par un dispositif particulier ; il a pour but de compenser le raccourcissement du fil pendant la torsion supplémentaire ; les autres mouvements de la période du renvidage, période actionnée par une commande spéciale, ne présentent rien de particulier.

Le métier exposé file du n° 24 (laine).

L'assortiment préparatoire peut alimenter 1,000 à 1,200 broches Selfactings, MM. Alexandre père et fils, d'Harancourt (Ardennes), présentent :

1° Une effilocheuse,

2° Une cardé simple avec appareil diviseur à lanières. Comme nous l'avons dit plus haut, la vitesse de cette machine se trouve forcément limitée par l'action des manchons frotteurs. Dans la cardé diviseuse de MM. Alexandre, les boudins, en quittant les lanières, passent entre 4 tabliers frotteurs, ce qui quadruple l'écartement ordinaire et permet de donner aux manchons, une beaucoup plus grande course sans avoir à craindre les mariages. Ce qui augmente la production dans une notable proportion.

Le matériel pour laine cardée exposé par M. Célestin Martin, de Verviers (Belgique) :

1° D'une effilocheuse,

2° D'un échardeur,

3° D'un brise-huiloir.

Le graissage de la laine a beaucoup d'importance surtout quand elle est destinée à la fabrication des draps.

Cette machine a un chargeur automatique, deux réservoirs, un pour l'huile, l'autre pour l'eau ; leur débit est réglé par robinets et le mélange intime est fait par brosse circulaire marchant à grande vitesse. Sur un mètre de largeur, ce huiloir peut ensimer 1500 kilogrammes de laine en 12 heures avec un seul ouvrier.

4° Un métier continu à anneaux muni d'un régulateur de torsion à chaque broche. L'appareil diviseur ne donne pas toujours une grande régularité dans les boudins, les parties les plus larges recevant une torsion beaucoup trop forte se raccourcissent et produisent des grosseurs très visibles dans les tissus. Pour remédier à cet inconvénient, M. Célestin Martin fait passer le fil, au sortir des rouleaux livreurs, sur un guide-tendeur qu'un contre-poids maintient dans sa position normale ; si le boudin vient à grossir, le surcroît de torsion qu'il reçoit va en opérer le raccourcissement et faire baisser le tendeur ; mouvement qui, par

une disposition mécanique particulière, ralentit la vitesse de la broche, ce moyen ne supprime pas le défaut, mais l'atténue.

Dans toutes ces machines bien étudiées, la solidité des bâtis, l'emploi de l'acier rendent possibles les vitesses extrêmes et assurent une très forte production.

Leur construction économique permet de les livrer à des prix beaucoup inférieurs à ceux même des Anglais.

III. — CHANVRE ET LIN

La Société Fives-Lille expose une machine à teiller le chanvre et le lin. Cette machine consiste en un très fort bâtis à montants verticaux, servant de guide à un chariot de section rectangulaire, à rainure interne de la largeur des pinces, lequel reçoit un mouvement alternatif de montée et de descente. La partie inférieure du bâtis renferme deux tambours peigneurs parallèles; la matière sèche est étalée uniformément dans une pince qui consiste en deux mâchoires plates en fonte, pouvant se séparer et être réunies par un boulon serrant fortement le chanvre à teiller. Le dépassement des brins doit être la moitié de la longueur totale des tiges; la longueur de la pince est de 30 centimètres. L'ouvrier introduit la pince garnie dans rainure du chariot, au fur et à mesure de l'avancement des pinces chargées: le chariot descend, vient présenter les tiges entre les tambours; ces tambours sont armés en commençant de lames d'acier dont le coupant s'éloigne de plus en plus du centre; puis de dents de plus en plus fines; l'attaque de la mèche se fait par suite d'une manière progressive. Chaque fois que le chariot est arrivé au haut de sa course, un encliquetage fait avancer la pince de sa longueur, et la matière est de nouveau présentée aux tambours peigneurs; pour les traverses de la machine, il y a quatre descentes, pendant lesquelles des organes peigneurs, de plus en plus fins, agissent sur la mèche.

Au bout de la machine, un plan incliné amène les pinces sur une table où l'ouvrière ouvre la pince, serre la mèche par la tête peignée, puis introduit la pince dans une deuxième machine identique à la première, placée symétriquement, laquelle opère le teillage de la queue.

Chaque charge de pince pèse environ 500 grammes, et la machine peut produire 1,200 à 1,800 kilogrammes en douze heures de travail. Il faut 4 ouvriers pour son service.

C'est la seule machine pour chanvre ou lin que nous trouvions à l'Exposition; par contre, nous pouvons admirer les portiques architecturaux les colonnes coniques exécutés en rouleaux de cordage ou en pelotes de ficelle, dont les proportions sont en rapport avec le Palais des Machines.

IV. — LA RAMIE

Ce textile, encore peu connu, nous paraît appelé dans l'avenir à prendre une place très importante dans l'industrie des matières textiles : aussi croyons-nous devoir entrer dans quelques développements peut-être un peu en dehors de notre spécialité. La Ramie est une plante ; ses fibres sont de qualité supérieure à celle des autres textiles comme solidité, durée, et aussi pour leur résistance aux agents chimiques ; elles sont supérieures à celles du coton et du lin, par leur brillant et leur solidité ; au chanvre, par leur résistance aux agents atmosphériques ; au jute, par leur souplesse et leur éclat. Elles prennent admirablement la teinture.

	Ramie	Chanvre	Lin	Soie	Coton
Traction . .	100	36	25	13	12
Elasticité. .	100	75	66	400	100
Torsion . .	100	95	80	600	400

La Ramie comprend différentes variétés, mais deux surtout sont intéressantes : ce sont celles acclimatées en Europe. L'une est la *Bahmeria utilis* ou *Ténacissima* ; l'autre est la *Bahmeria nivea*.

La première est celle qui donne les fibres les plus belles, les plus résistantes et les plus vigoureuses : c'est la Ramie de Java, appelée Ramie verte, à cause de sa feuille uniformément verte. La seconde, qui a le dessous de ses feuilles d'un blanc nacré, est l'ortie de Chine ou Ramie blanche ; elle donne des fibres plus ordinaires que celles de la première, moins souples et moins résistantes ; la plante est moins vivace, mais elle semble mieux supporter le froid de nos climats.

Tout le monde est unanime à reconnaître la valeur de cette plante, dans laquelle rien n'est perdu : les feuilles servant à la nourriture du bétail, la fibre ayant une valeur supérieure à celle de tous les autres textiles, le bois pouvant faire du papier. Pour pouvoir utiliser cette plante, il fallait résoudre le difficile problème du décorticage et du dégommeage.

Dans la tige de Ramée, nous trouvons au centre la moelle qui est formée d'un liquide verdâtre, le bois et l'aubier, partie annulaire contenant la moelle, le liber très développé renfermant les fibres textiles, et enfin une pellicule brunâtre constituant l'écorce. Cette écorce adhère fortement aux fibres, et les fibres sont elles-mêmes soudées entre elles très énergiquement par une gomme mucilagineuse.

Le décortiquage consiste à enlever le bois, et le dégompage à enlever la gomme. Ces deux problèmes sont essentiellement différents : l'un doit être un procédé mécanique, l'autre un procédé chimique.

Décortiquage

Le décortiquage de la plante peut se faire en vert ou en sec. En vert, c'est-à-dire aussitôt que la plante a été coupée ; et en sec, en opérant sur des tiges préalablement séchées pour en assurer la conservation, et permettre le transport dans des usines plus ou moins éloignées des centres de production. La ramie, pourrissant très rapidement, si elle n'est pas travaillée de suite, ne peut être transportée qu'à l'état sec. Le décortiquage en vert doit donc être le seul employé afin d'éviter de grands frais de séchage et de transport.

Le décortiquage peut se faire à la main ou à la machine. A la main, c'est le procédé employé par les Orientaux, qui grattent la tige fraîchement coupée à l'aide d'un couteau de bambou. Ce sont les lanières produites par ce procédé qui sont connues en Europe sous le nom de China-Grass.

Dans la Galerie des Machines, nous trouvons les machines destinées à décortiquer la Ramie. Quatre modèles y figurent : nous allons les étudier en nous appuyant, non seulement sur leur fonctionnement, mais surtout sur les résultats obtenus au concours fait par la direction de la classe 54. Quant à la structure intérieure des machines employées, nous ne dirons que ce que nous avons pu voir, par hasard, et cela sans aucune garantie.

La première machine exposée a été celle de la Société française, système Favier.

Cette Société a exposé deux machines, toutes deux destinées à travailler les tiges de Ramie à l'état sec : l'une donnant de la filasse ; l'autre, de dimension plus restreinte, ne donnant que des lanières. Cette dernière a été modifiée pendant l'Exposition pour travailler à l'état vert.

Machine à décortiquer produisant de la filasse

Cette machine se compose d'une série de jeux formés d'une paire de cylindres cannelés en cuivre de petit diamètre, suivie d'une autre paire de cylindres d'une forme particulière (6 grosses cannelures réglées de manière que les sommets se

touchent en marchant), et qui ont une vitesse un peu supérieure à celle des premières. La série des jeux aboutit à une toile sans fin qui reçoit la filasse. Dans la grande machine, il y a au moins 30 jeux.

Les tiges préalablement étuvées sont présentées une à une, elles entrent dans un organe appelé gueule qui ouvre la tige et permet au bois de s'échapper, le grand nombre de passages à travers les cylindres enlève la pellicule brune (écorce) et il sort à l'extrémité une très belle filasse. Lors de son apparition à l'exposition elle produisait 5 à 6 kilogrammes de filasse à l'heure : modifiée ensuite par la suppression des gueules elle a produit au concours 15 kilogrammes à l'heure. Elle est essentiellement une machine d'usine, ses dimensions et son poids ne peuvent en permettre le transport. Les inconvénients de cette machine résident : dans sa complication, sa faible production, la nécessité du séchage des tiges puis de leur étuvage.

La machine à faire les lumières est du même système mais beaucoup plus petite ; aménagée pour travailler la ramie à l'état vert elle a produit dans un premier essai 130 kilogrammes à l'heure, dans un second 250 kilogrammes, enfin dans un 3^e 193 kilogrammes les lanières obtenues sont très belles, mais la machine s'engorge facilement par suite des enroulements de fibres autour des cylindres, de plus l'effeuillage de la tige doit être fait avant le décortilage.

Machine Armand Barbier

Cette machine, inventée par M. Landsheer et présentée sous le nom Armand Barbier, est destinée à travailler la ramie à l'état sec et à l'état vert. Elle se compose d'un gros tambour en fonte portant des cannelures, sur la surface supérieure trois cylindres cannelés de 70 millimètres de diamètre sont pressés contre le gros tambour par des ressorts, ensuite se trouvent deux batteurs formés de règles plates, montées sur des plateaux latéraux, ils tournent à 500 tours par minute, un dispositif particulier permet de donner aux cylindres un mouvement en sens inverse, sans changer le sens de rotation des batteurs. Les tiges, tenues à la main, sont introduites jusqu'à la moitié de leur longueur dans la machine et soumises à l'action des cylindres et des batteurs, puis à l'aide du levier de changement de marche, le mouvement rétrograde a lieu, les tiges ressortent, puis la machine remise à sa marche ordinaire on présente les bouts non travaillés, ce double mouvement limite forcément la production, elle a été de 150 kilogrammes de tiges à l'heure.

A l'état sec son fonctionnement est le même, elle ne travaille que 25 kg. à l'heure.

Malgré son faible rendement, son prix et sa simplicité en font une machine pouvant être employée par les cultivateurs n'ayant pas de grandes surfaces plantées en ramie.

Machine dite la Française

Cette machine due à l'invention de M. Félicien Michotte, ingénieur des arts et manufactures, est absolument nouvelle.

La Française se compose de deux paires de cylindres en acier à grosse cannelure hélicoïdale, dont la pression est réglée par ressorts, ils sont suivis d'un contre-batteur et d'un batteur élastique. Les cylindres ont pour but d'ouvrir et de broyer la tige, au lieu de la casser comme dans les machines précédentes, le batteur a pour fonction de les secouer. Ce batteur est formé de deux plateaux latéraux portant une série de tiges cylindriques, sur lesquelles sont assemblées de petites battes en acier oscillant librement sur ces axes. Les tiges étaient primitivement posées sur une toile sans fin, actuellement elles sont simplement posées sur une planche, et engagées entre les cylindres, et reçues à la main à la sortie du batteur. La quantité de tiges introduites varie de 80 à 100 pour une opération durant 20 secondes ; de plus les tiges se trouvent effeuillées mécaniquement les lanières sont très divisées et exemptes de bois.

Cette machine est simple et robuste, au concours, elle a produit dans un essai 280 kilogrammes, et dans un autre 471 kilogrammes à l'heure, soit 92 kilogrammes de lanières vertes l'heure, production double de celle des trois autres machines présentées. Cette machine ne peut s'engorger, sa simplicité permet son emploi sans ouvriers spéciaux. Elle nous a paru résoudre le mieux le problème de la décortication en vert. On lui reproche son poids qui est de 1100 kilogrammes pour la machine présentée, mais par l'emploi bien entendu de l'acier et les simplifications, le nouveau modèle ne pèsera pas plus de 700 à 800 kilogrammes.

Cette machine, modifiée pour travailler la ramie à l'état sec, en produisant des lanières, a donné de bons produits ne contenant guère que 3 p. 0/0 de bois.

Machine Landsheer

Deux machines ont été exposées; une première est identique à la machine que nous avons décrite sous le nom de Armand Barbier, à quelques détails de con-

struction près ; elle a d'ailleurs eu au concours le même rendement, 145 kilogrammes.

La seconde, qui a été montée pour le concours, est composée des mêmes éléments que la première, en y ajoutant une disposition et un mode de travail qui paraissent inspirés par la Française.

Le travail de cette machine, qui a été au concours de 819 kilogrammes pour un essai, et de 240 seulement pour l'autre, est très imparfait ; 30 p. 0/0 de bois et les feuilles restent. Les tiges, pour être décortiquées complètement, doivent être repassées dans la machine à mouvement rétrograde, ce qui complique beaucoup le travail. La production n'a été que de 48 kilogrammes de lanières vertes par heure, avec un personnel de dix ouvrières.

A l'état sec, le travail laisse beaucoup à désirer. Elle broye les tiges, mais ne décortique pas.

Nous donnons ci-dessous le tableau des essais faits sur la ramie à l'état vert :

MACHINES	1 ^{er} ESSAI				2 ^{me} ESSAI				Poids maximum de (1 h.) lanières vertes	Personnel
	Quantité de tiges	Temps	Lanières	Tiges trav. par heure	Quantité	Temps	Lanières	Tiges trav. par heure		
Barbier. . .	10	6 m.	1,300	100	26	10' 10"	1,200	143,4	13,00	3h.
Favier. . .	10	4 ^m 1½	2,810	133	10,350	2' 1½	2,600	248,4	62	4h.
					50	15' 1½	15,500	193,5		
Michotte . .	7	1 ^m 1½	1	280	17,4	2' 1½	6	418	144	2h.
Landsheer GM	36	2,38	10,00	819	46	11' 1½	15,00	240	61	7h.
PM 15 k. lani.		6' 3¼	10,500	»	24,400	10'	6,500	146,4	39	3h.

V. — SOIE

Dans la Galerie des Machines, nous citerons, pour mémoire, l'exposition de M. Giovanni Battaglia (Italie). Cette installation ne marche pas.

Dans le Pavillon des Chantiers de la Buire (Lyon), nous trouvons un atelier de dévidage de cocons en pleine activité et des plus intéressants.

Les opérations consistent : à plonger les cocons dans l'eau bouillante, puis, quand ils sont suffisamment ramollis, à les soumettre au battage : les cocons sont à nouveau immergés dans un bassin d'eau bouillante où ils reçoivent, soit

les coups d'une brosse ronde et plate en chiendent, brosse animée d'un mouvement rapide de montée et de descente, soit l'action d'une même brosse tournante. La brosse détache les premières couches de la surface qui adhèrent aux brins de chiendent, et l'ouvrière peut rassembler les bouts de soie de presque tous les cocons; puis elle les porte à l'ouvrière suivante, la fileuse, ouvrière qui soigne une bassine, un jette-bout et un dévidoir.

La fileuse prend les bouts d'un certain nombre de cocons pour former ce que l'on nomme une grège, ordinairement 5, les réunit et les fait passer dans un tube dit filière. Ces fils se soudent ensemble, vont passer sur un guide placé en dessus, et de là se rendent au dévidoir. Quand un fil casse, ou qu'un cocon est épuisé, il faut rattacher le fil à la grège, ce qui se fait en jetant vivement le bout contre le faisceau montant; cette opération demande une grande habileté.

Le jette-bout de M. L. Camel remplace la jetée à la main, par un entraînement mécanique, supprime tous les inconvénients des rattaches mal faites. L'ouvrière qui débute peut le faire aussi bien que la fileuse la plus expérimentée.

La figure 1, pl. IV, montre l'appareil en élévation; la figure 5 *bis* en plan; FF'F'' filière petit arbre en acier percé de part en part, dans lequel est logé un petit tube central fixe, muni d'agathes pour le guidage du faisceau de brins, faisceau qui se trouve ainsi isolé de tout organe en mouvement; sa partie inférieure F''F' porte des entailles fines et peu profondes; NN noix callée sur la filière; ss - ss supports; D disque mince à cinq entailles rectangulaires. — Un petit tambour horizontal commande par corde les noix NN de tous les appareils, *ee* cloche protectrice ouverte en arrière pour le passage de la corde. Les broches FF' font de 1200 à 1500 tours par minute.

L'ouvrière jette son bout contre le disque D; il est saisi par l'entaille; l'extrémité s'enroule contre la filière en dessus de D, puis le brin est entraîné par le faisceau montant; les entailles du bout F''F', venant le rencontrer, opèrent la rupture.

La figure 6 montre la différence des rattaches sans ou avec le jette-bout.

Cet appareil, des plus ingénieux, tout en faisant un meilleur produit, simplifie beaucoup la main-d'œuvre, diminue le déchet. Tous ceux qui l'ont vu fonctionner ont été bien surpris d'apprendre que l'inventeur de ce petit mécanisme, si simple et si utile, n'avait obtenu aucune récompense. Un des métiers à tisser des chantiers de la Buire travaillait avec une chaîne grège de 11/13 deniers produite avec le jette-bout Camel, et le nombre de coups par minute a pu être poussé jusqu'à 280.

Le dévidage se fait sur un dévidoir, séparé pour chaque grège, à friction, pouvant dégrener et engrener, par une poignée à portée de l'ouvrière. Le guide-fil a une grande course, et son mouvement est tel que le renvidage sur l'asple en retombe au même point qu'après le plus grand nombre possible de tours. Ce rangement facilite beaucoup la sortie de la soie à l'opération suivante.

SOIE ARTIFICIELLE

Bien que cette fabrication soit plutôt du domaine de la chimie, nous croyons devoir donner quelques renseignements sur les moyens employés.

Le procédé de fabrication inventé par M. du Vivier est revendiqué par M. de Chardonnet.

La matière employée est le collodion, coton poudre dissous dans un mélange d'éther et d'alcool rectifié. Ce collodion est renfermé dans un épais réservoir en cuivre étamé où il est soumis par une pompe à air à une très forte pression (jusqu'à 24 atmosphères dit-on), il passe dans un tube horizontal sur lequel sont fixés de distance en distance des tubes de verre se terminant par une ouverture capillaire un second tube enveloppe chacun ; le tube enveloppant est fermé à sa partie inférieure par une rondelle de caoutchouc et porte une tubulure latérale par laquelle entre constamment de l'eau, cette eau vient se déverser par le haut du tube. La collodion sortant par l'ouverture capillaire se trouve en contact avec l'eau qui le solidifie, le transforme en un fil qui peut se souder à ses voisins et être enroulé sur une bobine ou sur l'asple d'un dévidoir.

Cette matière étant très inflammable doit être dénitée. Les étoffes exposées rivalisent parfaitement avec les tissus faits avec la soie naturelle.

Reste à établir le prix du revient.

D'après l'inventeur, la densité de la soie artificielle est comprise entre celles des grèges et des soies cuites, la charge de rupture varie de 25 à 35 kilogrammes, par millimètre carré. Elasticité sensiblement la même.

DEUXIÈME PARTIE

APPRÊTS DU FIL

Les apprêts des fils varient suivant les emplois auxquels ils sont destinés : nous aurons, en conséquence, à diviser ce chapitre en deux.

I. — Apprêts pour fils à coudre, broder etc. — ou *retordage*.

II. — Apprêts pour fils servant à la fabrication des tissus.

I. RETORDAGE

Les opérations qu'on fait subir au fil, provenant de la filature, pour le rendre propre aux divers emplois de couture, de broderie, de tricot etc., sont désignées sous le nom général de *retordage*.

Les fils pour coudre se subdivisent eux-mêmes : en fils à coudre ordinaire : en *cablés* ou fils devant offrir une grande résistance à la traction et beaucoup d'élasticité pour pouvoir être employés aux machines à coudre. Le cablé est formé de deux brins élémentaires tordus en sens inverse de la filature, donnant ce qu'on nomme un *toron*, puis trois de ces torons sont tordus en sens opposé. Enfin en fils à broder, à tricoter, fils qui doivent être peu tordus, très réguliers et formés d'un nombre plus ou moins grand de fils assemblés.

Tous ces produits sont livrés à la consommation sous forme d'échevaux, de petites bobines, de pelotes, de cartes, formes qui varient sans cesse avec le goût du jour.

Nous trouvons à l'Exposition de nombreuses et remarquables vitrines renfermant les multiples produits de l'industrie du retordage.

En général dans le retordage on commence par dévider ou doubler en un certain nombre de brins les bobines venant de la filature.

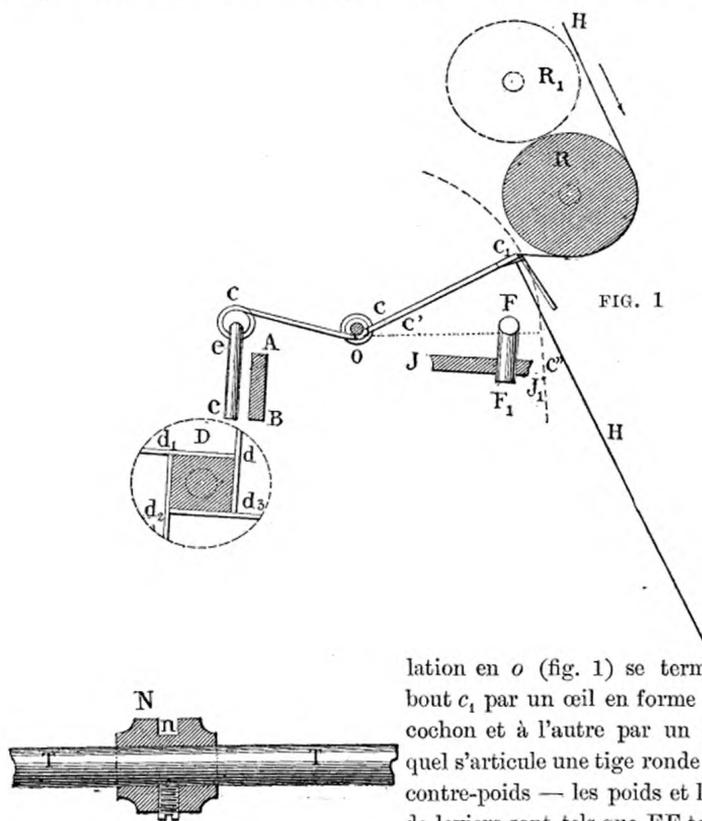
Le dévidage du fil simple se fait sur les machines dites dévidoirs. L'Exposition présentait de nombreux types. Ils ne différaient que par la construction de l'asple, le système de mobilité des bras, le mouvement du guide-fil, la commande ou enfin le mécanisme du compteur.

Parmi les nombreuses machines destinées à doubler les fils nous ne décrirons que la *doublouse Ryo-Catteau*, brevetée en 1884 et à peu près universellement adoptée par tous les grands établissements.

Cette machine est munie d'un casse-fil automatique instantané : elle peut réunir depuis deux jusqu'à seize bouts, la vitesse de développement du fil est de un mètre par seconde, les bobines sont dures quelle que soit la faiblesse des matières employées.

L'écartement des broches doubleuses est de 22 centimètres par huit bouts et 26 centimètres pour 12 bouts. Les machines sont à un ou deux rangs de bobines (pl. IX-X). Le guide-fil est formé d'une tige ronde en fer TT sur laquelle sont fixées, aux points voulus, de petites noix en cuivre N portant à la partie supérieure une échancrure n dans laquelle passe le faisceau de fils, cette tige traverse de distance en distance des conduits-guides qui la maintiennent dans la position horizontale : elle est animée d'une très grande vitesse pour opérer une croisure très écartée sur la bobine en formation : à une de ses extrémités elle porte une palette mobile engagée dans une rainure hélicoïdale double et de sens inverse pratiquée sur un cylindre. La rotation de ce dernier transforme le mouvement circulaire en un mouvement rectiligne alternatif.

Description du casse-fil. — R, rouleau de propreté tournant dans une chappe mobile a (fig. 1), — ccc , pièce en fil de fer ayant son centre d'oscil-



lation en o (fig. 1) se terminant à un bout c_1 par un œil en forme de queue de cochon et à l'autre par un œil dans lequel s'articule une tige ronde EE formant contre-poids — les poids et les longueurs de leviers sont tels que EE tend toujours à relever la partie C_1 .

AB lame pouvant osciller autour d'un axe AA.

DD accrocheur à quatre lames d, d_1, d_2, d_3 , animé d'un mouvement circulaire continu.

Le renvidage de chaque bobine s'opère par son contact avec un petit tambour horizontal X qui est fou sur son arbre, il est commandé par une courroie étroite agissant sur poulie fine et folle, l'axe en fer qui traverse le fut de la bobine repose sur deux fourchettes portées par une sorte de traîneau disposé de manière que la bobine soit toujours pressée contre le tambour X par l'action d'un poids ou d'un ressort.

Les fils après s'être réunis dans une queue de cochon q vissée sur une barre en bois B passe sur un rouleau R tournant librement. Ce cylindre est garni de panne : il sert en même temps à nettoyer et à lisser les brins, puis le faisceau vient traverser l'œil e , du casse-fil, s'engager ensuite dans l'échancrure n du guide-fil N, et enfin s'enrouler sur la bobine en formation.

La tension du fil maintient le crochet ccc_1 en l'air, mais s'il vient à casser, le petit contre-poids EE tombe et son extrémité vient dépasser le bout B de la lame AB, et l'accrocheur D vient faire pivoter AB, mouvement, qui par une série de tringles et de leviers, relève le rouleau R l'amenant dans la position R_1 , dégrène le tambour X et en même temps écarte de ce dernier la bobine en cours de formation.

Pour que la vitesse acquise ne fasse pas faire une fraction de rotation à la bobine, pour faciliter la rattache en permettant de trouver aisément le bout cassé, sans avoir besoin de dévider du fil sur la bobine, un dispositif particulier arrête instantanément tout mouvement, à cet effet, une bande de cuir Q taillée en biseau à son extrémité inférieure et sur le sens de sa largeur est reliée au mouvement dégrèneur, de telle sorte que le casse-fil agissant, elle vient brusquement s'introduire entre le tambour et la bobine, et en faisant fonction de frein, immobilise cette dernière.

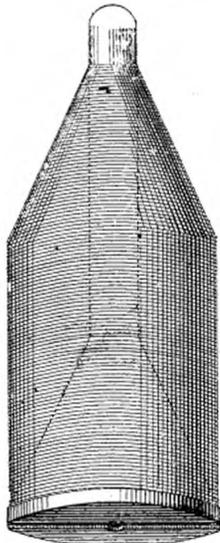
Le rouleau R étant relevé dans la position R_1 les extrémités des crochets ccc_1 deviennent facilement accessibles à la main de l'ouvrière : la rattache faite, l'abaissement du rouleau R suffit, par suite de dispositions mécaniques faciles à comprendre, pour ramener toutes les pièces à leur position initiale.

Le doubleur étant disposé pour assembler au moins huit fils, dans le cas où on voudrait doubler un nombre moindre, il n'est pas besoin d'enlever les crochets inutiles — à cet effet, une tringle en fil de fer en forme d'U renversé FF entrant à frottement dur dans deux ouvertures percées dans la plaque fixe II, permet d'immobiliser les crochets dont on ne se sert pas.

Nouveau bobinoir cylindro-conique

Cette machine dont un type analogue a figuré à la précédente exposition universelle a été beaucoup perfectionnée par son inventeur : elle est destinée à produire des bobines composées d'un cylindre terminé par un cône, elles sont désignées sous le nom de *volant* — et s'emploient pour les métiers à pelotonner ou à tricoter, en un mot partout où le dévidage en bout s'impose par la nature du travail à faire.

La nouvelle machine peut être alimentée par des fusées ou des échevaux, elle est à broches verticales indépendantes mues par friction, sans corde ni engrenage. Avec ce système on peut commencer une bobine alors que les autres sont à une période plus ou moins avancée, la bobine se forme sur un bois de forme conique en bas et terminé par une partie cylindrique finie, elle a 270 millimètres de hauteur sur 60 à 90 centimètres de diamètre et peut contenir de 300 à 500 grammes de fil (fig. 3).



Hauteur 0^m.270, Diam. 60 à 90^m/r

Poids du fil renvide
300 à 500 gr.

FIG. 3

Le point où commence chaque couche de renvidage varie par la bobine elle-même. Le guide-fil est porté par un petit arbre vertical, fileté, placé près de la bobine et relié à un écrou en forme de disque dont le pourtour porte de fines entrailles — aussitôt que la bobine a atteint en bas la grosseur voulue elle vient toucher le disque et communique par suite un petit mouvement ascensionnel au guide-fil : ce dernier de forme analogue à la patte d'ailette d'un banc-à-broches à compression donne le serrage au fil, assure la dureté de la bobine et permet d'y mettre beaucoup de matière.

La production de cette machine varie avec le numéro du coton employé de 1 à 4 kilogrammes par jour et par broche.

Les fils doublés passent ensuite aux métiers à retordre destinés à produire les fils à condre ou à cablés.

Le retordage s'opère soit sur renvideur, soit sur métier continu. Nous avons déjà décrit ces machines qui ne présentent comme différence avec celles employées dans la filature que le remplacement des cylindres cannelés étireurs par une paire de rouleaux lisses qui livrent la matière à l'organe donnant la torsion.

La Société alsacienne B. M. G., la Société de construction de Bettschwiller — M. Célestin Martin — M. Ryo-Catteau présentent des spécimens de ces métiers.

L'un des défauts les plus fréquents et le plus difficile à éviter dans la fabrication du cablé, composé comme nous l'avons dit plus haut, consiste dans l'absence d'un toron, il est assez difficile à l'ouvrière de s'apercevoir de suite de l'arrêt d'une des bobines alimentaires ; il faut dans ce cas qu'elle enlève toute la partie n'ayant que deux torons, il y a là un déchet assez appréciable d'une matière relativement chère, de plus si tout le simple n'est pas enlevé le produit est mauvais et cause des arrêts fréquents à la machine à coudre.

Le système de M. Ryo-Catteau assure l'homogénéité du fil, son continu à retordre, à anneaux permet de faire, soit les deux opérations doublage et torsion sur la même machine pour première torsion, soit le cablage.

Il est muni d'un appareil casse-fil analogue à celui du doubleur que nous venons de décrire, appareil qui dans le cas d'un fil manquant arrête en même temps et l'alimentation et le mouvement de la broche intéressée.

Description de la machine. — A. B. Ratelier recevant les fusées de filature ou de bobinots (pl. IX-X).

D. D. Ensemble du mécanisme casse-fil.

La livraison du fil se fait par trois cylindres lisses deux inférieurs *bb* et un supérieur *R* de plus grand diamètre *bb* tournent dans le même sens. Le rouleau *R* s'appuie dans l'intervalle laissé entre les deux cylindres *bb*, et ces derniers lui transmettent le mouvement de rotation.

La broche verticale est commandée en bas par plateau et esquivés coniques *Ca*. Le mouvement du chariot portant les curseurs est disposé comme à l'ordinaire pour produire le renvidage sur une bobine à jones garnies de cuivre : ce genre de jones de bobine est destiné à alimenter un métier dit *moulin*.

Le rouleau supérieur *R* est placé dans une chappe montée sur une tige verticale *q* portant une fourchette embrassant la broche entre deux bagues d'arrêt. La disposition du mécanisme est telle que l'accrocheur en agissant, produit un petit soulèvement de la tringle *q*, mouvement qui en interrompant le contact ces cylindres arrête la livraison du fil, et en soulevant l'esquive produit l'arrêt de la broche.

Un petit levier à manette placé en avant du porte-broche permet d'arrêter isolément chaque broche pour pouvoir rattacher.

Pour les fils employés à la broderie, ou remaillage au tricot, on se sert de fils dits moulinés produits sur des machines spéciales dites *Moulins*.

Ces métiers ont pour but, en général, de donner une faible et très régulière torsion à un certain nombre de brins préalablement assemblés et enroulés sur des bobines.

Le moulin consiste en un porte-broche analogue à celui du métier continu. Un tambour horizontal commande les broches : une ailette double, dont le pas de vis d'assemblage est placé près du colet et l'œil a à peu près la moitié de la hauteur de la bobine, donne la torsion. Un asple placé en-dessus du métier ap-

pelle la matière emmagasinée sur la bobine, une règle animée d'un mouvement rectiligne alternatif portant les queues de cochon-guides assure le rangement du fil sur les ailes de l'asple.

M. Ryo-Cotteau expose un moulin d'une solide construction permettant les grandes vitesses, il a deux asples superposés, ce qui supprime la perte de temps

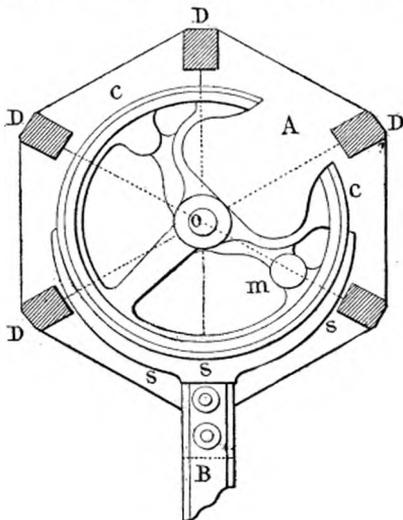


FIG. 4. — VUE DE FACE

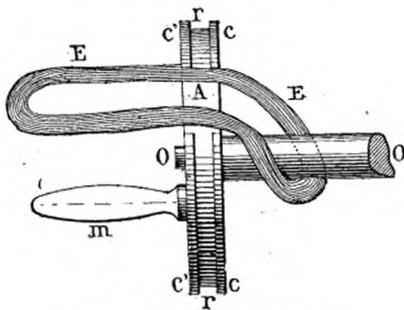


FIG. 5. — VUE DE PROFIL

du piarrage et de la sortie des échevaux ; en permettant le fonctionnement de l'un pendant l'arrêt de l'autre. Tout le système de commande par engrenage assure l'égalité de torsion.

La machine est munie de l'ingénieux mécanisme qui permet la sortie des échevaux sans avoir besoin de soulever l'axe de l'asple.

La figure 4 montre l'appareil de face la figure 5, de profil.

OO axe de l'asple, DD... ailes du dévidoir.

CC Roue à croisillons servant de support au tourillon O de l'arbre : elle porte une ouverture de la forme indiquée et deux joues latérales CC — C'C'.

S S. Support à fourche fixé au bâtis B de la machine.

La roue C repose par sa rainure r sur S de sorte qu'elle peut tourner autour du tourillon O au moyen d'une poignée m, pour enlever le mouliné de l'asple il suffit, après avoir rattaché les bouts, d'amener une poignée d'échevettes près de C, de l'engager dans l'échancrure A, faire-faire dans le sens voulu un

tour CC et la torque ayant échappé l'arbre du dévidoir se trouve dégagée.

Ce métier en laine mérinos deux bouts n° 15 torsion ordinaire peut produire 70 kilogrammes par jour et par cent broches.

La Galerie des machines offre d'assez nombreux spécimens de métiers à faire les *pelotes*.

M. L. Mouchère d'Angoulême présente un système de dévidage et de pesage

où l'électricité est employée à opérer l'arrêt au moment où le poids demandé est atteint. On peut ainsi dans le cas où la peletonneuse ne peut donner le poids rigoureusement exact de la pelote obtenir les fractionnements préparés d'avance.

L'appareil de M. Mouchère consiste en une balance à plateaux, l'un des plateaux reçoit les poids, l'autre le récipient destiné à emmagasiner le fil. L'écheveau placé sur un dévidoir est tiré par le mouvement de deux rouleaux d'appel. L'inférieur tournant toujours pendant la marche de la machine, le supérieur recevant la rotation par son contact avec lui : ce rouleau est porté par une fourchette et peut à un moment donné s'élever au-dessus de son moteur.

Lorsque la quantité voulue de fil est tombée dans le récipient porté par la balance le fléau en prenant la position horizontale arrête l'appel du fil. Le plateau recevant les poids, porte, à cet effet, une tige munie de deux aiguilles que le mouvement oscillatoire fait ou entrer ou sortir de deux godets remplis de mercure : l'un des godets communique avec un des pôles d'une pile, l'autre avec un électro-aimant se refermant sur le courant de la même pile, cet électro-aimant attire l'extrémité d'un levier en fer qui soulève le rouleau d'appel supérieur et par suite interrompt le mouvement de dévidage.

Deux ouvrières peuvent, sur un bâtis de 10 têtes dévider et peser 70 kilogrammes de laine par fractions de 30 à 50 grammes.

M. Ryo-Catteau expose une peletonneuse d'un mécanisme très bien compris et disposée pour faire toute sorte de pelotes. Le carreau se fait mécaniquement.

Aucune machine à l'exposition ne résout le problème de la machine à faire les pelotes complètement automatiquement : problème qui consiste à faire le noyau avec grands carreaux, la couverture et la ceinture avec petits carreaux, à produire des pelotes ayant dans chacune de ces parties la même longueur de fil et arrivant par suite à une uniformité mathématique de poids.

Cette machine existe, mais n'a malheureusement pas été exposée (*).

II. APPRÊTS DES FILS POUR TISSAGE.

Le tissage emploie deux catégories de fils ; une pour *chaîne* devant avoir une forte résistance, une grande élasticité et de plus une préparation particulière qui lui permette de passer sans rompre dans les organes spéciaux du métier à tisser (peigne et lisses) et en même temps de donner aux tissus une certaine fermeté.

L'autre catégorie de fils nommée *trame*, doit pour bien remplir les interstices

1. Le lecteur qui désirerait des renseignements sur cette machine inventée par M. A. Blondel de Deville-lez-Rouen, en trouvera la description dans le journal « le Génie Civil. Tome II, n° du 1^{er} janvier 1882, page 100.

de la chaîne être très peu tordue et être emmagasinée sous une forme qui permette son introduction dans la navette.

La formation du rouleau dit *Ensouple*, sur lequel la chaîne est enroulée, rouleau qui se place derrière le métier à tisser nécessite les opérations suivantes :

- 1° Bobinage.
- 2° Ourdissage.
- 3° Parage.

1° Le bobinage a pour but de dévider, soit les fusées venant de la filature, soit les échevaux blanchis ou teints, sur des bois plus ou moins gros afin de faciliter l'opération suivante.

Bobinoir de M. Ryo-Catteau

Cette machine par son mode de formation de la bobine offre des dispositions toutes nouvelles et paraît destinée à amener dans l'opération de l'ourdissage un changement complet des plus avantageux pour le tisseur.

Ce bobinoir produit des espèces de disques de 50 à 60 millimètres de hauteur sur un diamètre de 200 à 250 millimètres. La grande croisure du fil, la forte compression agissant pendant la formation de la bobine, lui donnent une grande solidité. Les transports, les chocs même n'occasionnent pas d'éboulement qui rendrait le déroulement difficile : de plus ce système de rangement du fil permet de dévider les bobines en bout, c'est-à-dire dans le sens de l'axe sans avoir besoin de les faire tourner. Les bobines faites sur ce métier contiennent jusqu'à 60 grammes de matière (3 ou 4 fois plus que les bobinots ordinaires) ce qui simplifie beaucoup l'opération difficile du remplacement des bois vides.

Chaque tête est munie d'un appareil spécial provoquant l'arrêt de cette partie lorsqu'un fil casse ou que le disque a atteint la grosseur voulue.

La planche IX, montre une vue de la machine. Elle a deux côtés de 36 têtes chaque. Le râtelier est disposé pour dévider soit des échevaux, soit des bobines de filature. P tambour-guide couvert en cuivre portant une rainure formant deux demi-hélices opposées, rainure traversant toute la paroi. Le fil est engagé dans cette rainure et se trouve ainsi guidé et amené au point même où se produit l'enroulage. Chaque tambour est commandé isolément par corde par la poulie à gorge *p* calée sur l'arbre horizontal *a*.

Le disque D se forme sur un cylindre en bois traversé par un axe en fer. Le tout se place sur un support T pouvant osciller autour du point O. Un contre-poids agit sur le système pour appliquer fortement le disque D sur le tambour T.

Près du point de tangence de D et de T en-dessous se trouve un petit rouleau métallique B commandé par corde. Ce cylindre a pour fonction de comprimer les couches de fil au fur et à mesure de leur enroulage.

Un fil venant de casser un dispositif, analogue à celui du doubleur précédemment décrit, amène en avant tout le système portant le disque, arrête le tambour T, soulève le rouleau de renvoi *m*. Le fil rattaché et replacé dans la rainure du tambour T. L'abaissement du rouleau *m* ramène toutes les pièces à leur position initiale et l'opération continue.

La production de cette machine est considérable : les fils étant enroulés à la vitesse de 350 mètres à la minute, on a même pu aller à 500 mètres avec des fils écrus offrant une grande résistance. La fatigue exercée sur le fil est presque nulle : nous avons vu en effet bobiner sur ce métier du coton n° 60.

2° Ourdissage :

On sait que cette opération consiste à assembler parallèlement entre eux et sous une même tension un certain nombre de fils dont l'ensemble est nommé chaîne.

Les nuances des fils sont déterminées d'après les effets qu'on veut obtenir dans le sens longitudinal du tissu.

Les anciennes machines se composent d'un casier incliné, sur lequel sont placées les bobines enfilées sur des broches reposant dans de petites encoches portées par des traverses. Les bobines restent fixes de position pendant le dévidage. Ces métiers ont l'inconvénient de tenir beaucoup de place, pour 300 fils il faut pour le modèle ordinaire 5 mètres sur 2^m,50.

La production de ces machines est forcément très limitée par suite du remplacement fréquent des bobines vides et de la nécessité de mettre en marche très lentement, de ralentir la vitesse quand un certain nombre de bobines arrivent sur le petit diamètre. La surveillance de cette machine demande une ouvrière très attentive afin d'éviter les pertes de temps résultant du rattrapage d'un fil qui n'est pas opéré de suite.

OURDISSAGE

M. Ryo-Catteau expose un ourdissoir dans lequel l'emploi de ses bobines-disques, du bobinoir dont nous avons donné la description, a permis de réduire considérablement les dimensions du râtelier. Le travail de l'ouvrière se trouve très simplifié, même dans le cas de chaîne renfermant de bandes de couleurs.

La machine, avec son râtelier disposé pour 800 fils, n'exige que 4 mètres de longueur sur 2^m,50 de largeur.

Le râtelier se compose des montants verticaux recevant des lattes horizontales en bois sur lesquelles sont implantées les broches destinées à recevoir les bobines-disques, des tringles verticales en fer poli placées au-dessus, et, dans l'axe de toute une série de bobines assurent le dévidage en bout. Tous les fils d'une même rangée horizontale, contenant 10 bobines, viennent passer dans une règle portant des trous avec fente pour faciliter l'introduction du fil. Il y a donc 10 bobines

par rang horizontal et 20 guides, ce qui donne pour chaque côté 200 fils, soit 400 fils pour les deux côtés. On voit, qu'avec un second râtelier pareil, on arrive à pouvoir assembler 800 fils sans rendre l'accès des bobines plus difficile pour la main de l'ouvrière. Par ce système :

1° Les fils, se dévidant sans fatigue, on peut doubler et même tripler la vitesse des machines à ourdir ;

2° Les bobines contenant 25 à 30000 mètres de longueur, au lieu de 8 à 9,000 mètres, on évite le remplacement fréquent des bobinots vides ;

3° L'arrêt instantané, ou la mise en marche brusque de la machine, ne risque pas d'occasionner la rupture de nombreux fils.

On ne sera pas étonné, d'après ce que nous venons de dire, d'apprendre que le système combiné de M. Ryo Catteau, bobinage et ourdissage, a pu abaisser le prix de revient de ces deux opérations de 5 %.

La machine est munie du peigne extensible : modification consistant dans la disposition du peigne dont les dents s'écartent ou se rapprochent au moyen d'une vis en raison de la réduction des chaînes qui se succèdent sur le même ourdissoir ; elle a le casse-fil débrayeur et tout l'appareil perfectionné permettant la recherche d'un fil manquant avec mouvement de marche en arrière.

Ourdissoir à grand tambour

EXPOSITION DIÉDÉRICHS (BOURGOIN, ISÈRE)

Pour l'ourdissage des chaînes doubles, des laines fines, des soies, en un mot pour les articles exigeant un très grand nombre de fils, cas où l'ensouple doit aller directement derrière le métier à tisser, le système employé ordinairement n'est plus applicable ; on a recours alors aux procédés suivants :

La machine exposée par M. Diédérichs exécute un ourdissage fil à fil, par mises en sections successives, se composant chacune d'un nombre déterminé de fils. La juxtaposition de ces sections sur le tambour, obtenue par un mécanisme spécial, forme une nappe ou chaîne qui est ensuite repliée sur le rouleau d'ensouple à l'aide d'un mouvement placé sur l'ourdissoir même, du côté opposé au râtelier ou cantre.

Description de la machine :

La figure 6 montre une élévation de la machine (côté du râtelier).

La figure 7 une vue côté de l'appareil de repliage. — R-R râtelier recevant les bobines. — A planche portant les tubes-guides. — P peigne envergeur. — P' peigne à disposition.

L'ourdissoir se compose de deux parties distinctes :

1° L'ourdissoir proprement dit, lequel porte le mécanisme nécessaire au repliage de la chaîne sur le rouleau d'ensouple ;

2° Le râtelier ou cantre qui affecte, tantôt la forme d'un arc de cercle pour 306 bobines, tantôt la forme d'un V pour 600 bobines et plus, ou bien encore une disposition spéciale permettant l'emploi des fusées de filature ou de bobines pouvant se dévider en bout. Le cadre inférieur porte des roues de chariot; on peut ainsi le faire mouvoir de façon que la nappe de fils se présente normalement au peigne à disposition.

Au sortir des bobines, les fils convergent vers une planche A, garnie de petits tubes en porcelaine, dans lesquels on les engage; ils passent ensuite sous deux baguettes de verre, puis entre les dents du peigne enverjeur P.

Les fils, réunis en nappe, entrent alors à l'ourdissoir en passant par un peigne dit peigne à disposition P', qui donne à la section la largeur voulue pour qu'un certain nombre de ces sections, juxtaposées sur le tambour enrouleur T, forme une chaîne de longueur déterminée avec le nombre de fils nécessaire. On fixe chaque section au tambour en nouant l'extrémité qu'on accroche à de petits anneaux glissant sur une tringle en fer fixée contre une des traverses en bois.

Le chariot qui porte le peigne à disposition est mobile horizontalement sur une règle-guide. On le place de manière que la première section s'enroule à environ 5 millimètres des taquets coniques fixés sur les barres du tambour T. Au fur et à mesure de la marche de l'ourdissoir, et par le moyen d'un excentrique, la nappe de fils est poussée insensiblement sur les taquets qui ont pour but d'empêcher les fils du bord de tomber quand la chaîne atteint une certaine épaisseur sur le tambour.

Dès que la section a atteint la longueur voulue, l'arrêt automatique de la machine se produit par l'action d'un compteur C à plateau, lequel porte une aiguille placée au préalable sur le chiffre indiquant le nombre de mètres à ourdir; on coupe alors les fils entre le peigne à disposition et le tambour, puis on noue l'extrémité de la section pour la fixer aux fils enroulés.

Le chariot porte-peigne à disposition est alors déplacé d'une quantité suffisante pour que la nouvelle section s'enroule près de la section précédente, à la même distance que celle-ci l'était des taquets coniques. Ce déplacement du chariot s'obtient au moyen d'un mécanisme particulier. Après l'ourdissage de chaque section, on a soin de ramener le plateau du compteur au zéro.

Ces opérations se répètent jusqu'à ce que la chaîne soit complètement ourdie; il suffit de prendre l'enverjure au commencement de chaque mise, et de la conserver en passant un cordonnnet entre les fils.

La distance entre le peigne enverjeur et le peigne à disposition doit être d'environ 0^m,80 pour que l'ouvrier puisse surveiller les fils.

Les principaux avantages de cet ourdisseur sont :

1° De rendre très facile l'exécution des dispositions de fils de différentes couleurs, puisque la section contient toujours au moins une fois le rapport complet du dessin;

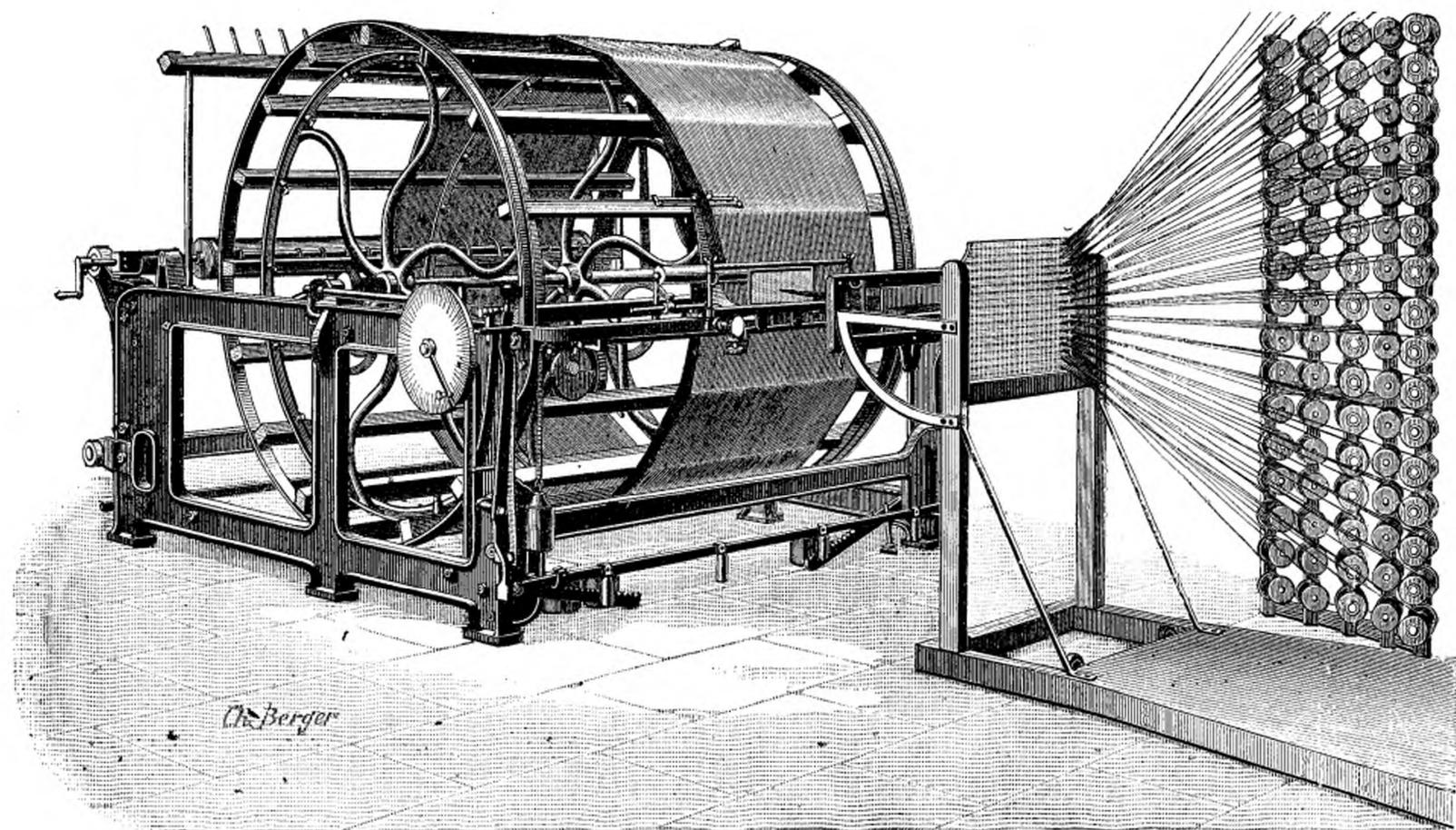


FIG. 6. — OURDISSAGE

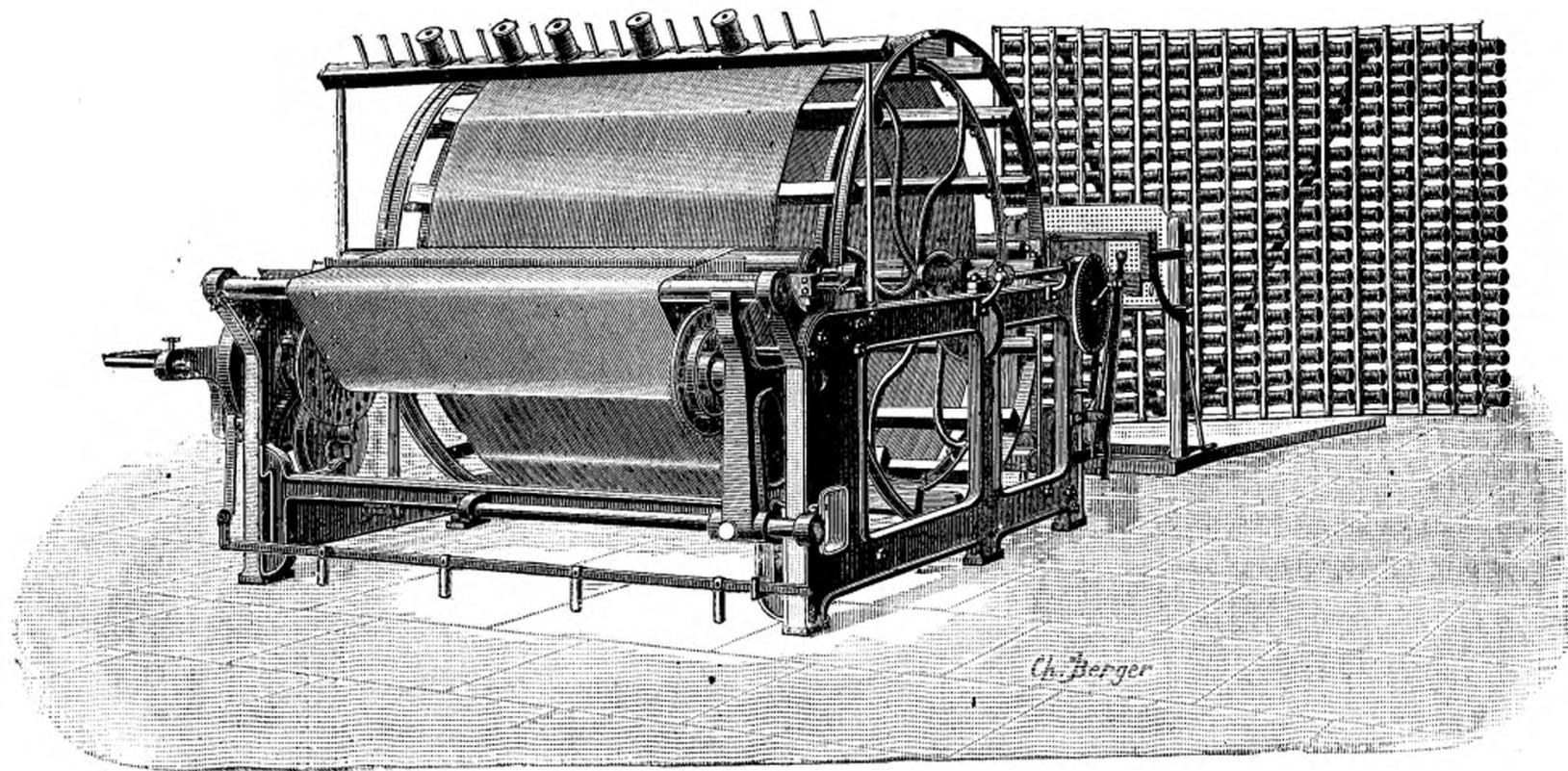


FIG. 7. — REPLIAGE

2° D'ourdir à volonté de petites ou de grandes longueurs avec coulage à fond relatif, le nombre de bobines nécessaires pour former une section étant très restreint, comme cela se pratique dans l'ourdissage à la main ;

3° De produire un ourdissage très régulier, tous les fils étant exactement parallèles et exactement tendus.

Repliage. — Lorsque la chaîne est ourdie sur le tambour, on place le rouleau d'ensouple E entre deux supports disposés à cet effet, et mobiles, pour pouvoir varier la longueur des ensouples. La nappe passe sur un rouleau en bois r, puis entre les dents d'un peigne extensible, et de là vient s'enrouler sur le rouleau E. La tension des fils au repliage s'obtient par des courroies tendues par des leviers à contre-poids qui exercent une friction dont on peut varier l'énergie. Une friction produit l'entraînement du tambour.

Ourdissage à grand tambour mobile

DE M^{me} V^o MATHIEU SNOECK (ESTIVAL-VERVIERS, BELGIQUE)

Dans la machine que nous venons d'étudier, le tambour enrouleur était fixe de position ; dans cette que nous décrivons, le peigne à disposition est fixe : c'est le tambour qui se déplace de la quantité nécessaire pour l'espace occupé par une section.

A cet effet, le tambour, formé de douves en bois, a son axe porté sur un chariot pouvant se mouvoir horizontalement sur des rails. Il peut recevoir un mouvement circulaire indépendant et un mouvement de translation parallèle à son axe. Un arbre fileté est engagé dans un de ses paliers formant écrou ; cet arbre peut recevoir, à un moment donné, un mouvement de rotation par un encliquetage mû par un compteur.

La longueur de la section se règle par un dispositif analogue au précédent. — Quand elle est enroulée, on coupe la mise, on attache au tambour, puis on remet en marche l'appareil qui produit le déplacement longitudinal du tambour de la quantité nécessaire pour la place occupée par une section. Toutes les opérations s'exécutent comme dans la machine à peigne à disposition mobile.

Ce système rend l'application du casse-fil beaucoup plus simple, et son fonctionnement beaucoup plus certain.

Cet ourdisseur permet de faire très facilement les divisions des chaînes. — Le travail de l'ouvrière est très simplifié, et le repliage s'opère très rapidement.

Parmi les nombreuses et intéressantes machines exposées par la maison V^{ve} Mathieu Snoeck, se trouvait un modèle réduit de leur machine à sécher la laine (brevet Gondrexon). La laine, après lavage ou dépaillage chimique, est séchée,

refroidie, et peut en un court espace de temps, être remise en balle; cet appareil peut être d'un emploi très avantageux dans les centres de production (pl XI-XII).

L'appareil pour grande production se compose d'une chambre de section trapézoïdale, formée d'une carcasse en fer I, dont les vides sont remplis par de la brique P-L, portant latéralement des ouvertures mobiles et vitrés M, permettant la surveillance. Il occupe environ un espace de 11 mètres de longueur sur 3^m,70 de hauteur. Sa largeur ordinaire est de 1 mètre.

Ce séchoir se compose de trois étages superposés, formés des mêmes éléments. B B B... toile sans fin à claire-voie traversant toute la chambre : à l'entrée en A, se trouve la table à étaler; la toile B, à l'aller et retour, est soutenue de distance en distance par des rouleaux D, et la partie supérieure est séparée de l'inférieure par une cloison en tôle c c c..., qui intercepte toute communication, et rend chaque étage indépendant l'un de l'autre. Après l'entrée, se trouve une cheminée d'appel L évacuant l'air saturé d'humidité, et près de la sortie une chaufferie tubulaire verticale à trois étages F F F.

La table à étaler A, étant complètement garnie de laine mouillée, on met en marche la machine. Quand tout cet approvisionnement est entré dans le séchoir le mouvement s'arrête; en même temps des clapets rectangulaires E E E... viennent s'abattre sur la nappe de laine empêchant ainsi le passage de l'air. Un puissant ventilateur I envoie de l'air pris à l'extérieur, qui traverse d'abord la nappe de laine, avant sa sortie, puis la chaufferie F. Par suite de la fermeture de tous les clapets C, il est obligé de suivre la ligne T.T.T..., et par suite de traverser six fois la nappe de laine, tantôt de haut en bas, tantôt de bas en haut, ce qui est très favorable pour le séchage complet de la matière et sa dessiccation graduelle et méthodique.

Pendant l'arrêt, une nouvelle quantité est étalée sur la table, et, suivant le temps nécessaire pour le séchage, 3, 4, 5, 6 minutes, tout est en repos. Au bout de ce temps, le mouvement est de nouveau donné, tous les clapets se relèvent, et une nouvelle quantité s'introduit dans la chambre.

A la sortie, la matière chaude est traversée par un courant d'air froid; elle prend donc la température extérieure, tombe dans un wagonnet, et peut être de suite remise en balle.

Tous ces mouvements se font automatiquement : débrayage de la courroie motrice, fermeture et ouverture des clapets par le moteur J.

Un seul ouvrier suffit à l'étalage et à la conduite de la machine.

PARAGE

On s'est beaucoup servi, et on se sert encore de la machine à parer dite écossaise, pour enduire d'une colle particulière les fils de chaîne en

coton ou en laine. — Les fils s'imprègnent de la matière agglutinieuse dans une auge, parcourent un certain espace pour pouvoir se sécher avant de s'enrouler sur l'ensouple. Le séchage est activé par un ventilateur lançant de l'air chaud ; une paire de brosses rectilignes, ayant un mouvement de va-et-vient, étale l'endu et couche les poils sur les fils. Pour les cotons fins, ces machines sont jusqu'à présent généralement employées.

Pour les gros numéros, on emploie les machines dites encolleuses, machines dans lesquelles le fil se sèche par son contact avec un tambour en cuivre dans lequel circule de la vapeur. Ce système peut produire une économie de 50 % dans les frais de parage ; mais il a l'inconvénient de rendre le fil de chaîne beaucoup moins élastique, de produire des soudures de fils, amenant à la séparation des parties non enduites. Les modifications dans la composition de la colle, l'emploi de fucus marins, ont remédié à cet inconvénient.

Encolleuse pour coton

(SOCIÉTÉ ALSACIENNE B. M. G.)

Nouveau système à grande production. — La pl. IX-X montre une vue de la machine, en A se trouve la bûche à colle entièrement en cuivre et indépendante des bâtis : elle est posée dans une enveloppe en bois destinée à empêcher le refroidissement des parois et par suite les dépôts de colle.

Les axes des rouleaux encolleurs *b-b* traversent des douilles ou coussinets à presse-étoupes formant vanne sur les parois de la bûche de manière à laisser du jeu pour la dilatation tout en assurant l'étanchéité.

Ces rouleaux en cuivre épais, sur fonds en fonte, sont frettés au moyen de bagnes en fer mises à chaud, les axes ne les traversent pas, toute dislocation, par suite de l'inégale dilatation du fer et du cuivre est empêchée.

Ils sont portés extérieurement par des galets facilement abordables.

La bûche a deux compartiments, dont l'un d'avant cuisson qui reçoit la colle crue, un tuyau barboteur et un agitateur amènent le mélange à la température et au degré d'homogénéité voulus ; deux injecteurs envoient la colle dans la bûche proprement dite où elle est maintenue en ébullition au moyen de trois tuyaux de vapeur, la paroi séparant les deux bûches forme déversoir et il se produit ainsi une circulation continue destinée à maintenir la colle à un degré de mélange parfait.

Le niveau dans la bûche d'avant-cuisson est relativement bas, pour qu'au moment de l'arrêt de la machine, on puisse, en ouvrant le tiroir de communication entre les deux bûches, abaisser suffisamment le niveau en dessous des cy-

lindres afin que ceux-ci ne soient pas en contact avec la colle. Sous les axes des cylindres presseurs B B est placé un petit appareil de levage avec poignée.

Les rouleaux encolleurs *b-b* sont commandés par une série de roues dont l'une peut-être facilement remplacée pour permettre de varier l'alimentation et, par suite la tension du fil mouillé.

Un mouvement alternatif est donné aux brosses M-M, les brosses ont une petite course et une grande vitesse linéaire, avec une prise souvent répétée dans la nappe des fils on évite la formation de traces ou ficelles et on facilite le décollage aux bagnettes de séparation.

Le grand tambour sécheur est construit pour une pression d'essai de 4 kilogrammes, l'arbre en fonte traversant est muni de tubulures en fonte à joint conique sans aucune garniture. Le tambour sécheur est complètement enveloppé, sauf à la place de l'entrée du fil. La buée qui se forme dans la partie supérieure de l'enveloppe est enlevée directement par une petite cheminée d'appel C, deux ventilateurs latéraux V aspirent celle produite dans le bas et la refoulent dans la même cheminée.

Cette manière d'enlever l'air chargé d'humidité et d'empêcher le rayonnement qui existe dans les autres machines, a permis d'augmenter, du simple au double la vitesse de la machine sans augmenter la pression de la vapeur dans le tambour. Le fil, n'ayant que la tension qu'on veut lui donner, n'est pas fatigué quelle que soit la vitesse de marche et ce mode de séchage lui conserve son élasticité tout autant que sur la machine écossaise.

Le peigne extensible de leur système à articulation, est porté par un support à lunette qui permet le renversement.

La friction agissant sur le rouleau d'ensouple est double, le serrage s'opère des deux côtés à la fois sans frottement nuisible sur les supports de la broche.

Le compteur-marqueur agit sur un arbre portant deux galets imprimant une marque et un numéro. Son mouvement est sur et facile à vérifier. Le métrage voulu s'obtient en déplaçant sur son axe un plateau indiquant le nombre de mètres vis-à-vis d'un index.

La machine est, en outre munie d'un mouvement de ralentissement et d'un appareil presseur, ainsi que de régulateurs de pression, système Giroux, de soupape de sûreté à charge directe par ressorts, d'extracteurs d'eau de condensation et robinets.

Un certain nombre de ces machines fonctionne dans des tissages de France, d'Alsace et d'Allemagne.

Cette encolleuse se construit à un ou deux tambours séchoirs en chaîne 27/29 on atteint une vitesse pratique de 30 mètres à la minute sur une machine à un tambour de 2 mètres de diamètre et on dépasse 40 mètres sur celle à deux tambours. Les fils ne sont pas aplatis par suite de la forte tension.

La Sacchsische Webstuhlfabrik expose une machine à ourdir et une machine à encoller.

Dans cette dernière les gros tambours sécheurs, dans laquelle circule la vapeur sont supprimés.

L'ensouple contenant la chaîne à encoller est placé en avant de l'appareil sécheur proprement dit. Ce dernier se compose : d'une paire de rouleaux, en fonte, de gros diamètre ; l'inférieur plongeant dans la bêche à colle, le supérieur garni de flanelle ayant pour fonction d'exprimer l'excédent de parement, puis d'un ventilateur et enfin d'une chambre à air chaud, portant à la partie supérieure une hotte ou cheminée d'aspiration. Le chauffage de l'air est produit soit par calorifère soit par tuyaux à ailettes dans lesquels passe la vapeur. Les côtés de la chambre sont formés de panneaux vitrés mobiles permettant la surveillance de l'opération.

La chaîne imprégnée de colle vient passer autour d'un ventilateur puis circule dans la chambre de séchage en passant sur une vingtaine de rouleaux cannelés très légers à axe horizontal, de manière à présenter des surfaces tantôt verticales tantôt horizontales. De là la nappe se rend sur un rouleau d'ensouple commandé par une friction ce qui permet de varier à volonté la vitesse d'enroulage afin d'obtenir le séchage convenable. L'air chaud traverse ainsi plusieurs fois la nappe de fils avant de s'échapper par la cheminée d'appel et le trajet de cette nappe est disposé pour que le séchage se fasse graduellement : l'air le plus chaud et le plus sec se trouvant en contact avec les fils à leur sortie de la chambre ce qui évite la formation de croutes et assure une bonne adhérence de la colle sur le fil.

Cette machine de construction plus économique que la pareuse à gros tambours tient une place assez considérable : 6 à 7 mètres de longueur sur 2^m,54 de hauteur.

Des Trames

Le fil destiné à être logé dans la navette du métier à tisser pour former la trame de l'étoffe, est généralement emmagasiné sous la forme d'un cylindre, terminé par un ou deux cônes, nommé Canette. La canette doit être aussi grosse que le vide intérieur de la navette le permet : elle doit être très serrée pour contenir la plus grande longueur de fil afin de réduire, autant que faire se peut, les remplacements de navettes.

Le renvidage doit être tel que le fil se déroule facilement sans produire de vrilles : le croisement du fil doit être suffisant pour que la canette résiste, sans se rompre aux chocs du mécanisme lance-navette.

Pour les trames simples écruës la canette provenant du métier à filer est employée directement pour les fils blanchis, teints ou retordus en plusieurs bouts ou emploie des machines spéciales dites *Canetières*.

L'Exposition présente d'assez nombreux spécimens de ces machines. (Grün — Ryo-Catteau — Alexandre, père et fils, à Haraucourt (Ardenne) — Gallet à Flers), etc.

Ces machines peuvent se réduire à deux types dont nous allons donner la description.

1° *Machine dite coconneuse*. — Ces canetières, les plus généralement employées, ont pour principe l'enroulage dans un cône, forçant la canette à s'échapper peu à peu de cette gaine.

La fig. 1, donne la coupe de l'appareil, la fig. 2 le plan.

La coconneuse se compose d'un cône fixe *c* dans lequel tourne la broche *bb* — *o* cône en bois enfilé sur la broche — le cône *c* porte une fente *ab* ouverte suivant la génératrice par laquelle le fil vient s'introduire entre les deux cônes — la compression qu'exerce le fil en se renvidant produit l'élévation progressive de la broche.

La canette ainsi produite se dévide par l'intérieur: ce qui donne au tissage les avantages suivants :

1° Suppression des tubes, le fil se renvidant sur la broche elle-même.

2° Faciliter de régler le serrage de la canette par l'addition de contre-poids placés sur le bois surmontant la broche.

3° Dévidage complet jusqu'au bout.

4° A grandeur égale, une navette disposée pour ce genre de bobine contient plus de fil que celle disposée pour la forme ordinaire. En effet les canettes qui se dévident par l'extérieur doivent entrer librement dans la navette, tandis que dans la canette produite par ces machines doit entrer à force dans cette dernière: elle peut donc avoir un diamètre beaucoup plus grand, si en même temps on tient compte du volume gagné par la suppression du tube, on peut dire que la bobine faite à la coconneuse tiendra deux fois autant de fil que celle produite au renvideur ou au continu.

Une des machines les plus complètes, pouvant en même temps donner la torsion c'est-à-dire filer les déchets de laine ou de coton, ou retordre plusieurs brins pour faire certains articles écruës ou teints a été exposée par M. Grün.

Canetière ou continu Max Chapon

Cette machine est la combinaison de la coconneuse et du métier continu, elle est destinée principalement à filer les grosses trames très peu tordues pour la fabrication des étoffes dites tirées à poil.

La mèche après avoir passé entre deux cylindres alimentaires cc' traverse la queue de cochon guide q' et de là vient s'engager dans l'organe formant la canette et donnant en même temps la torsion au boudin. Cet organe se compose d'un cône métallique à rebord percé de deux fentes symétriques ss' et traversé par la broche.

La broche est formée de deux parties : une broche creuse a dans laquelle passe la broche pleine b . a porte deux petites clavettes et b deux rainures : de sorte que la broche b tout en étant rendue solidaire du mouvement de a peut se mouvoir verticalement. L'ensemble de ces deux broches est commandé à la partie inférieure par une paire de roues d'angle E_1E_1' .

Le cône se prolonge en-dessous par une douille et reçoit un mouvement de rotation particulier par une paire de roues cônes EE' à la base inférieure du cône est assemblée une ailette double qq dont l'anneau mm repose sur une plate bande mobile ou chariot H , de sorte que l'ailette peut monter ou descendre sur la douille du cône étant reliée au chariot par le moyen indiqué. Le mouvement est donné au chariot H par des crémaillères K actionnées par des pignons recevant le mouvement alternatif d'une manivelle.

Le fil descendant des cylindres livreurs cc' passe dans l'une des échancrures s du cône puis dans l'œil de l'ailette q et de là pénètre dans la fente pour aller se renvider.

L'ailette est entraînée avec le cône dans son mouvement de rotation et suit le mouvement vertical donné par le chariot. La course totale de ce dernier est de 40 millimètres — Ce déplacement assure un bon rangement du fil : la bobine se formant par la superposition d'une série de cônes toujours identiques.

Le renvidage est obtenu par la différence du nombre de tours du cône et de la broche.

La quantité de fil enroulée pendant une course du chariot est donnée par le nombre d'anneaux multiplié par la circonférence moyenne du cône : la livraison de la mèche par les rouleaux alimentaires cc' est régulière et uniforme tandis que la longueur renvidée par la bobine varie avec le diamètre sur lequel l'enroulage se fait. Pendant la période de descente et de montée du chariot, pour la moitié inférieure du cône, l'alimentation va livrer trop de fil ; tandis que pendant la période de montée et descente sur la moitié supérieure la quantité sera insuffisante.

Pour compenser cette différence M. Chapon emploie le dispositif suivant :

Les cylindres livreurs cc' ayant une vitesse de développement correspondante au diamètre moyen du cône, il fait varier l'alimentation comme il suit :

Le porte-cylindre est mobile, il est porté par une série de leviers L recevant un mouvement de montée et de descente par les bielles D , les leviers G et la came Q agissant sur le porte-galet R la rotation est donnée aux rouleaux cc' au moyen d'une genouillère.

La transposition des leviers est telle que : le chariot étant 1° à l'extrémité de sa course inférieure le porte-cylindre remonte, diminuant ainsi la quantité de fil livrée — 2° pendant la demi-course montée et la demi-course descente du chariot, le porte-cylindre s'abaisse apportant ainsi un surcroît de longueur.

Il suffit donc de déterminer la vitesse et l'amplitude de la course du porte-cylindre pour avoir à peu près une tension constante à la mèche.

Dans la communication du mouvement de l'arbre moteur aux cylindres alimentaires *cc'* se trouve une paire de cônes, d'inclinaison inverse, permettant de varier l'alimentation afin d'obtenir les petites différences qui ne pourraient donner les pignons de rechange.

La vitesse des cônes peut aller de 800 à 1.500 tours par minute, sur la machine de 80 broches la production a été en numéros coton 0,5 de 160 à 300 kilogrammes suivant la matière ; en numéros coton 3,5 de 40 à 80 kilogrammes suivant la matière.

Machine à faire les canettes de M. Ryo-Catteau

Les machines du type coconneuse ont l'inconvénient d'employer le frottement pour la formation de la bobine, frottement qui lustre le fil ou enlève plus ou moins la teinture.

La canetière présentée par M. Ryo-Catteau n'a pas cet inconvénient : son principe est tout différent c'est le renvidage du métier Selfacting simplifié et modifié par cette adaptation.

La machine a à peu près la forme d'un continu.

Une baguette conduit et règle l'enroulage sur la broche identique à la broche du métier à filer — la machine procède par levée complète. Ce métier est surtout adopté pour les cotons couleurs.

La machine qui fonctionnait à l'Exposition avait 300 broches l'écartement des broches était de 50 millimètres — la largeur occupée de 0^m,700 — le métier avait deux faces à mouvement indépendant pour chaque face.

Les échevaux sont préalablement dévidés sur le bobinoir, puis les bobines ou disques sont placés sur un ratelier — la production en coton bleu numéro 28 a été de 150 kilogrammes avec deux ouvrières — dans ce numéro le bobinage revient à 0^{fr},14 le kilogramme et le canettage 0^{fr},04, total 0^{fr},18 alors que la canette faite à la main et à l'écheveau coûte 0^{fr},42.

Les bobines produites sur ce métier ont une forme très régulière, elles sont dures et le croisage du fil sur la pointe leur permet de résister aux chocs du métier à tisser.

La levée se fait exactement comme au métier renvideur.

Dans les machines à faire les canettes qui sont basées sur le principe précédent, la rattache est toujours difficile à bien faire. En effet, si le point d'enroulement du fil n'est pas exactement placé au point de la course de la couche où la rupture a eu lieu, la superposition des couches ne sera plus homogène et la canette ne pourra résister au coup de fouet du métier à tisser et se séparera inévitablement en deux parties en cet endroit.

La caneteuse de M. Ryo-Catteau obvie à cet inconvénient.

Les croquis (fig. 9-10) du mouvement d'une broche suffisent pour faire comprendre le système employé — BB broche semblable à la broche du métier à filer servant à la formation de la canette.

Le fil FF à sa sortie du rateur vient passer dans un guide G_1G , fil de fer recourbé en pin-cette, portant à une extrémité G_1 le crochet qui conduit le fil, à l'autre X une pointe recourbée à angle droit. Cette pièce G_1G est portée par un manchon M, passant à frottement doux sur la vis VV, dont le milieu est évidé pour loger les branches de G_1G . Le fond de cette gorge porte une ouverture par laquelle la pointe X pénètre jusqu'au fond du filet de la vis VV de cette manière le guide-fil peut se mouvoir comme s'il était fixé sur un écrou. Deux buttoirs B_1B_2 limitent la course

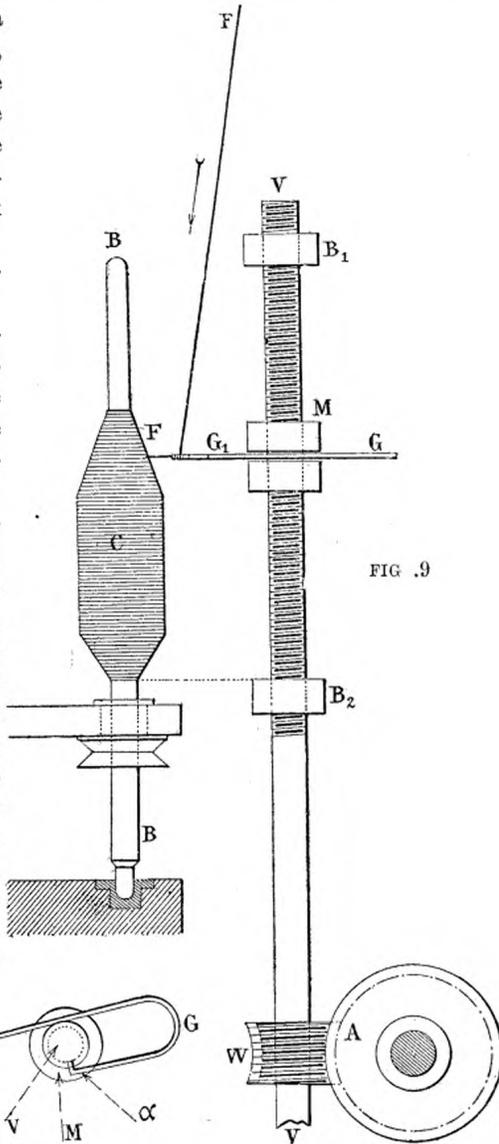


FIG. 9

Fig. 10

d'après la longueur de canette qu'on veut obtenir.

Dans les machines d'un certain nombre de broches tout l'ensemble des appareils guide-fil est porté par un chariot qui reçoit un mouvement rectiligne alternatif au moyen d'un excentrique tracé de manière que la montée, par exemple se fasse par anneaux régulièrement espacés tandis que la descente s'opérera d'abord très rapidement et ensuite de plus en plus lentement afin d'obtenir un croisement du fil à la pointe de la bobine pour assurer la solidité de cette dernière et éviter ce que l'on nomme le décalottement de la canette.

Ce mouvement donne le rangement du coton par couche : pour obtenir le changement dans les positions extrêmes de chaque couche on donne aux vis VV un mouvement de rotation très lent, variable avec le numéro du fil, au moyen de la vis sans fin W et de la roue A — la pointe α étant engagée dans le filet de V la tension du fil maintient le guide G_1G dans une position fixe et par suite la rotation de V dans le sens convenable fait monter le guide-fil et opère l'échelonnement des couches successives.

Si le fil FF vient à casser le crochet G_1 n'étant plus maintenu, le manchon M va tourner avec la vis et rester dans le même plan horizontal. Quelque soit le temps pendant lequel la bobine a jeuné, la rattachée faite, on n'aperçoit aucune solution de continuité à la bobine.

Quand la douille M vient rencontrer le buttoir supérieur B_1 le crochet G_1G tourne, laisse échapper le fil et le renvidage cesse de s'opérer sur la canette.

La levée faite, l'ouvrière au moyen d'une manivelle, ramène tous les manchons M en contact avec les buttoirs inférieurs B_2 et peut recommencer une nouvelle opération.

Cette machine est très avantageuse quand il faut faire des canettes avec des textiles en échavaux.

DELESSARD

Ingénieur des Arts et Manufactures
Directeur de Filatures.

TROISIÈME PARTIE

MATÉRIEL DU TISSAGE DES ÉTOFFES

Le nombre des métiers à tisser exposés est si considérable; les divers systèmes de construction sont si variés dans les détails, que cette partie de l'Exposition mériterait une description des plus complètes : il faudrait des volumes pour étudier le matériel exposé. Nous nous bornerons à donner le type des systèmes offrant quelque particularité intéressante, nous appesantissant principalement sur les dispositions tout à fait nouvelles, et donnant avec quelques détails les métiers qui, croyons-nous, n'ont pas encore été décrits dans les publications spéciales aux arts textiles.

Par suite des nouvelles dispositions des râteliers d'ourdissoir, les armures factices deviennent d'un usage général : on peut par leur emploi produire de nombreuses combinaisons avec des fils de couleur, de grosseur et de nature différentes. L'emploi de plusieurs navettes vient encore ajouter une grande ressource pour l'exécution des dessins. Aussi arrive-t-on, pour une multitude d'articles, à pouvoir se passer du métier muni de la mécanique Jacquart, métier difficile à conduire d'un entretien coûteux et donnant une très faible production. Cette machine classique est relativement rare parmi le grand nombre de métiers exposés.

Exposants. — Classe 55

	Société Alsacienne B. M. G.
	» anonyme (Tissage Diéderichs).
Français	Chantiers de la Buire (Lyon).
	Duquesne (Adrien) (Paris).
ou Alsaciens	J. Grün (Lure).
	Sallandrouze frères (Aubusson)
	Sibut aîné (Amiens).
	V ^e Mathieu Snoeck (Ensival-Verviers).
Belges.	Société anonyme Vervieoise.
	Célestins Martin.
Allemands. . . .	Sächsische Webstuhl fabrick (Chemnitz).
Suisses.	{ Société de construction de Ruti.
	{ Beninger (Uwgl-Saint-Gall.
Anglais.	Hodgson (Bradfort).

Société Alsacienne B. M. G.

La Société alsacienne expose trois modèles différents de métier à tisser :

1° — MÉTIER A TISSER A MARCHES EXTÉRIEURES

Cette machine est à huit lames, peigne fixe, à une navette. Les bâtons de fouet sont horizontaux. L'arbre moteur porte un volant à chaque extrémité.

Le mouvement du tissu est placé en dehors du bâti. Les excentriques de marche sont montés sur un arbre spécial, ce qui rend le frottement beaucoup moindre que dans la disposition ordinairement employée, d'une roue à long canon tournant, folle sur l'arbre à excentrique prolongé.

La position des organes du mouvement rend faciles les changements d'excentrique et de pignon.

Les tringles d'arrêt, agissant sur deux butoirs reliés chacun à un frein, mettent rapidement les deux volants au repos. Ces freins permettent d'annihiler les effets de la volée de la machine et rendent possible, par suite de la grande solidité du bâti, d'arriver aux vitesses extrêmes.

La planche 13-14 donne une vue du métier du côté de la poitrine.

2° — MÉTIER A TISSER A 4 NAVETTES

Ce métier est destiné à produire l'article cotonnade. Il a ses fouets horizontaux, un peigne fixe ; il est muni de tringles d'arrêt actionnant des freins agissant sur les volants.

L'enroulage du tissu, au fur et à mesure de sa fabrication, est produit par un cylindre couvert de tôle à aspérités saillantes, sur lequel le rouleau de toile est constamment appliqué par une pression.

Les marches sont intérieures avec support sur le devant du métier, et elles sont équilibrées. Cette disposition fait décrire à l'attache des lames une courbe absolument identique et parallèle à celle décrite par le point d'intersection des fils de chaîne avec le harnais, en prenant pour centre la dernière duite battue. Le frottement du fil passé dans les maillons est ainsi beaucoup diminué, et il en résulte une moindre fatigue des fils de chaîne et une plus longue durée du harnais.

Le changement de navette est produit par l'appareil dit à boîtes montantes, avec mécanisme à la Jacquart, réglant l'ordre d'introduction des navettes.

La Société alsacienne applique à ces métiers, en y apportant quelques modifications, le système Withesmith. Cet appareil se distingue des autres systèmes en ce que, dans ceux-ci, les boîtes à navettes ne sont conduites que pendant la montée et descendent seules, tandis que dans le système en question les boîtes sont conduites pour la montée et pour la descente.

Voici d'ailleurs le principe sur lequel repose le mouvement des boîtes :

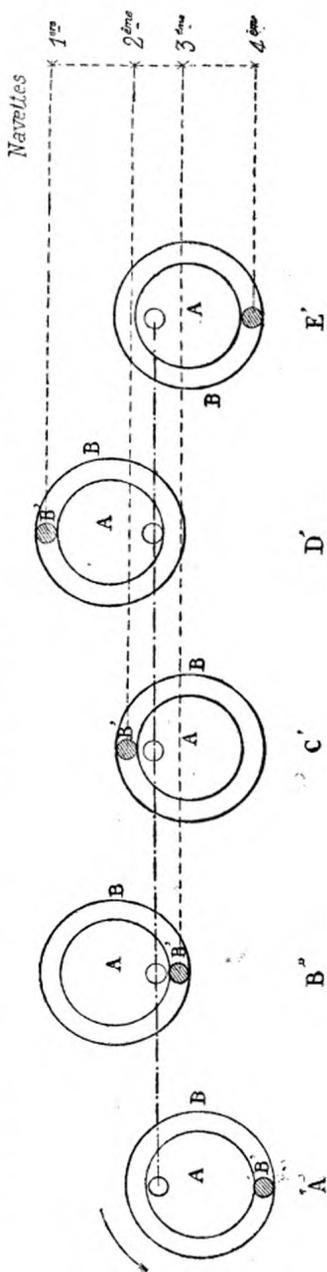
Un galet cylindrique A, monté excentriquement sur un canon, est entouré

d'un anneau B, ayant un tourillon B', sur lequel s'articule la bielle ou béquille communiquant avec la boîte à compartiments. Lorsqu'on imprime à cet excentrique ou à son anneau des fractions de rotation, il en résulte des déplacements du tourillon B' qui correspondent aux différentes hauteurs nécessaires à la présentation de tel ou tel compartiment au niveau de la chasse, et par suite à l'action du taquet.

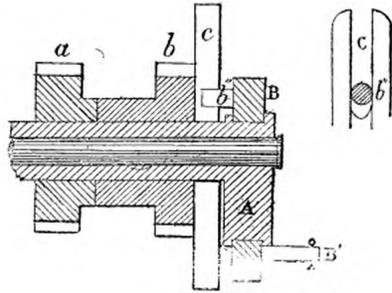
La figure A' représente la position de la première boîte du haut. Si le galet A fait un demi-tour, ce qui élève le tourillon B' de la quantité voulue pour présenter la deuxième boîte (c'est ce que représente la figure B''). Ensuite la commande, faisant faire simultanément demi-tour à l'anneau et au galet, le tourillon B' s'élève d'une quantité, et c'est la troisième navette qui va partir (fig. C'). Enfin, le changement de la troisième à la quatrième boîte s'obtient en faisant tourner le galet A seul d'un demi-tour, comme le représente la figure D, et on revient de la quatrième à la première par un demi-tour simultané de l'excentrique et de son anneau (fig. E').

Ces différentes évolutions de l'excentrique et de l'anneau se font toujours par demi-tour et dans le sens de la flèche. Le tourillon B' s'élève par demi-tour de l'excentrique de 38 millimètres, soit la hauteur d'une case de la boîte à navettes, et par demi-tour de l'anneau de 76 millimètres, c'est-à-dire de la hauteur de deux compartiments. C'est pour cela qu'il faut donner un mouvement simultané à ces deux organes, quand on ne veut changer que d'une hauteur de compartiment du deuxième au troisième, par exemple.

Le croquis ci-dessus montre la coupe de



l'appareil. Le galet A porte un pignon excentré sur lequel est claveté un petit pignon *a*, à côté de celui-ci est un autre pignon *b* du même nombre de dents et enfin sur le même canon il porte sur le côté une coulisse C dans laquelle peut se glisser un tourillon *b''* fixé à l'anneau B. On comprend qu'en imprimant un mouvement de rotation soit à *a*, soit à *b*, soit à *a* et *b* simultanément, on produira tous les mouvements nécessaires de l'excentrique A et de son anneau B.



Deux roues, d'un nombre double de dents, engrènent avec les pignons ; elles sont montées sur un même tourillon et peuvent marcher ensemble ou séparément ; de plus, elles sont pourvues d'un côté de 4 pitons fixes, correspondant au quart de la circonférence. Deux crochets mus d'avant en arrière par une petite manivelle montée sur l'arbre inférieur du métier, accrochent, s'il y a lieu, les pitons de ces roues et les font tourner d'une certaine quantité, ainsi que les pignons correspondants *a* et *b*.

Il y a en outre de petites pédales à crans destinées à maintenir les roues fixes, quand elles ne sont plus soumises à l'action des crochets. Ces petites pédales sont mises en mouvement par une combinaison Jaquart placée sur la poitrine et baissent chaque fois que l'un ou l'autre crochet doit agir sur les roues.

Ce système a le grand avantage d'amortir les chocs au changement de boîte tous les organes sont équilibrés, deux pédales permettent de mouvoir les excentriques, lorsque le métier est arrêté, pour rappeler l'une ou l'autre des navettes. La pédale porte un crochet faisant fonction de valet d'arrêt et reprend sa position normale aussitôt qu'on l'abandonne à elle-même.

Tout le mouvement est porté sur une braquette solidement fixée ou bâtis et les axes ne sont pas en porte-à-faux, mais soutenus aux deux extrémités.

La boîte portant les compartiments à navette étant parfaitement guidée peut être réduite ainsi que cette partie du battant à un minimum de poids.

Métier à tisser la soierie

Cette machine permet de tisser toutes les étoffes de soie telles que satins, taffetas, lustrines, parapluies, petites failles, grenadines, etc., à l'exception des étoffes très fortes comme la faille.

Sa vitesse, selon les articles traités et les qualités de la soie employée, varie de 80 à 180 coups par minute.

Il est disposé pour travailler suivant les besoins de fabrication :

- 1° Avec peigne mobile et compensation pour trames irrégulières ;
- 2° Avec peigne fixe sans compensation pour trames régulières ;
- 3° Avec peigne renversé.

Dans le premier cas on peut dire que le peigne est disposé pour battre *en plaquette*, dans le second cas qu'il est disposé pour battre *à sec*.

Description du mécanisme à peigne droit et compensation.

Planche 13-14, fig. 1, l'épée de chasse *m* porte dans la partie inférieure un galet *n* agissant sur la courbe d'un levier *o* qui pivote en *p*; le battant étant tout à fait en avant, le galet *n* se trouve dans le creux de la courbe et le levier *o* à sa position la plus basse. Il est essentiel, dans cette disposition, que le galet *n* remplisse complètement le creux de la courbe, pour qu'au moindre recul de l'épée de chasse le levier remonte, une aiguille *q* est fixée à l'extrémité d'un levier *r* ayant son centre d'oscillation en *s*. Cette aiguille repose par sa pointe à un millimètre environ du bout du levier *o* et peut s'engager plus ou moins sur l'encoche de ce levier, suivant les étoffes. Sa position relative est réglée par une vis *t* taraudée sur un mentonnet du levier *r*.

Le peigne est fixé dans la raynure du cadre en bois *cc* boulonné à deux montants *v* et oscille autour du point *u* de l'épée, un des montants *v*, celui placé du côté du régulateur, porte, à la partie inférieure et dans son prolongement, une tige *h* réglable contre l'aiguille *q* au moyen d'une vis *x*.

Lorsqu'il se produit des passées de grosse trame, par exemple, le peigne cède et oscille vers l'arrière ; par suite de ce mouvement, la pointe *x* est amenée en avant et chasse l'aiguille *q* hors de l'encoche du levier *o* : celui-ci remonte, pendant le recul du battant, sans entraîner l'aiguille et, dans ce cas, le régulateur fonctionne. Pour battre à peigne renversé on enlève la plaque *b*.

Si, au contraire, il arrive des passées de trame fine le peigne n'oscille pas et par conséquent l'aiguille *q* reste en place. C'est alors que le levier *o*, en remontant pendant le recul du battant, la soulève ainsi que le levier *r* qui la porte. L'arbre de pivot de la friction *y* est relié à ce levier *r* par deux leviers *z z'*. Dans ce cas, le mouvement de tirée qui agit sur les leviers *z, z'*, dégage le manchon du plateau de friction et l'enroulement ne peut avoir lieu ; cet arrêt compense alors la finesse de la trame. Le peigne est muni de ressorts, dont les uns le tiennent fixe pendant le passage de la navette, et les autres agissent pendant le battage de la duite.

Disposition du peigne pour battre à sec, c'est-à-dire sans compensation.

— On emploie ce mode de marche du régulateur pour les trames régulières. Il s'agit dans ce cas de rendre le peigne fixe et sans action sur l'enroulage. A cet effet, on démonte les tirants *c'* et on remplace les ressorts, qu'ils avaient à leur partie inférieure, pour maintenir le peigne immobile pendant le passage de la navette, par deux bouts de tuyau creux. On met la partie inférieure du tirant *c'*

dans le trou pratiqué à cet effet dans la patte *d'* venue de fonte à l'épée de chasse et on serre les deux écrous contre le tuyau. En serrant les écrous, le tirant *c'* remonte jusqu'à ce que le fond de la coulisse, qui est dans le haut du tirant, vienne buter contre la cheville d'attache *n'*. Cette cheville fait partie d'une pièce *p'* oscillant en *u* et portant une traverse de bois (hachurée sur la figure), laquelle traverse s'applique contre les tiges *h*, dont il a été question plus haut, et qui prolongent les montants recevant le châssis du peigne. La pièce *p'* ne pouvant plus se mouvoir en arrière, le peigne devient fixe et tenu serré contre le battant.

Régulateur Mercier à friction et à enroulement direct

BREVETÉ S. G. D. G.

La figure 1 de la planche 13-14 donne l'ensemble de l'appareil.

Le perfectionnement de ce régulateur consiste dans la suppression des encliquetages et leur remplacement par un mouvement continu à vitesse variable d'une précision mathématique pour l'enroulage à tours comptés. L'appareil peut très bien s'appliquer au tissage à compensation.

Sur l'arbre inférieur A du métier (arbre des excentriques de fouet, (vitesse moitié de l'arbre à vilbrequin) est fixé un plateau de friction B qui commande une poulie C garnie de cuir à sa circonférence. La poulie C est solidaire d'une douille D clavetée sur l'arbre incliné E de manière à pouvoir glisser longitudinalement sur cet arbre sans cesser de l'entraîner dans son mouvement de rotation. L'arbre E porte une vis sans fin qui commande la roue G, laquelle transmet son mouvement au rouleau enrouleur H par une série d'engrenages. La poulie de friction C est appuyée constamment contre son plateau B par l'action du ressort à boudin I agissant sur le pivot de l'arbre.

Au fur et à mesure que le rouleau H augmente de diamètre, par suite de l'enroulement de l'étoffe sa vitesse diminue, à cet effet un petit rouleau J, dont l'axe est porté par les leviers M oscillant autour du point M' s'applique constamment sur le rouleau de toile en formation. Son déplacement progressif est communiqué à la poulie de friction C par l'intermédiaire du secteur S, de la bielle K portant à son extrémité une fourchette D qui vient embrasser la gorge creusée dans la douille de la poulie de friction. Un cercle tracé sur le grand plateau indique la place que doit occuper le manchon de friction au commencement du tissage d'une pièce.

On peut régler les écarts de duitage en variant la position de l'attache de la bielle K dans le secteur S.

Pour détiisser ou dérouler l'étoffe, il suffit d'appuyer le pied sur une pédale P qui dégrène la vis sans fin F, et d'agir sur la manivelle L.

A l'arrêt du métier la poulie de friction se trouve éloignée de son plateau.

On fait varier le duitage au moyen d'un pignon de change x qui se trouve dans le train d'engrenages commandant le rouleau enrouleur de l'étoffe.

Le métier à tisser que nous décrivons est solidement établi.

L'arbre à vilbrequin, ainsi que l'arbre du bas, sont munis de douilles fixes en fonte à leurs parties frottantes, d'où résulte une marche très douce et très peu d'usure.

Le métier est muni d'un mouvement à taffetas équilibrés par ressorts. Sur le côté et sur le sol est placée une mécanique d'armure à 16 leviers plus 4 pour les cordons ou lisières.

Le chevalet porte-ensouple, détaché du métier, peut-être disposé pour recevoir de 1 à 5 rouleaux.

La pression leur est donnée par leviers à contrepoids ou par besaces à charges directes.

SOCIÉTÉ DES CHANTIERS DE LA BUIRE (Lyon)

Cette société a exposé, dans un pavillon spécial, un spécimen de tissage de soie des plus complets, produisant neuf espèces d'étoffe tissées, [damas, surah grège, faille, gaze, velours, peluche, pékin-foulard.

Parmi les nombreux métiers à tisser fonctionnant, nous décrivons les modèles les plus remarquables.

1° — Système Laerserson-Wilke & Chantiers de la Buire

Il y a quelques années MM. Laerserson et Wilke, fabricants de soieries et constructeurs-mécaniciens à Moscou, vinrent présenter à Lyon un nouveau métier à tisser à bras qui attira vivement l'attention de tous les fabricants de soieries par l'originalité de sa conception et par la perfection de son travail.

Les chantiers de la Buire s'entendirent avec les inventeurs pour la construction de leur métier ; ils le reconstituèrent sous une forme toute nouvelle, ils le rendirent complètement mécanique et ils cherchèrent à réaliser toutes les conditions du fonctionnement à la fois le plus précis, le plus simple et le plus pratique.

Le métier exposé peut traiter indifféremment tous les genres d'étoffes unis et façonnés, les articles les plus délicats et les plus luxueux qui nécessitaient jusqu'alors l'emploi de l'ancien métier à la main et l'habileté d'ouvriers spéciaux, comme les articles les plus ordinaires à bon marché.

Ce nouveau métier diffère essentiellement des autres métiers mécaniques connus par les organes principaux suivants :

1° Le Remisse. — 2° Mécanique d'armure. — 3° Battant. — 4° Régulateur — 5° Bascule. — 6° Chasse.

I. — LE REMISSE OU HARNAIS

Les lisses sont montées dans des cadres métalliques au moyen de cliquets et crémaillères qui permettent de régler à volonté la tension du remisse à maillons en bronze phosphoreux.

Avec le guidage précis des lisses dans les guides à coulisses toujours dans le même aplomb, sans aucun balancement possible, le fil de chaîne passe dans le maillon sans être écorché ni éraillé par la friction ou l'ébattement des lisses simplement suspendues.

Le remisse reçoit directement son mouvement de la mécanique d'armure et une marcheure de 40 millimètres à la première lisse suffit pour le passage de la navette.

Les lisettes des cordons sont séparées du corps principal du harnais ; leur marcheure est indépendante de la levée des lisses, elles produisent des lisières irréprochables.

II. — MÉCANIQUE D'ARMURE

La mécanique d'armure est du type à chaînette ; elle est placée dans le métier et peut être composée d'un grand nombre de cartons sans encombrer les abords du métier. Elle a comme toutes les mécaniques à chaînettes, des cames tenant les lisses en l'air pendant plusieurs insertions consécutives de trame, suivant le nombre de coups exigé par l'armure.

La forme de la courbure des cames est combinée de manière que la frappe du battant puisse se faire à volonté à pas clos, à pas mixte ou à pas ouvert.

Pour le taffetas et la faille, ces cames sont remplacées par d'autres qui font *lève* et *baisse* et donnent un temps d'arrêt aux lisses au moment de la frappe du battant.

Le tambour portant la mécanique d'armure est disposé pour recevoir au besoin un mouvement transversal, de quelques centimètres d'amplitude, ce qui permet de lire une mécanique de 16 lisses en deux armures de 8 lisses, et de produire des tissus à bandes dans le sens de la trame, opération qu'en terme de tissage on désigne sous le nom d'*accrochage*.

III. — BATTANT.

Le battant est en bois armé de bandes de fer ; les boîtes sont longues et disposées pour recevoir des navettes à conducteur.

On sait qu'une des causes principales de la supériorité du métier à bras, au point de vue de la qualité du travail, réside dans le mode de fonctionnement du battant, qui oscille librement comme un pendule autour d'un point de suspension supérieur, et qui a son maximum de vitesse au moment où il arrive contre l'étoffe pour insérer vigoureusement la trame dans la chaîne.

Dans le battant à bielles du métier ordinaire, la frappe se fait au contraire au minimum de la vitesse : dans le métier que nous décrivons, le battant est mis en mouvement par deux manetons fixés sur les volants de l'arbre moteur; ces manetons agissent par l'intermédiaire de bielles terminées à une de leurs extrémités par un étrier dont la courbure est telle que le battant soit immobile pendant le passage de la navette dans l'ouverture du pas, et prend ensuite un mouvement accéléré dans la marche en avant.

Nous donnons plus loin (métier Saxon) la description d'un mouvement semblable.

Deux ressorts, à tension variable et réglable, placés au fond des boîtes, adoucisent le mouvement de retour des taquets chasse-navette, et amortissent graduellement le choc de la navette en l'accompagnant jusqu'à la fin de sa course.

Le battant est, en outre, muni d'une claquette dont on peut régler la sensibilité à volonté, en donnant plus ou moins de tension aux ressorts : il peut également recevoir une claquette équilibrée commandant le régulateur et le rendant compensateur.

IV. — RÉGULATEUR.

Le régulateur peut être positif ou négatif. — On entend, par régulateur positif, pour l'ensouple des tissus, un encliquetage faisant avancer le tissu d'une quantité fixe à chaque coup de battant, et, pour l'ensouple de chaîne, un frein qui la laisse se dérouler par la tension de la chaîne elle-même.

On appelle au contraire régulateur négatif : 1° pour l'ensouple du tissu, un encliquetage muni d'un contrepoids qui empêche le cliquet d'appeler l'étoffe tant que le battant, en venant serrer la duite, ne refoule pas le tissu devant lui; 2° pour l'ensouple ou les ensouples de chaîne, une commande directe par vis sans fin, donnant le mouvement à ces rouleaux, et agissant proportionnellement à la diminution de ces rouleaux.

Dans le système Laerserson-Wilke, le régulateur est positif. L'enroulement est direct, c'est-à-dire que le régulateur commande le rouleau enrouleur sans l'intermédiaire d'aucun rouleau sablé ou couvert de tôle striée ou perforée. Un compensateur tient compte de la correction rendue nécessaire par le grossissement constant du rouleau.

Par le simple réglage d'un curseur, sur une échelle graduée, il donne toutes

les réductions, coup par coup, depuis 35 jusqu'à 185 coups au pouce (27 millimètres), et n'a besoin que d'un seul pignon de rechange.

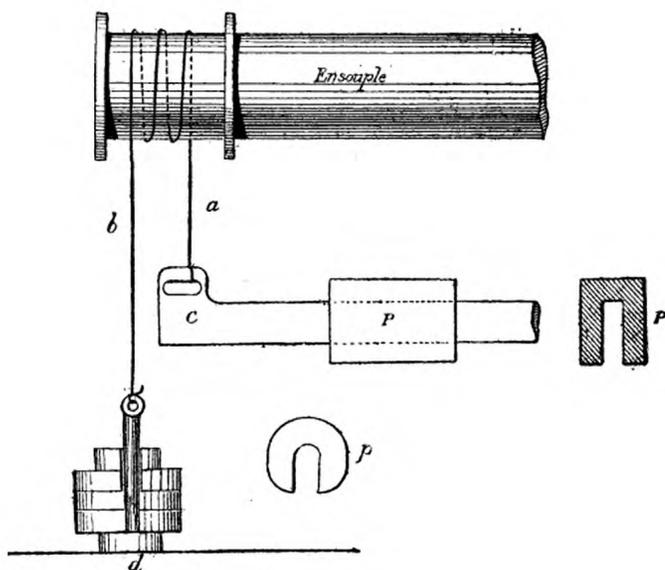
Il est actionné par deux leviers d'une disposition toute particulière qui, par leur mouvement alternatif, transmettent un mouvement d'avancement continu à une roue de friction à coins, dont dépend l'enroulement progressif du rouleau.

La compensation s'obtient en faisant varier l'angle d'oscillation de ce levier au moyen d'une came, qui diminue cet angle proportionnellement au grossissement du rouleau.

L'enroulement du tissu se produit sans secousse, et il cesse quand la navette passe à vide.

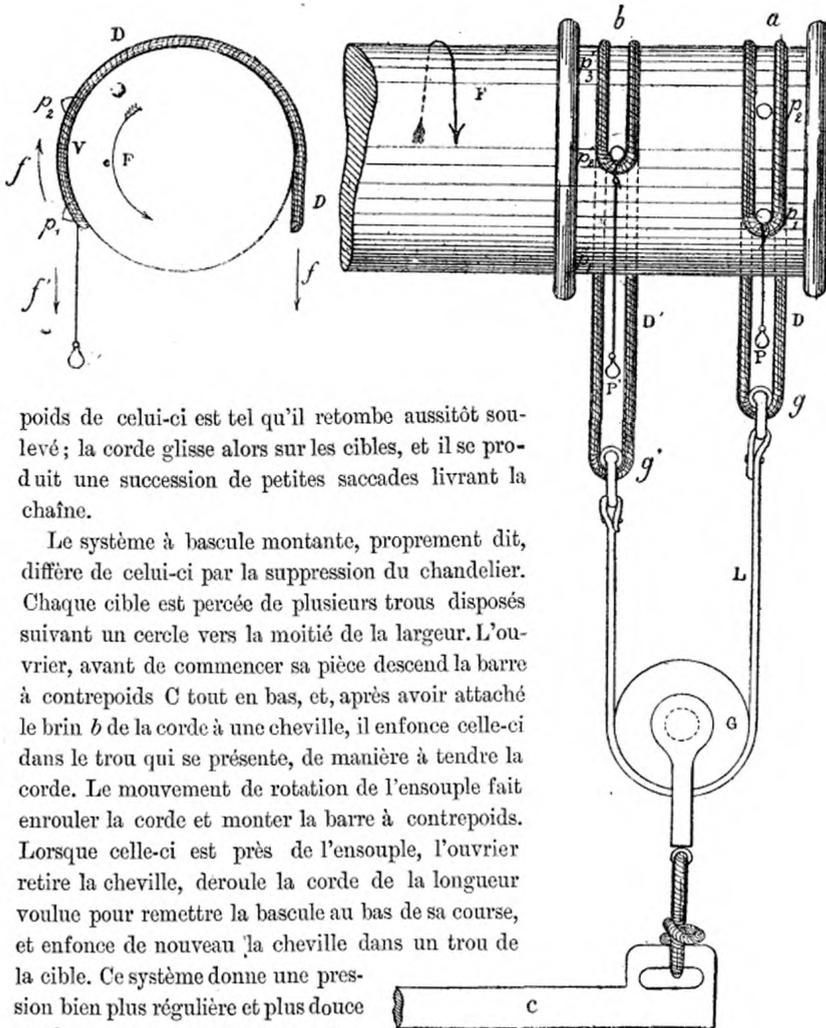
V. — BASCULE.

Dans les métiers soieries, la friction sur l'ensouple de chaîne est obtenue, soit par le système ordinaire à levier et contrepoids, soit par le système dit à bascule.



Ce système, très fréquemment employé, est le suivant : on enroule autour de chaque cible du rouleau d'ensouple une corde dont un des brins *b* est attaché à un ensemble de poids dit chandelier, consistant en une tige de fer terminée par un disque *d* qui repose sur le sol ; les poids qu'on place à volonté sur le disque ont

la forme *p*. L'autre brin de corde *a* est attaché à une barre de fer C sur laquelle sont achevalés des poids P. Il y a sur la cible opposée du rouleau un appareil semblable, la barre C allant d'un bout à l'autre. De cette façon, la chaîne, entraînant l'ensemble dans son mouvement, tend à soulever le chandelier, mais le



pois de celui-ci est tel qu'il retombe aussitôt soulevé; la corde glisse alors sur les cibles, et il se produit une succession de petites saccades livrant la chaîne.

Le système à bascule montante, proprement dit, diffère de celui-ci par la suppression du chandelier. Chaque cible est percée de plusieurs trous disposés suivant un cercle vers la moitié de la largeur. L'ouvrier, avant de commencer sa pièce descend la barre à contrepoids C tout en bas, et, après avoir attaché le brin *b* de la corde à une cheville, il enfonce celle-ci dans le trou qui se présente, de manière à tendre la corde. Le mouvement de rotation de l'ensouple fait enrouler la corde et monter la barre à contrepoids. Lorsque celle-ci est près de l'ensouple, l'ouvrier retire la cheville, déroule la corde de la longueur voulue pour remettre la bascule au bas de sa course, et enfonce de nouveau la cheville dans un trou de la cible. Ce système donne une pression bien plus régulière et plus douce que le précédent : il a l'inconvénient de déranger très souvent l'ouvrier dans son travail.

Dans le métier à tisser que nous décrivons, la bascule est du système dit à

donnes multiples. — Ce genre de frein est analogue au précédent : seulement, la bascule ne monte que d'une très petite hauteur, et le changement de pédonne (c'est-à-dire cheville) se fait automatiquement.

La cible qui termine chaque côté du rouleau d' ensouple est munie de deux rangées a et b de pédonnes, $p_1 - p_2 - p_3, \dots, p'_1 - p'_2 - p'_3, \dots$, disposés en quinconce. On voit sur le croquis ci-dessus que les cordes D, D' , retenues par les chevilles $p_1 - p'_1$ passent dans des chappes portant des poulies à gorge $g - g' -$; à celles-ci est attachée une lanière de cuir L , qui supporte une poulie à gorge G . La chappe de cette dernière soutient une barre à contrepoids C analogue à celle des appareils précédents; de plus, un petit poids $P - P'$ est attaché à chaque corde $D -'$ à l'endroit où elle est enfilée sur la pédonne.

Les fils de chaîne, imprimant à l'ensouple un mouvement dans le sens de la flèche F , la corde D sera maintenue par la pédonne p_1 tant que le contrepoids, agissant suivant la verticale, tendra à la maintenir appliquée contre l'ensouple : cela aura lieu jusqu'au point de contact de la tangente verticale en V . Au-dessous de ce point, au contraire, le contrepoids P tend constamment à écarter la corde de la surface de l'ensouple, et à faire échapper la boucle de la cheville p_1 . Il arrive un moment où l'échappement a lieu, alors la corde D , sollicitée par la bascule C , suivant la flèche F , glissera en arrière sur l'ensouple jusqu'à ce qu'elle rencontre la pédonne p_2 où elle s'accrochera de nouveau. Le même fait se produit à un court intervalle pour la corde D' .

Ce système donne une tension constante très favorable au développement régulier des fils de chaîne.

VI. — CHASSE.

La chasse est à sabre, c'est-à-dire à batterie à fouet vertical. Elle peut se régler pendant la marche du métier, et ne nécessite aucun graissage.

La forme de la came de chasse est combinée de manière que la navette soit lancée progressivement en dehors des boîtes, ce n'est que pendant un temps très court que se fait l'effort du lancement. Elle étend la trame avec douceur dans l'ouverture du pas, sans l'énerver par des tirages trop brusques.

La marche normale du métier varie de 90 à 200 coups à la minute suivant les tissus.

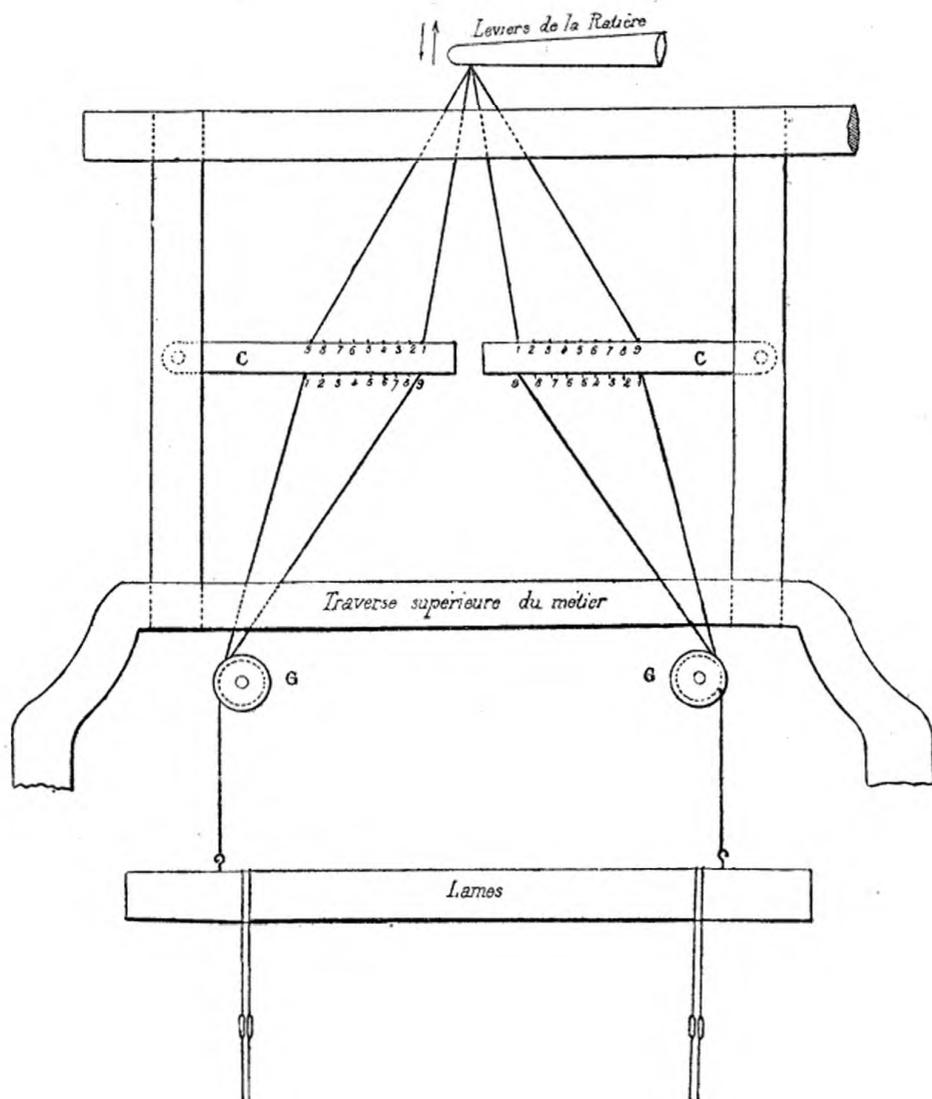
Les failles (100 à 200 portées) se tissent à raison de 90 à 120 coups.

Les satins merveilleux de Lyon et tous les tissus satinés (50 à 100 portées) se font à la vitesse de 150 coups.

Les grèges tramées coton supportent une vitesse de 200 à 220 coups à la minute.

Métier à tisser le velours (système E. Charbin)

Ce métier fabriquait l'article de velours pékin., en 70 centimètres de largeur
24 lisses à l'armature et 3 rouleaux de chaîne.



Il diffère du type ordinaire par la position qu'occupe l'arbre à vilbrequin, au lieu d'être derrière la remise, cet arbre est placé sous les barres du rabot ou

rasoir. Cette disposition rend toutes les parties du harnais facilement abordables de tous les côtés et facilite beaucoup le travail de l'ouvrier.

Le mouvement des lisses est produit par *cavalettes*. Les cavalettes sont des leviers, intermédiaires C entre les leviers de la ratière et les lames, ayant pour effet de diminuer la course des lames de devant et d'augmenter celle des lames de derrière de manière à produire une foule bien ouverte.

Par exemple si on veut tisser un article de 9 lames avec une ratière, en se servant de cavalette, la corde attachée au levier n° 1 de la ratière et correspondant à la lame n° 1 sera d'abord attachée au point 1 supérieur de la cavalette, puis elle sera fixée au point 1 inférieur de la cavalette et supportera la première lame de devant après avoir passé sur la poulie à gorge G. Cette disposition, qui est d'ailleurs symétrique pour l'autre corde de la même lame, a donc pour effet de diminuer la course de cette première lame puisque le bras du levier se trouve raccourci.

Le contraire a lieu pour la 9^e et dernière lame, et pour les autres lames la course va en augmentant progressivement de la lame n° 1 de devant à la lame n° 9 de derrière, ce qui produit une foule bien conique et beaucoup plus ouverte que celle produite sans l'emploi de cavalettes.

Dans le métier E. Charbin les cavalettes sont montées sur un cadre supérieur porté par quatre légères colonnes, celles de devant sont placées sur le bâtis à l'arrière des barres de la coupe, celles de derrière sur le chevalet d'ensouple.

REMISSE

Le déplacement de l'arbre moteur et de l'arbre de chasse permet de donner au remisse une très grande extension. Le nombre des lames est pour ainsi dire indéfini.

MÉCANIQUE D'ARMURE

La mécanique d'armure du type à chaînette est placée sur le côté du métier mais en partie sous le remisse. Elle peut recevoir un grand nombre de planchettes ou cartons, sans que sa saillie au dehors dépasse celle du battant.

Comme dans toutes les mécaniques à chaînette, les lisses sont tenues en l'air ou en fond, selon qu'elles travaillent en levée ou en rabat ; et cela au besoin pendant plusieurs insertions consécutives de trame.

La forme des cames de commande est combinée de façon que la frappe du battant puisse se faire à pas clos ou à pas ouvert.

Les lames sont commandées par des leviers porte-galet dont les uns agissent sur les lisses à la lève, par l'intermédiaire de balanciers placés dans le cadre

supérieur du métier et dont les autres commandent les lisses en rabat par l'entremise d'autres balanciers placés à la partie inférieure. Des ressorts, placés sur la remise rappellent les lisses à la lève, d'autres placés sur le côté du métier rappellent les lisses à rabat.

BATTANT

Le battant renforcé par de nombreuses armatures est d'une grande rigidité.

Il reçoit son mouvement de l'arbre à manivelle placé sous les barres de la coupe, par l'intermédiaire de bielles à coussinets réglables. Dans les balanciers porte-battant ces bielles oscillent sur des axes en fonte dure, ce qui assure un bon frottement et une longue durée pour la bielle.

Le battant est réglable en hauteur : des ressorts à tension variable placés au fond des boîtes à navettes, amortissant le choc de cette dernière. On peut changer les taquets sans aucun démontage des pièces de la boîte.

CHASSE

La chasse est à sabre et du type Laerserson-Wilke.

RÉGULATEUR

Le régulateur est positif : l'étoffe est entraînée au fur et à mesure de la fabrication par deux ou trois rouleaux épinglés en carton de bois spécial, comprimé à la presse hydraulique. Le mouvement est donné aux cylindres épinglés par vis sans fin, à mouvement interrompu, calé sur l'arbre de chasse ; un train ordinaire d'engrenage actionnant un arbre vertical portant vis sans fin commandant des roues fixées au bout des axes des rouleaux épinglés.

Une pédale placée au bas de l'arbre vertical du régulateur permet de le débrayer et d'enrouler ou dérouler à la main le tissu fabriqué.

DONNEUR DE POIL

Le donneur de poil est commandé par la vis sans fin qui actionne le régulateur. Son mouvement est donc, comme celui du régulateur interrompu pendant la frappe du battant, pour ne se produire qu'au moment de l'évolution des lisses c'est-à-dire quand il faut donner le poil.

Le donneur de poil est métallique et très solidement construit afin d'éviter les secousses, vibrations et glissements qui occasionnent toujours des irrégularités dans la livraison.

Une série de roues et pignons de rechange permet d'obtenir toutes les hauteurs de poil depuis le ras jusqu'à 6 à 7 millimètres de hauteur.

COUPE DU POIL

La barre ou règle sur laquelle glisse le rabot est fixée au bâtis d'une façon immuable. Les barres de devant se composent de deux règles en forme de cornière, formant près du peigne l'écartement des pièces, et de deux autres règles en fonte, devant lesquelles le rabot coupe le poil. Ces règles sont mobiles et leur écartement est donné par des vis à tête moletée, dans les crans desquelles s'engagent des ressorts d'arrêt. Le changement d'un cran correspond à une variation de la hauteur de poil de 1/20 de millimètre.

La barre ou règle fixe est à la fois solide et légère : elle occupe en hauteur un espace très restreint, de sorte qu'on peut voir la coupe de deux pièces dès les premières passes du rabot.

Le mouvement de commande du rabot est placé à l'extérieur du métier. Une came à chemin, taillée sur la roue de commande de l'arbre de chasse, actionne par l'intermédiaire d'un secteur denté et de deux roues d'angle, le volant du rabot.

La came à chemin a été étudiée pour lancer le rabot et l'arrêter progressivement à chaque extrémité de la règle, tout en assurant sa sortie complète de l'étoffe au moment de la frappe du battant

L'affûtage de la lame s'opère automatiquement à chaque extrémité, sur deux pierres, l'une en dessus, l'autre en dessous.

BASCULE

La bascule est à pédonnes multiples.

Ce métier est muni d'un casse-trame. Sa vitesse normale est de 130 coups à la minute.

Machine à deux ou trois lats suivis dit « Pique-pique »

Dans l'industrie du tissage, surtout dans le genre nouveauté, on a souvent besoin, pour varier les dispositions à l'infini, d'employer deux ou trois sortes de trames de couleurs et de grosseurs différentes. Le métier à deux ou trois lats suivis dit pique-pique travaille à lats suivis par *un coup un coup*.

Son bâtis est semblable à celui des métiers précédents. Il est à plusieurs navettes, systèmes dit à boîtes montantes.

Le battant est disposé pour battre à sec ou en claquette.

La mécanique d'armure est du type à chaînette.

Le régulateur est positif.

La bascule est du système à pédonnes multiples. En général tous les organes constituant le métier sont analogues à ceux du métier Laerserson-Wilke.

Le métier, qui fonctionnait dans le pavillon des chantiers de la Buire, était à deux lats suivis. Il produisait l'étoffe dite damas. Il avait deux navettes qui partaient l'une après l'autre, deux fois d'un côté et deux fois de l'autre, combinaison très avantageuse pour certains articles.

La connexion entre le mécanisme du changement de nuance de trame et celui de la mécanique Jacquart, connexion qui rend impossible pour l'ouvrière toute confusion, réside dans la corrélation souvent fort complexe et fort difficile à suivre, entre ces deux mouvements.

Société des Tissages et Ateliers de constructions Diéderichs

A BOURGOIN (ISÈRE)

L'exposition de M. Diéderichs est certainement, dans la classe 55, une des plus intéressantes par suite du choix et de la diversité du matériel présenté.

Toutes les machines construites dans cette maison ont le grand avantage d'avoir été longuement et pratiquement étudiées. Le tissage des articles les plus variés a lieu dans des ateliers renfermant plus de 700 métiers. Les efforts les plus persévérants ont été faits pour rendre le métier mécanique apte à produire les plus belles étoffes façonnées dont la fabrication paraissait devoir être le privilège exclusif du métier à la main ou tout au moins à battant libre.

Machines pour le Coton

La maison Diéderichs expose un métier, à 4 navettes du système à boîtes montantes, pour le tissage des étoffes de coton, telles que la toile de Vichy, l'article de Roanne, mouchoir Oxford, etc., etc.

Les dispositions intéressantes de ce métier consistent dans les ingénieuses améliorations qui ont été apportées dans sa construction, pour en rendre l'entretien très facile et pour donner à l'ouvrier toutes les commodités désirables.

Les divers mécanismes sont très aisément démontables, le régulateur d'enroulage est en dehors et bien à portée de la main ; une disposition particulière de leviers permet de dérouler facilement l'étoffe tissée et de l'enrouler de nouveau au besoin.

Le métier était monté en croisé et son mouvement présente cette particularité que l'arbre, portant l'excentrique, est indépendant et facile à démonter : on peut donc, sans perte de temps, obtenir toutes les armures de 2 à 4 marches, par une simple substitution d'excentrique.

Toutes les pièces susceptibles d'usure rapide sont renforcées.

Un métier semblable au précédent, mais beaucoup plus fort, destiné au tissage des tissus de coton tels que contil, toile à matelas, article de Condé, etc., marchait à une très grande vitesse sans vibration.

Le rouleau enrouleur de l'étoffe est en fonte tournée recouverte de tôle d'acier perforée.

Machines pour le Tissage de la Soie

Il y a quatre applications différentes du métier pour soiries, avec bâtis renforcés, régulateur différentiel et enroulage direct.

Ce métier forme la base d'une combinaison telle que la même machine peut recevoir très facilement différents mécanismes accessoires qui le rendent propre à la production des tissus les plus divers, tels que crêpe, gaze, failles, armures façonnées en soie écru ou teinte en flotte, velours uni ou façonné ; et cela dans des conditions pratiques et excellentes consacrées par une longue expérience.

Le mécanisme en est très simple. Le régulateur d'enroulage d'une disposition ingénieuse est d'une précision absolue. Il consiste à donner le mouvement au rouleau enrouleur du tissu au moyen de cliquets à friction agissant sur la périphérie d'un plateau relié par un train d'engrenages à l'arbre de ce rouleau. Une touche formée d'un petit cylindre métallique, s'appuyant, par l'action de ressorts, constamment sur l'étoffe enroulée vient modifier la course des cliquets et par suite la rotation du rouleau de toile au fur et à mesure de son augmentation de diamètre. Un dispositif mécanique particulier permet de varier à volonté la réduction en trame en faisant mouvoir un curseur le long d'une échelle graduée.

Tous les mouvements de ce métier sont très doux, les divers organes sont très simples et permettent son emploi pour des genres de fabrication très variés.

Ce système a figuré à l'Exposition avec les applications suivantes :

1° Au tissage d'un satin écru : armure 12 lisses avec addition de la mécanique

armure à chaînes (système Diéderichs) qui s'applique pour 4-8-12-16-18 lisses non-compris 4 lisses pour cordons.

La chaîne employée est formée de maillons en fonte reliés par des axes en acier qui la rendent très solide et capable de résister à une marche rapide prolongée.

2° A la production de tissus armure tramée à 4 couleurs au moyen du système à 4 navettes s'appliquant contre le bâtis du métier et disposé de façon que l'ouvrière trouve en même temps le pas et la navette correspondants.

La mécanique d'armure est du type à crochet, elle a 20 lames et 2 chaînes portant l'une les coups pairs, l'autre les impairs, qui viennent agir successivement, de telle sorte que la mécanique a une vitesse moindre de moitié que celle du métier et qu'il est possible de tisser un dessin ayant jusqu'à 300 coups au rapport.

3° A la fabrication d'une étoffe Damas, en soie cuite, comprenant 100 portées de 80 fils en 56 centimètres de largeur, tramée 4 bouts, obtenue avec une mécanique Jacquart, système de Lyon de 1200 crochets actionnés par un mouvement équilibré.

4° Au tissage des tissus armure taffetas.

Par substitution d'une bielle brisée à la bielle ordinaire, et l'adaptation d'un nouveau mouvement de taffetas à double point mort, donnant aux lisses un temps d'arrêt dans les positions extrêmes, on obtient une marche très douce, condition indispensable pour la fabrication de ces étoffes riches et délicates.

La *Saechische Webstuhlfabrick* exposait un métier à tisser à 15 navettes, boîtes indépendantes, dans lequel la mécanique d'armure ramène la chaîne en arrière, ce qui économise les cartons Jacquart.

La Société de construction de Ruti présentait un métier pour soieries, qui se distinguait par sa bonne construction, par ses aménagements bien compris, rendant le réglage et le service des plus faciles.

Métier à tisser, type dit Saxon

Ce métier connu aussi sous le nom, de Crompton, système Schoënheer a été exposé par :

La Saechische Webstulh Fabrick,
Par la Société Verviétoise,
Par Madame V^{ve} Mathieu Snoeck,
Par M. J. Grün.

Il a pour principal objet le tissage de la draperie nouveauté. Il peut marcher avec 7 navettes et une armure allant jusqu'à 32 lames. Il a l'avantage de permettre le tissage à duites impaires comme les métiers à la main. Il se construit dans les plus grandes largeurs.

Cette machine, de construction solide est très bien étudiée dans ses détails, pratiques, quoique très compliquée, est d'un prix d'acquisition relativement très bas.

Ce métier encore tout nouveau, s'est très vite répandu dans les établissements produisant la nouveauté, et, les résultats pratiques obtenus paraissent lui assurer un grand avenir. Ces succès pourraient peut-être expliquer le peu d'empressement des constructeurs allemands à communiquer les renseignements techniques relatifs à cette machine. Néanmoins nous allons essayer de donner un aperçu du métier Saxon en général, aperçu nécessairement bien incomplet, car pour étudier et décrire en détail tous les mouvements et les organes qui les produisent il faudrait des volumes.

COMMANDE

Un arbre, extérieur au bâtis, perpendiculaire au battant, donne le mouvement au métier, au moyen d'une friction conique. Une tringle régnant tout le long du métier permet l'embrayage de la friction ; et donne une mise en activité d'une grande douceur, et évite la rupture des fils de chaîne.

Sur cet arbre sont calés les organes devant produire les divers mouvements soit de la chasse, soit des lames.

BATTANT

Dans ce métier à tisser, le mouvement donné au battant est tel, qu'il est accéléré pour battre la duite, puis ralenti, et pour ainsi dire nul au moment du passage de la navette.

Le problème est résolu de deux manières par les constructeurs.

1° Par l'emploi d'un arbre à deux coudes, dit vilbrequin A.

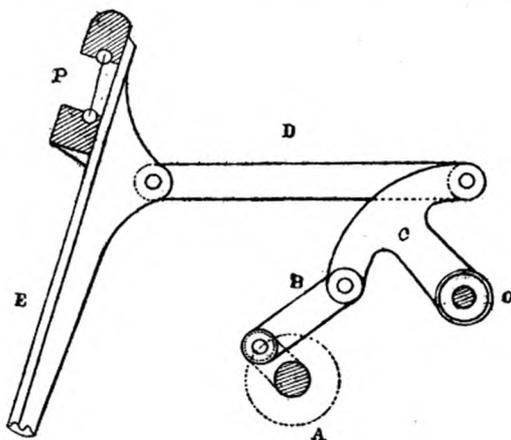
E — battant ou chasse, P peigne, — P' proitrinière, — H harnais, — B et B bielles.

C levier à deux articulations, pivotant autour du point O, point fixe pris sur le bâti.

La disposition des leviers est telle que, dans le mouvement d'avant en arrière, la chasse ralentit de plus en plus sa vitesse et, au bout de la course, les deux points morts des manivelles A et C, agissant simultanément, il y a pour ainsi dire une courte immobilité du battant pendant laquelle la navette traverse les

fil de chaîne. Dans le mouvement inverse, il y a accélération pour battre la duite.

2° Dans l'autre système, il n'y a ni arbre à vilbrequin ni arbre excentrique. Tous les mouvements sont donnés par l'arbre extérieur portant la friction conique, arbre que nous désignerons sous le nom d'arbre moteur; il a 50 millimètres de diamètre, et porte les différentes comes nécessaires pour le mouvement du battant et des fouets. Un arbre, parallèle au battant et placé en avant de lui,



porte deux leviers se reliant aux épées de chasse par des bielles. Cet arbre reçoit un mouvement d'oscillation d'avant en arrière par deux comes calées sur l'arbre moteur. La forme des comes est telle que la première donne au battant un mouvement accéléré pour battre la duite; l'autre ralentit son mouvement et le rend immobile pendant le passage de la navette : c'est un excentrique circulaire. Tous deux agissent respectivement sur deux galets portés par des leviers qui transmettent leur mouvement à l'arbre qui conduit le battant. Ces leviers sont du reste sans cesse attirés l'un vers l'autre par la traction d'un ressort à boudin.

CHASSE-NAVETTE

Les fouets sont verticaux et placés derrière les boîtes et les languettes en avant.

Le chasse-navette de ce métier est à ressorts. Les fouets sont repoussés au fond des boîtes et extérieurement au battant par une tringle allant de l'un à

l'autre. Cette tringle reçoit un mouvement de va-et-vient par deux cames placées sur l'arbre moteur et opposées l'une à l'autre.

Les fouets s'engagent dans un encliquetage d'arrêt qui, au moment voulu, se déclanche et laisse libre le fouet. Le ressort qui attire les fouets est un fort ressort à boudin placé dans un tube en bois sous le métier. Le taquet qui agit sur la navette est métallique et garni de cuir à l'endroit qui doit agir sur la pointe de la navette.

Il n'y a qu'une languette de chaque côté du métier pour les huit boîtes. Chaque compartiment qui doit recevoir une navette vient se placer vis-à-vis de cette languette, qui contrôle l'arrivée de la navette et déclanche le fouet si la navette est placée, sinon le fouet reste immobile.

Deux navettes ne peuvent jamais se rencontrer. — La navette de ce métier porte une saillie latérale destinée à agir sur la languette.

MÉCANIQUE D'ARMURE

Le mouvement des lames, dont le nombre peut aller jusqu'à 32, produit la foule double et conique.

L'armure se compose de marches verticales travaillant obliquement, de manière qu'une partie soit plus élevée ou abaissée que l'autre, afin de produire l'ouverture des fils de chaîne nécessaire au passage de la navette.

Le mouvement est donné à ces marches par une sorte de chaîne sans fin dont la longueur n'est pas limitée et dépend de la complication des dessins et des effets à obtenir. Cet appareil se compose de deux chaînes de Galle, réunies par des tringles sur lesquelles sont enfilées, en regard des lames, des tubes et des roulettes, l'arrangement des tubes et des roulettes, autrement dit le piquage et des cartons, étant fait de telle sorte que chaque lame, suivant qu'elle doit être levée ou baissée au passage de la duite, se trouve en regard, soit d'une roulette, soit d'un tube.

La chaîne sans fin est mise en mouvement par la rotation intermittente d'un tambour polygonal sur lequel elle s'appuie. L'axe de ce tambour porte un rochet fixe actionné par un encliquetage double mû par le battant. Ce dispositif permet la marche en arrière pour détiisser.

Les galets (roulettes ou tubes) viennent agir sur des leviers à double articulation, en forme de cisaille, dont un des bras est venu de fonte avec le levier (ou marche) vertical. A chaque bout de ces derniers existent, soit des crans, soit des curseurs à vis recevant l'attache des cordes inférieures ou supérieures motrices des harnais.

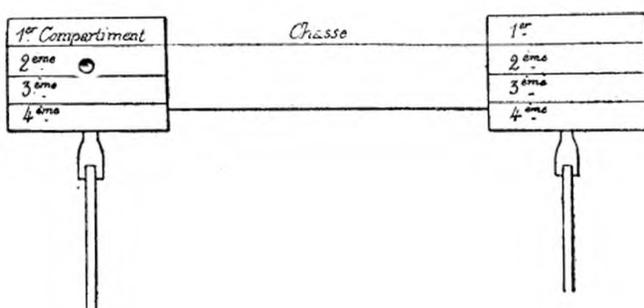
La planche de l'atlas montre la disposition d'une mécanique d'armure du métier Saxon, construit par M^{me} veuve Mathieu Snoeck.

MOUVEMENT DES BOITES A NAVETTES

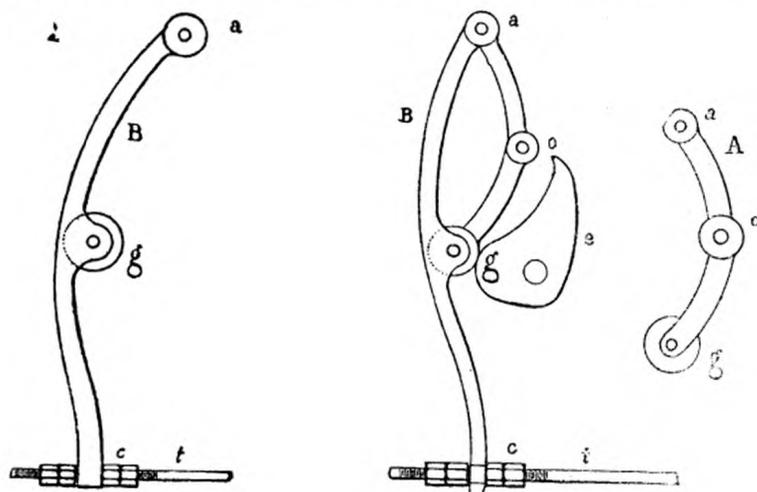
Le système est à boîtes montantes.

Chaque boîte à navettes comporte quatre compartiments ou cases : comme il y a une boîte de chaque côté, et qu'au moment du lançage de la navette il faut, du côté opposé à celui où elle se trouve, qu'il y ait un compartiment libre pour la recevoir, le métier peut comporter en tout un jeu de sept navettes et huit cases.

*Pour le changement de navette, il faut que l'un ou l'autre compartiment vienne se placer au niveau de la chasse.



Dans le croquis ci-dessus, ce sont les premières cases de chaque côté qui sont au niveau de la chasse. — L'ensemble des quatre compartiments de chaque côté est



mobile dans une glissière appartenant au battant, de façon qu'en faisant monter cet ensemble de 1 — 2 — 3 hauteurs, on amène le compartiment à la hauteur de la chasse.

La disposition des organes, qui produisent le déplacement des cases dans l'ordre voulu, varie un peu avec le constructeur du métier, mais le mouvement des leviers donnant ce résultat est toujours basé sur le principe suivant :

Figure 1 représente l'ensemble monté ;

Figure 2 la forme approximative de chacun des leviers pris séparément.

Soit un levier A ayant son centre d'oscillation en O. Ce levier A porte d'une part un galet g , et d'autre part est articulé avec un levier B en a . Les longueurs oa et og sont égales.

Le levier B articulé en a avec A n'est pas dans le même plan vertical que lui, il reçoit aussi un galet g et à son extrémité C il porte un œil traversé par le tirant t , de longueur réglable par écrou et contre-écrou. Ce tirant t transmet le mouvement aux boîtes dont nous avons parlé plus haut. La position du galet g est telle que les longueurs cg et ag soient égales.

Les galets g des leviers A et B sont appuyés sur des cames C qui peuvent recevoir soit simultanément, soit séparément, un mouvement de rotation d'environ un quart de tour. Par ce mouvement de rotation chaque came, étant à rayon croissant, communique au galet en contact un mouvement autour de son point d'articulation et son galet décrit un chemin a égal à la différence des rayons de la came à ses deux points de contact successifs.

Supposons 1° l'action de la came agissant sur A. Ce levier pivote autour de son point d'articulation O qui est un point fixe pris sur le bâtis (seul point fixe dans tout le système) à son extrémité g il décrit un chemin a égal à la différence des rayons de la came. Comme $ao = og$ le point a décrira également le chemin a ; or ce point a fait aussi partie du levier B qui est appuyé contre sa came au point g , point qui lui sert de point d'articulation, de telle sorte que a décrivant un chemin a , l'extrémité e décrira aussi le même chemin, mais en sens inverse par suite de l'égalité des bras og et oc ; ce déplacement de c sera communiqué aux boîtes par le tirant t et les fera donc monter d'une quantité a égale à la hauteur d'un compartiment, c'est-à-dire que ce sera la case 2 qui se présentera au niveau de la chasse.

2° Supposons que la came agissant sur le levier A reste fixe et que ce soit la came motrice de B qui seule effectue son mouvement.

Alors le galet g du levier B décrit le chemin a : le point a reste fixe et sert de point d'articulation et le point c parcourt $2a$ puisque $eg = ga$; donc les boîtes recevront un mouvement ascensionnel $2a$ et ce sera le troisième compartiment qui se présentera à la hauteur de la chasse.

3° Supposons maintenant que les deux cames, celle agissant sur A et celle agissant sur B fonctionnent ensemble.

Alors chacune d'elles séparément donnera les résultats indiqués pour les deux cas que nous venons d'examiner : ces résultats s'ajoutant par suite de la simultanéité des deux mouvements, le tirant t provoquera une montée des boîtes égale

à 3a et ce sera le quatrième compartiment qui se présentera au niveau de la chasse.

Ainsi pour nous résumer, le déplacement des boîtes se fera de la façon suivante :

1°	Action nulle des 2 cames	1° case	hauteur de chasse	
2°	— de la came de A	2°	—	—
3°	— — de B	3°	—	—
4°	— simultanée des 2 cames	4°	—	—

Inutile de dire que pour le changement des boîtes de chaque côté du métier il faut un système pareil de leviers A et B.

L'axe du tambour, actionnant la chaîne sans fin motrice des lames, se prolonge et porte un appareil semblable dont les roulettes et les tubes viennent agir sur des leviers horizontaux, reliés par des tringles à longueur variable à d'autres leviers s'articulant au bâtis et dont l'extrémité, terminée en fourchette, porte une série de pièces provoquant soit l'état de mouvement soit l'état de repos des cames : ce mouvement est très compliqué, ce qui détermine cette action c'est le carton de changement de navette, que l'on arrange et combine suivant la couleur ou la nature du fil que l'on veut obtenir à chaque duite battue.

Dans ce système de métier, les changements de boîte s'opèrent avec rapidité et sans tremblement.

RÉGULATEUR

Le déroulement de la chaîne se fait sous l'action de poids qui assurent la tension : c'est donc un régulateur négatif, c'est-à-dire un régulateur ne donnant de la chaîne que lorsque la tension imposée est dépassée. A ce régulateur peut s'appliquer un système de leviers agissant sous l'influence de la diminution de diamètre de l'ensouple au fur et à mesure du déroulement de la chaîne, pour diminuer dans la même proportion l'influence du poids tenseur et conserver ainsi à n'importe quel moment une tension constante des fils.

A la place du régulateur négatif peut s'appliquer un régulateur positif qui, au lieu de fonctionner sous l'influence de la tension de la chaîne, délivre au contraire à chaque coup de battue une longueur de chaîne toujours constante.

Pour l'enroulement du tissu le métier Saxon avait tantôt un régulateur négatif, tantôt un régulateur positif.

Les planches de l'atlas donnent la vue du métier Saxon grande largeur, arbre à vilbrequin, chasse-navette à ressorts : du côté de la commande et du côté opposé.

La planche de l'atlas, métier construit par V^e Mathieu Snoëck montre le mouvement des lames, partie du mouvement des boîtes à navettes, frein appliqué à l'ensouple de chaîne.

Jusqu'à ce jour pour ce genre de machines, la France il faut bien l'avouer, était tributaire de l'étranger, depuis surtout qu'une fabrication de plus en plus

compliquée nécessitait un matériel de jour en jour plus perfectionné. Plusieurs maisons, notamment la maison Mercier de Louviers, actuellement disparue avaient tenté de combler cette lacune, mais pour des causes diverses avaient été obligées d'abandonner cette construction.

Aussi jusqu'à présent tous nos fabricants français étaient-ils forcés de s'adresser, soit à des maisons allemandes telles que Schoënheer ou Hartmann, soit à des maisons belges telles que la Société Verviétoise ou V^e Mathieu Snoëck.

Aussi devons nous féliciter M. J. Grün d'avoir su conserver à la France cette branche importante de l'Industrie. Le métier exposé se recommande par sa robuste construction, sa disposition très commode pour le travail de l'ouvrier, et quelques simplifications dans les organes.

Métier à tisser (système Sibut aîné, d'Amiens)

Nous croyons devoir donner une description succincte de ce métier, curieux surtout au point de vue de tous les organes nouveaux qu'il renferme. L'inventeur paraît, en effet, n'avoir voulu emprunter aux machines existantes aucun de leurs agents mécaniques. Pour pouvoir le juger il faudrait la sanction de la pratique.

La machine exposée se compose de deux métiers accouplés bout à bout : d'un côté un métier à une navette avec mouvement des lisses par plateau à axe vertical, de l'autre un métier à plusieurs navettes (type revolver) et transmission du mouvement aux lisses par cylindre à axe horizontal. Les deux moitiés sont commandées par le même arbre portant volant, poulies fixe et folle. La courroie n'est dégrenée que quand on veut mettre tout l'ensemble au repos. Les arrêts pour chaque métier se font au moyen de dispositifs particuliers que nous décrirons successivement.

La planche 9-10 donne les élévations, plan et détails de machine.

I. — BATTANT

Le battant proprement dit comprenant les boîtes à navettes, le peigne, et les accessoires est fixé à chaque bout à une tringle T (voir plan et détails) glissant dans deux douilles-guide fixées au bâtis. Le battant se meut donc dans un plan horizontal, au lieu de décrire comme à l'ordinaire, une surface cylindrique.

Le mouvement de va-et-vient lui est donné par un arbre vertical actionné par l'arbre moteur du métier au moyen d'une paire de roue d'angle. Cet arbre vertical reçoit à son extrémité supérieure un plateau portant un bouton d'excentrique, qui, par un coulisseau, actionne une glissière horizontale aux deux extrémités de laquelle sont boulonnés des bras saisissants les tringles T au moyen des douilles U. Tant que la douille U sera fixée à la tige T le mouvement du battant aura lieu.

Un dispositif permet l'arrêt instantané du métier, sans avoir besoin d'agir sur la courroie : soit sous l'action du casse-trame soit sous la main de l'ouvrier, en dégageant une goupille V, ce qui permet à la douille U de glisser sur la tige T sans l'entraîner dans son mouvement.

II. — CHASSE-NAVETTE

Dans ce métier les fouets sont supprimés et remplacés par un mouvement particulier dit chasse-navette.

Sous chaque boîte du battant se trouve placé l'appareil de lancement de la navette, il consiste :

En un tube cylindrique (fig. 6) α solidement fixé en dessous du battant, en un second tube mobile, dit tube de chasse, qui peut glisser librement dans l'intérieur du premier α . Il porte en dessus un appendice en forme de T, sur lequel est fixé un taquet L. Il peut faire une certaine course en glissant horizontalement dans une ouverture pratiquée à la partie supérieure du tube fixe, ouverture qui guide la pièce L. En dessous il porte un mentonnet B.

Un petit arbre δ N est placé dans l'axe des tubes. Il peut tourner dans une longue douille fixée au battant et porte une embase ou renflement C tourné au diamètre intérieur du tube de chasse : à son extrémité δ il reçoit une roue à étoile. Dans l'intérieur du tube mobile est logé un fort ressort à boudin, disposé pour agir en poussant, qui vient s'appuyer d'un bout contre le renflement C et de l'autre contre le fond du tube de chasse. Une vis taraudé dans le fond du tube mobile permet de régler la tension du ressort.

L'embase C porte 2 ou 4 rainures équidistantes et le tube de chasse porte à son pourtour extérieur 2 ou 4 ergots saillants pouvant passer librement dans les rainures.

Si le mentonnet B est poussé de droite à gauche les ergots se trouvent vis-à-vis des entailles de C, le ressort à boudin va se trouver comprimé jusqu'à ce que les ergots aient dépassé le renflement, si en ce moment la roue à étoiles fait une fraction de tour, le ressort à boudin n'étant plus comprimé, les ergots viendront reposer sur le bord externe de l'embase : si, en ce moment, la navette est appuyée sur le taquet et que la roue à étoiles décrive un mouvement tel que les ergots se trouvent en face de vides, le ressort à boudin va se trouver libre et agissant brusquement sur le fond du tube de chasse, le taquet recevant le mouvement de ce dernier va opérer le lancement de la navette. Celle-ci arrive au bout opposé du battant sera renvoyée par un mouvement identique.

A chaque mouvement de va-et-vient du battant l'une des pointes du haut de l'étoile et une des pointes du bas viennent alternativement rencontrer un butoir de position variable, et l'étoile tourne de la quantité nécessaire pour que la détente du ressort puisse se produire.

Le tube de chasse est, après chaque départ de navette, ramené à sa position initiale par un système de leviers, marchant avec le battant et actionné, à chaque départ de celui-ci en avant, par un galet fixé sur le bâtis du métier ; en même temps le mécanisme fait tourner l'étoile de manière à placer les ergots dans la position qui maintient fixe le tube mobile (fig. 6).

Ce mécanisme de chasse-navette permet de réduire la longueur du battant et par suite la place occupée par le métier.

III. — MÉCANISME DES LISSES

Les lisses sont montées dans des cadres rectangulaires en fer, au moyen de boutons afin d'en rendre le montage et le démontage faciles. Ces cadres, qui se meuvent dans des rainures verticales portées à l'intérieur du bâtis du métier sont fixées sur des leviers A dits porte-lames. Dans la machine que nous décrivons il y a 10 lames.

Le mouvement de montée et de descente des lisses, mouvement qui produit l'ouverture des fils de chaîne nécessaires au passage de la navette, est opéré par une disposition toute nouvelle.

Sur le sol se trouve un plateau horizontal E recevant un certain mouvement de rotation, déterminé suivant l'armure ; ce plateau porte sur sa surface une série de mortaises concentriques dans lesquelles on peut loger des pièces dites *comes* de deux hauteurs, des hautes et des basses D. Ce sont des comes qui produisent le mouvement des lisses. Afin de diminuer la hauteur de ces pièces, elles n'agissent sur les lames que par l'intermédiaire du levier F dont le centre d'oscillation est en H. Les longueurs des bras de leviers sont calculées pour produire aux lisses la course voulue. Un ressort agit pour faire retomber le levier d'une came haute sur la came basse suivante.

Les pièces en fonte brute dites comes se placent et se déplacent à la main, donnant ainsi, la plus grande facilité de changement de disposition de tissu au fur et à mesure du tissage, sans démontage de lisses ni d'ensouple.

Dans le cas où l'article à fabriquer n'exige pas l'emploi de toutes les lames portées par le métier, une disposition particulière permet d'immobiliser les lames inutiles, en tenant relevé les leviers F, par un accrocheur K ce qui les met hors d'atteinte des comes.

Dans l'autre moitié du métier, le mouvement est donné aux lisses par un tambour à axe horizontal : suivant le principe que nous venons de décrire.

Le plateau porte-came ED, est fou sur son arbre. Au-dessus est fixé une roue à crochet *d* à fine denture. Un bras de levier *e*, dont le centre d'oscillation est sur le plateau E, porte à son extrémité une partie C taillée à denture intérieure identique à celle de *d*, *e* étant engrené dans *d*, le plateau sera entraîné dans le mouvement de l'arbre : si le levier *e* est relevé le plateau E sera au repos.

Le levier *e* porte un prolongement qui vient passer au-dessus de l'arbre : ce prolongement est relié au mouvement de marche et d'arrêt du battant, de manière à rendre solidaire ces deux organes.

Dans le cas du cylindre à cames, à axe horizontal, un manchon denté et une fourchette donnent la mise en marche et le repos, par suite de la liaison de ces organes avec le battant.

IV. — ENSOUPLE

Dans ce métier l'ensouple est placé en dessus du bâtis derrière le remise, et le porte-fils en arrière en dessous de ce rouleau.

L'arbre de l'ensouple est prolongé en dehors et reçoit un tambour, à jones, claveté sur lui. Le frein se compose d'une courroie enroulée en hélice et faisant deux tours sur le tambour. Chaque bout de courroie est serrée par une pince à queue fileté, l'une et l'autre traversent une oreille venue au bâtis. Un écrou agissant sur la partie taraudée vient comprimer un ressort à boudin s'appuyant contre l'oreille. On peut par ce moyen régler l'énergie de la friction et obtenir un déroulement de chaîne en rapport avec l'enroulement du tissu.

V. — ENROULEMENT DU TISSU

L'étoffe passe sur un rouleau, qui suit son mouvement, et qui remplace la poitrinière, puis vient s'enrouler sur un cylindre qui reçoit un mouvement particulier.

Sur l'axe du rouleau de toile est fixée une roue d'engrenage (4), engrenant avec un pignon (3) porté par un tourillon, sur lequel est fixée une grande roue à rochet *s* en acier et à fine denture. Un cliquet de retenu (2) empêche le mouvement de détour. Le rochet est actionné par un cliquet élastique *D* (disposé pour glisser sur les dents dans un sens) porté par une tringle qui glisse horizontalement dans les trous des deux oreilles fixées au bâtis. Cette tringle porte un galet *E* en contact avec le balancier *b* mû par le battant du métier. Le battant, à chacun de ses coups en avant, vient heurter par une touche *B* la broche à ressort *A*, disposée à glissement libre dans la tête du levier *b*, ce dernier cède à l'impulsion du battant et ramène avec lui le cliquet *D*. Le battant en s'en retournant laisse agir le ressort de rappel *F*, enroulé autour de la tige et fait faire une fraction de tour au rochet (1), et par suite enroule la partie libre du tissu. Si cependant la tension de l'étoffe se refuse à l'enroulement, pendant un ou plusieurs coups du battant, le ressort *F* demeure sans action et tout l'appareil d'enroulage reste immobile jusqu'à ce qu'une nouvelle quantité étant fabriquée le ressort puisse agir.

Métiers à fabriquer les tapis

Les machines fabriquant ces articles à l'Exposition prouvent qu'il est possible de remplacer l'ancien métier à bras par le métier mécanique : elles sont munies de la mécanique Jacquart, et emploient un certain nombre de chaînes superposées dont les fils sont de couleurs et de natures différentes. Leur remettage dérive du remettage sinueux, armure employée pour la gaze.

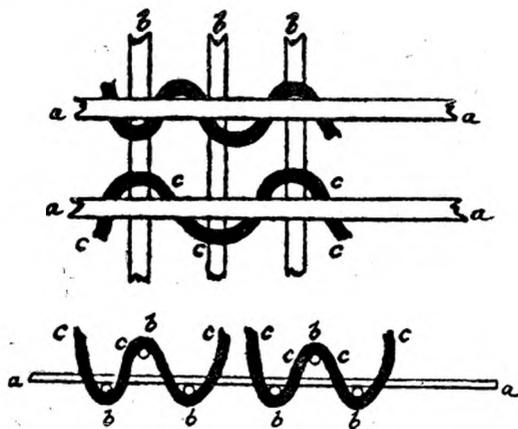
MÉTIER DUQUESNE (PARIS)

M. Duquesne exposait un métier pour la fabrication du tapis qu'il nomme tapis parisien, alliant à la solidité du tapis d'Orient le bas prix relatif des moquettes.

Un bulletin de la Société d'encouragement par l'industrie nationale renferme un remarquable rapport sur cette machine, rapport fait par M. Ed. Simon.

D'après l'aimable autorisation de l'auteur, nous donnons ci-dessous une partie de son travail.

Dans la moquette, les fils de la surface veloutée sont simplement achevalés sur une sorte de canevas grossier, apparent à l'envers du tapis. La rapidité et l'économie de la fabrication se trouvent en partie annulées par le défaut de solidité et de moelleux de l'étoffe.



En vue d'éviter le glissement, l'arrachement des boucles et d'envelopper le canevas, le *soubassement* du tapis, à l'envers aussi bien qu'à l'endroit, M. Du-

quesne a recourt au mode d'entrelacement de la gaze. Si l'on décompose un *tapis parisien* de nuance unie, on reconnaît que le fond du tissu comporte deux chaînes végétales (lin, chanvre ou coton) dont l'une est rectiligne, dont l'autre est sinueuse et serpente autour de la première, tantôt de gauche à droite, tantôt de droite à gauche. Ces enlacements alternatifs sont fixés par une trame dite *de liage* (de même nature que les chaînes). Le poil qui, dans le cas particulier est en laine, évolue comme chaîne de tour végétale, mais inversement.

Les deux figures ci-dessus montrent en plan et en élévation le cheminement des fils. Après avoir passé à gauche et en dessous de la chaîne rectiligne *a, a, a...* puis en dessous de la chaîne de liage ou de tour *d, d...* la laine *c, c...* contourne en dessus les trames *b, b* pour revenir à droite et en dessus des chaînes *a, a... d, d...* au niveau de la coupe, le poil forme de chaque côté des duites *b, b*, deux pompons épanouis qui recouvrent et masquent l'endroit du canevas enveloppé à l'envers, comme l'indique la figure en élévation.

L'application de l'armure gaze au tissage des tapis veloutés n'eût peut être pas suffi à constituer l'originalité de l'invention, si M. Duquesne n'avait trouvé des moyens particuliers pour la réaliser. Les difficultés ont, en effet, surgi avec la mise en pratique de l'idée première. Les harnais dits à *culotte*, utilisés dans le tissage de la gaze de soie, étaient absolument insuffisants avec des fils épais, duveteux, difficiles à manœuvrer, il fallut imaginer des engins spéciaux.

Il a été expliqué comment les éléments longitudinaux du tapis parisien se répartissent en trois groupes de fils : une chaîne rectiligne, une chaîne de liage sinueuse et une chaîne de poil, la chaîne droite se déroule horizontalement et passe à travers les dents d'un peigne fixe, qui régularise les intervalles des fils avant leur arrivée au battant, les fils de la seconde chaîne traversent également le peigne fixe, mais au préalable, s'engagent un à un dans des chas ménagés à l'extrémité supérieure d'une rangée d'aiguilles verticales ; ces aiguilles, en métal, sont implantées, vers le bas, dans une traverse qui, sous l'impulsion d'une pédale et de transmissions de mouvements appropriées, reçoit, aux moments voulus, un double déplacement ascensionnel et latéral ; la traverse porte-aiguille fonctionne en arrière du peigne fixe, en avant, un second porte-aiguille, entièrement comparable au précédent, actionné de la même manière, mais en sens inverse, reçoit les fils de laine. La chaîne de liage et la chaîne de laine viennent donc, à tour de rôle, passer en-dessus et en-dessous de la trame, tantôt à droite tantôt à gauche de la chaîne rectiligne.

Ainsi disposé, le métier se prête à la fabrication des tapis de nuances unies comme au tissage des tapis à fils de laine multicolores. Toutefois, pour réaliser certains effets décoratifs, il devenait nécessaire de faire usage, non plus d'une chaîne de poil unique, mais de plusieurs nappes de fils diversement teintés et exactement superposées, dans lesquelles la mécanique Jacquart put prendre des

nombres variables d'éléments ; il était indispensable aussi que les fils laissés au repos par les crochets de la mécanique et situés dans un même plan vertical évoluassent comme un seul fil autour du canevas. La difficulté a été heureusement et simplement résolue en allongeant l'œil de l'aiguille primitive de la quantité nécessaire : 1° au logement des fils superposés ; 2° à la levée produite par la Jacquart.

LÉGENDE DE LA PLANCHE

Figure 1 Coupe longitudinale du métier en élévation.

Figure 2 Coupe transversale.

Figures 3 et 4 Détail d'une bobine de la chaîne de poil.

Figures 5 et 6 Élévation et plan du mécanisme de commande du porte-aiguilles.

A Ensouple de la chaîne rectiligne.

A¹ Chaîne rectiligne.

A² Rateau fixé à l'arrière du bâti pour paralléliser les fils A¹.

A³ Bagnette de tension métallique.

B Ensouple de la chaîne de liage.

B¹ Chaîne de liage.

B² B³ Tringles d'envergures. — B³ Rouleau de tension.

a, a Aiguilles percées d'un œil à l'extrémité supérieure.

b Porte-aiguille postérieur. — *c* peigne fixe, dit guideur.

C, C, C Chaîne de poil (laine) en fils de diverses couleurs.

*c*¹, *c*¹, *c*¹ bagnette de guidage de la chaîne C, C, C.

*c*², *c*², *c*² Perles ou maillons des fils de tire de la mécanique Jacquart, traversés par les fils de chaîne de poil.

D Cantre ou râtelier.

*a*₁, *a*₁ Aiguilles percées d'un chas allongé pour le passage des fils de laine superposés.

b' Porte-aiguille antérieur.

e Levier à pédale ou marche, actionnant l'arbre *f* à l'aide de la chaîne métallique *g*, et déterminant l'ascension du porte-aiguilles *b*, par l'intermédiaire de cet arbre *f*, des chaînes *k* et des poulies de renvoi *h*.

e' Marche actionnant, par l'intermédiaire de la chaîne *g*' , l'arbre *f*' , qui commande *b* (par les poulies *f*' , *f*' , les chaînes *h*' , *h*' et les galets *h*'), et produisant l'ascension du porte-aiguille antérieur, soit au niveau précédemment atteint par *b*, soit au double de cette hauteur.

e'' Marche reliée à la Jacquart par la corde F (fig. 1).

m Arbre horizontal supportant les mécanismes qui déterminent les déplacements alternatifs, de droite à gauche, de *b* et *b*' (fig. 6).

o, p Roue à rochet et came octogonale, folles toutes deux, et reliées entre elles

de telle sorte que, lors du mouvement ascensionnel de la traverse *b* du porte-aiguilles, le goujon *s*, glissant dans la coulisse *y*, soulève le cliquet *v*, laisse échapper une dent du rochet et tourner d'un huitième la came *p*. Dans cette évolution, la came porte en bout contre la traverse *b* et repousse le porte-aiguilles vers la gauche. La pédale devenant libre, le porte-aiguilles retombe au bas de sa course : un ressort *v* ramène le porte-aiguilles de gauche à droite, tandis que, vers l'autre extrémité de *b*, le volet *n*, refoulé par le ressort *z*, empêche tout déplacement de la came *o*.

o', p', r', s', y' Pièces semblables à *o, p, r, s, y* agissant sur *b'*, la coulisse *y'* est prolongée pour se prêter aux oscillations d'amplitude variable du porte-aiguilles *b'*.

H — H Bobines de poil ou roquetins. — I. I. NN friction, règlent le déroulement de la chaîne.

M, M Tringlettes de tension. — L, L contre poids. — O Peigne du battant. — P rouleau d'appel du tissu. — R ensouple du tissu.

MM. Sallandrouze frères, d'Aubusson, exposent un métier à tisser mécaniquement les tapis, avec imitation du point noué d'Orient.

Le principe du travail est l'analogie du principe précédent, mais avec une beaucoup plus grande complication.

En effet, il y a deux groupes de fils de chaîne, un de trois, et à côté un groupe de quatre fils de chaîne s'entrecroisant entre eux. Ces sept fils de chaîne reçoivent trois trames passées dans un ordre déterminé par le dessin à obtenir.

Les fils de poil sont introduits entre les fils de chaîne, formant canevas, au moyen de tubes fixés sur un cadre mobile, qui les amènent et les font pénétrer entre les fils de chaîne, par suite d'un mouvement latéral analogue au remettage Sineux.

La coupe du poil a lieu sur le métier même.

La maison G. Hodgson, de Bradfort, a exposé une série de métiers à tisser, dans laquelle nous citerons :

Un métier à une navette, peigne fixe ou mobile, pour tissus coton, laine ou soie : la largeur pouvait aller jusqu'à 2^m,85.

Un métier Revolver pour six navettes.

Plusieurs métiers pour le lasting, le drap — machines dérivées du type Crompton.

Toutes ces machines, construites avec le plus grand soin, et même avec un certain luxe, étaient aménagées pour rendre le travail de l'ouvrier très facile et pour arriver à une grande production, la grande solidité des organes permettant d'atteindre les vitesses extrêmes.

QUATRIÈME PARTIE

MATÉRIEL des APPRÊTS et de la TEINTURE

Les apprêts, qui ont pour but de donner un caractère particulier à certains tissus et à toutes les étoffes en général, un aspect aussi avantageux que la nature du textile employé le permet, ont une grande importance pour la vente : aussi cette branche de la fabrication a-t-elle pris une grande extension.

Les procédés employés varient suivant qu'on a à traiter une matière animale ou une matière végétale ou bien une combinaison de ces deux substances.

Nous avons, par suite, deux moyens d'apprêtage, un pour ainsi dire chimique et l'autre mécanique.

En général, l'outillage employé a peu varié comme principe. Nous trouvons le matériel exposé dans cinq ou six classes différentes et le nombre d'appareils présentés est tellement grand que nous nous bornerons à citer les installations les plus complètes et offrant quelque intérêt au point de vue de la nouveauté notamment :

Société anonyme Verviétoise (Verviers).

Société alsacienne B. M. G.

Exposition Grosselin père et fils (Sedan).

» *V^o Mathieu Snœck (Ensival-Verviers).*

» *Kauder et frères, Philadelphie (Etats-Unis).*

Société Verviétoise

Cette Société expose tout un matériel d'apprêts parmi lequel nous signalerons :

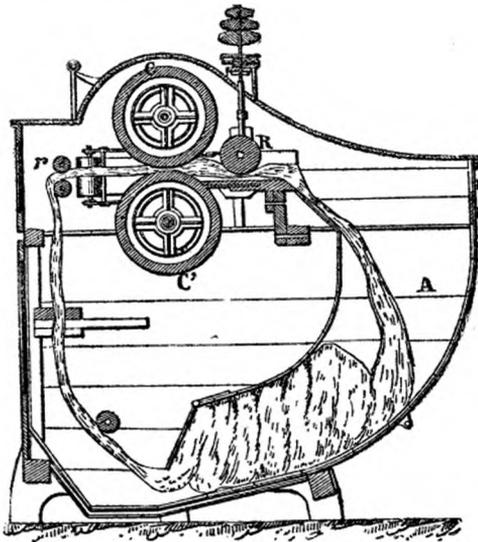
**I. — UNE MACHINE A FOULER LES DRAPS
ET LES ÉTOFFES DE LAINE**

Ces machines sont à pression progressive et élastique, par le moyen de ressorts remplaçant les leviers à poids mobiles. Leurs deux cylindres sont garnis de douves en bois, avec joues en bronze pour le cylindre inférieur ; ils ont la largeur nécessaire pour fouler 1, 2 ou 3 pièces de tissus, selon le genre et l'épaisseur de ceux-ci.

A la sortie des appareils feutreurs, le tissu tombe dans un conduit à double fond dans lequel il glisse en se massant : par là, la chaleur est conservée, le feutrage s'opère mieux et il ne se forme pas de nœuds dans l'étoffe.

Un cadre à 1, 2 ou 3 compartiments sépare continuellement les pièces avant leur réunion entre les cylindres et les autres organes feutreurs.

Ce genre de foulerie convient pour tous les genres de tissus en laine, depuis les flanelles jusqu'aux gros draps militaires.



Le croquis ci-dessus montre la coupe de l'appareil.

c c', rouleaux feutreurs.

r, R, rouleaux d'appel.

A, conduit.

Ce genre de machine se construit sur six modèles différents : pour travailler depuis une jusqu'à six pièces minces ou trois pièces de drap militaire.

II. — MACHINE A RAMER

En sortant de l'essoreuse, le tissu contient encore une certaine quantité d'eau qu'il faut extraire par l'évaporation. Cet effet s'obtient en même temps que l'élargissement et la mise à longueur par les machines dites à ramer.

Ces machines sont à parcours horizontaux et sont disposées de manière à ne pas altérer l'étoffe par un séchage trop brusque.

L'air est chauffé, soit au moyen d'une chaufferie à vapeur semblable à une chaudière tubulaire, ou bien par une chaufferie composée de petits tuyaux en fer étiré formant serpentín entre le parcours du tissu. L'air humide est aspiré par un ventilateur qui l'expulse de la chambre close de la machine.

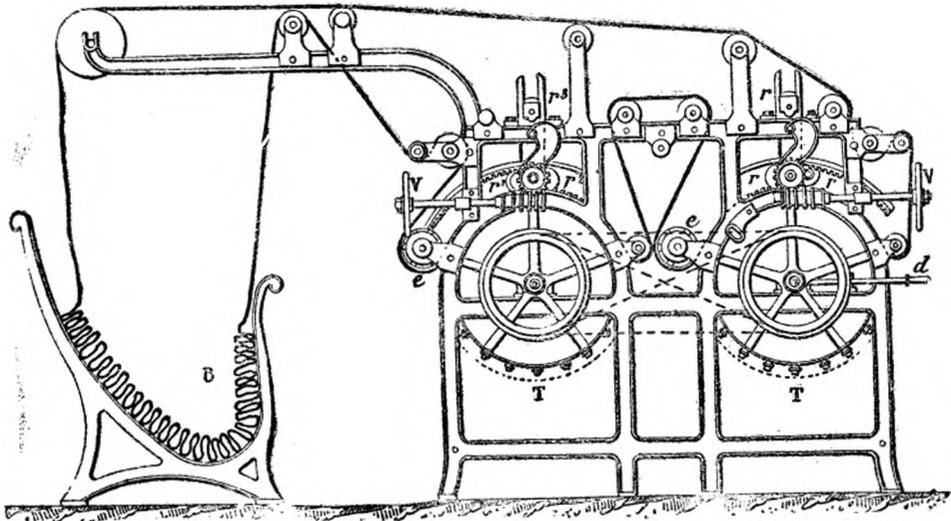
Tout le mécanisme est facilement accessible pour le graissage et l'entretien.

III. -- MACHINE A LAINER OU A GARNIR

Cette machine a pour but, comme son nom l'indique, d'extraire le duvet du tissu et de l'en garnir.

A la pratique longue et coûteuse du travail opéré à la main, au moyen d'une planchette à manche recouverte de chardons naturels, est venu se substituer peu à peu le travail mécanique. Le remplacement du chardon végétal par la garniture métallique a encore amené une grande simplification dans les appareils et a permis d'arriver à de très fortes productions relatives.

Les machines à lainer de la Société verriétoise sont à un ou deux tambours. Les dernières permettent de faire toucher le tissu dans deux parties de chaque tambour (disposé pour 20 cadres à chardons) cette double touche augmente fortement la somme du travail.



L'un des tambours tourne toujours dans un sens et commande l'autre tambour, lequel tourne à volonté, soit dans un sens, soit dans l'autre. On obtient ainsi, par la simple transposition d'une courroie, le lainage à poil seulement ou à poil et contrepoil simultanément.

Les laineuses à double touche à chaque tambour sont munis d'appareils élargisseurs, placés de telle sorte que le tissu est travaillé par les chardons quand il est le plus tendu dans sa largeur. Cette disposition permet de remédier aux défauts connus sous le nom de ribots et de plis de foulage.

Le dernier perfectionnement apporté à ces machines à marche continue, consiste à donner au tissu une tension longitudinale rigoureusement constante, même pendant le changement de la surface des touches sur les tambours.

Le croquis ci-dessus montre la disposition de la lainerie double.

La disposition de marche du tissu au-dessus des tambours est préférable, parce qu'elle est réglée de façon à ce qu'on puisse .

N'employer qu'un ouvrier pour la surveillance de la machine ;

Vérifier pendant le travail l'effet produit par l'action des chardons et l'état du tissu ;

Remplacer rapidement les cadres à chardons sans toucher au tissu ;

N'avoir jamais de débris de chardon en contact avec le tissu, inconvénient qui se produit quand celui-ci marche par dessous.

IV. — MACHINES A TONDRE LES TISSUS

Les tondeuses sont longitudinales pour effectuer le tondage complet des draps et tissus de laine en tous genres, nouveautés, etc. Une est disposée pour tondre simultanément l'envers et l'endroit du tissu.

Les tondeuses transversales ou finisseuses s'emploient principalement pour achever la tonte de la draperie fine.

Toutes ces machines construites très solidement, ne présentent pas de dispositions nouvelles.

Matériel pour les apprêts de tissus de MM. Gosselin père et fils

L'installation de MM. Gosselin est des plus intéressantes tant par le nombre de machines présentées que par les nombreux perfectionnements qu'elles offrent. Nous remarquons :

I. — LAINEUSES

Un assortiment de laineuses comprenant :

Une laineuse à 14 travailleurs à énergie variable, construite en un mètre de largeur utile ; c'est le type courant, le plus généralement employé dans l'indus-

trie des apprêts. Elle s'applique à tous les tissus de laine et de coton. L'énergie des cardes se règle à volonté suivant la nature des articles à traiter ; tous les tissus, les plus forts comme les plus légers se garnissent avec une grande rapidité. Des croissillons, à graissage centrale, assurent la lubrification de tous les axes des travailleurs.

Une laineuse, du même système que la précédente, construite en 1^m,80 de largeur utile.

La planche de l'atlas donne une vue de la machine disposée pour lainer deux pièces à la fois. La vitesse d'entraînement de la pièce est variable au moyen de deux cônes à degrés $C_1 C_2$ qui commandent les rouleaux d'appel ; ces derniers sont entièrement métalliques et garnis de tôle perforée qui maintiennent le tissu et empêchent le rétrécissement. Un chauffage tournant T est appliqué en avant de la machine. A la sortie deux brosses recouchent le duvet et débarrassent l'étoffe de toute impureté ; un dispositif particulier opère les repliages de pièces.

Une même machine dans laquelle l'action des cardes est réglée au moyen de freins qui enrayent plus ou moins la rotation des travailleurs.

Une laineuse du même système, dans laquelle le tambour, tout en tournant toujours dans le même sens, laine à la fois à poil et à contrepoil.

Enfin, la laineuse système *F. Martinot*. Cette machine est trop connue pour que nous en donnions la description. Le modèle présenté par MM. Grosselin se distingue par sa bonne et solide construction ; il est à 4 ou 8 travailleurs. L'énergie des cardes peut être variée par le changement d'un pignon. Un encliquetage permet de rendre, instantanément, les travailleurs libres et de supprimer leur action.

II. — TONDEUSES

A la suite se trouve une série de tondeuses, d'une construction simple et robuste, dont les prix d'acquisition sont remarquablement bas.

Ces machines ont un déboureur automatique qui nettoie constamment les porte-lames. Les cylindres s'écartent des lames femelles, quand les tables basculent, ce qui supprime tout risque d'avaries au passage des coutures.

III. — FOULEUSES

Le foulage des étoffes s'opère de deux manières : soit par cylindre à pression soit par maillets.

La fouleuse à deux cylindres (grand modèle), s'applique au traitement des draps et des articles légers. Les cylindres sont en caoutchouc durci. L'expérience a prouvé que ces rouleaux, après un fonctionnement de plusieurs années, étaient encore parfaitement ronds et unis, leur durée compense donc largement la

dépense première : le produit obtenu est bien supérieur à celui des cylindres à douves en bois qui se déforment et s'usent irrégulièrement.

Un compteur permet de vérifier la longueur des pièces sans les sortir de l'appareil et sans arrêter la machine.

FOULEUSE A DEUX MAILLETS LIBRES

Cette fouleuse est appelée à remplacer les anciennes fouleuses, dont les maillets soulevés par des cames retombaient de leur propre poids sur le tissu. La vitesse de ces anciennes machines était très limitée et par suite la production très restreinte.

Le système de suspension des maillets par ressorts pneumatiques, analogues à ceux employés dans les marteaux-pilons, permet de donner, pour ainsi dire, un nombre illimité de coups. L'expérience a démontré qu'une vitesse de 250 à 300 coups de maillets à la minute, était dans les meilleures conditions pour le foulage des étoffes ordinaires.

FOULEUSE A TROIS MAILLETS A MARCHE SYMÉTRIQUE

Le but de cette nouvelle fouleuse est d'éviter l'enchevêtrement des pièces dans le bassin. Les deux maillets latéraux alternent avec celui du milieu, dont la largeur correspond à peu près à celle des deux autres réunis. Il résulte de cette disposition que les pièces ne se dérangent pas pendant l'opération et que les brins ne s'enchevêtrent pas l'un dans l'autre, le foulage est donc plus rapide et plus régulier.

Dans toutes ces fouleuses, la partie antérieure de la fonçure ou bassin est mobile, elle peut se fermer à volonté suivant le plus ou moins de volume des pièces à traiter, elle s'ouvre en dehors, à angle droit, pour retirer les pièces après l'opération.

IV. — MACHINE A ÉPEUTIR

Dans cette machine, destinée à faire disparaître les nœuds et boutons de la surface des tissus, l'emploi de lames de scie pouvant s'affûter facilement, offre un grand avantage sur les autres systèmes. Elle s'applique à tous les tissus de coton, lin, soie, laine cardée ou peignée.

Pour obtenir un bon travail dans les machines à lainer il est de la plus grande importance d'avoir les garnitures de carde des travailleurs présentant une pointe fine et bien aigüe. Dans l'aiguillage ordinaire, par meules, cylindres cou-

verts d'émeri, etc., etc., on obtient un aplati sur l'extrémité de la dent, par suite du contact tangentiel du cylindre couvert de garniture de carde ; en outre il se produit toujours une bavure ou morfil des plus nuisibles pour le bon fonctionnement de la laineuse.

Dans le système employé par MM. Gosselin, on effile les flancs de la dent de carde et on les transforme en une pointe acérée, sans bavure ni morfil, en un mot en une véritable pointe d'aiguille.

Ce résultat est obtenu en faisant tourner deux travailleurs l'un contre l'autre, les dents de carde de l'un pénétrant légèrement dans les dents de carde de l'autre. On passe sur la surface des cardes un cuir garni d'émeri fin délayé dans l'huile, comme cela se pratique pour l'aiguisage des lames de tondeuses et en quelques minutes l'effilage des dents est produit.

Les travailleurs aiguisés par cette méthode conservent leur feu plus longtemps que les autres.

Ce système d'aiguisage est du reste appliqué, avec discernement, pour revivifier les garnitures de carde à coton, dont le travail par suite d'usure, laisse à désirer.

APPAREIL ESSOREUR OU HYDRO-EXTRACTEUR

L'essoreuse, par force centrifuge et à panier, est la machine reconnue la meilleure pour retirer mécaniquement la plus grande partie de l'eau contenue dans la laine mouillée.

La force motrice, absorbée par cet appareil, varie de 2 à 4 chevaux selon la grandeur et le nombre de révolutions du panier.

Les types exposés sont connus et ne présentent entre eux que quelques différences dans la construction et l'agencement des organes mécaniques.

Le modèle exposé par M^{me} V^{ve} Mathieu Snoeck à Ensival-Verviers est destiné à l'essorage des pièces de drap après lavage.

Le mouvement ordinaire, consistant à commander l'arbre vertical portant le panier, à la partie supérieure, par une paire de cônes formant friction, est supprimé. Le mouvement est donné, en dessous du fond de l'enveloppe, au moyen d'une large courroie.

Le panier est porté par une longue douille en fonte tournant sur une broche fixe en acier. (Disposition analogue à celle employée pour les turbines.)

Ce système offre les avantages suivants :

- 1° Il supprime la crapaudine inférieure, toujours difficile à visiter et à graisser,
- 2° Il laisse complètement libre l'ouverture du panier, qui n'est plus obstruée par l'arbre de couche et ses supports.
- 3° Il permet les vitesses extrêmes, sans trépidations ni vibrations.

DESCRIPTION DE LA MACHINE

La planche de l'atlas, fig. 1, donne la coupe de l'essoreuse, la figure 2 montre la machine en plan.

a, *a* Arbre moteur de la machine portant, les poulies P'—P'' fixe et folle, la grande poulie P commandant, au moyen des renvois π — π la poulie *p* fixe sur la douille D.

A-A Panier dont le diamètre était 0^m,800.

F Fourchette de débrayage.

B Broche en acier fixée sur le bâti inférieur.

C Crapaudine et pivot.

a Petite poulie à gorge commandant par corde la poulie O et donnant le mouvement, par roues droites, vis sans fin, leviers, etc., etc., à la fourchette F.

Quand on a déterminé, par tâtonnements, le nombre de tours de panier nécessaires pour obtenir un essorage convenable, on met le pignon de change du compteur tel que le panier ayant fait le nombre de révolutions voulue, le butoir vient agir sur la fourchette et dégrener la machine.

La Société alsacienne — B. M. G. — avait exposé comme spécimens de machines pour teinture et impressions.

Une petite machine à imprimer à deux couleurs, destinée aux essais et expériences de laboratoire.

Une grande machine à imprimer au cylindre à huit couleurs, type généralement employé pour gravure. Le tissu en sortant de l'imprimeuse passait dans une sorte de séchoir nommé *séchoir à course chaude*; dans cet appareil le séchage s'opère, par rayonnement, d'une manière progressive, l'étoffe passant vis-à-vis de plaques creuses en fonte dans lesquelles la vapeur circule.

Une *cuisine à couleurs*, composée de bassines à double fond, bassines basculantes avec agitateur mécanique

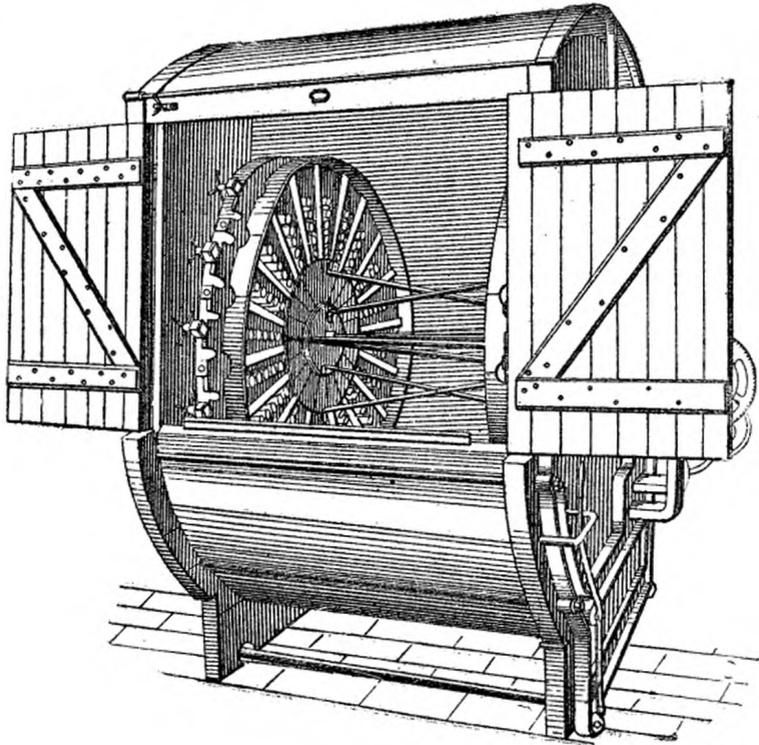
Les appareils pour teinture étaient un peu disséminés partout et n'offrait rien de bien nouveau.

Nous décrirons seulement

Appareil pour la teinture et le dégraissage des fils en échevaux et des rubans de Klauder frères, à Philadelphie

L'opération de la teinture à la main, en cuve ouverte, au moyen de bâtons, exige une grande attention de la part de l'ouvrier pour ne pas déchirer les fils ni les embrouiller. Il doit de plus éviter le contact des tubes amenant la vapeur, ce qui produit des taches.

La machine de MM. Klauer se compose d'une cage cylindrique en arrière, s'ouvrant au moyen de deux portes.



Dans l'intérieur se trouve un arbre sur lequel sont calés deux disques ou plateaux portant une série de trous dans lesquels on peut engager, obliquement à l'axe, une série de baguettes portant des échevaux. Cet axe peut recevoir un mouvement de rotation par une poulie, un train d'engrenages, une vis sans fin actionnant une roue fixée sur cet axe. Les écheveaux sont placés sur les bâtons comme dans le travail à la main. L'appareil peut recevoir 50 kilogrammes de matière. Le bain de teinture se trouve à la partie inférieure de l'appareil. Un réservoir placé en dehors et sur le côté permet, au moyen d'un robinet, d'introduire la matière colorante, à tout moment de l'opération : des tubes dans lesquels circule la vapeur, chauffent le bain de teinture.

En teignant par le procédé à la main, dans une cuve ouverte, la température ne peut guère s'élever au-dessus de 95 à 96°, tandis qu'en vase clos on peut obtenir une température de 100 à 102°, ce qui permet de faire l'opération beaucoup plus vite, 5 minutes suffisent, (suivant l'inventeur).

L'appareil est muni d'une sonnette d'alarme qui, par un mécanisme très ingén-

nieux, agit dans le cas où, soit un ou plusieurs écheveaux ne tourneraient pas, soit que les écheveaux ne seraient pas placés régulièrement sur les bâtons. Dans le cas ou par suite de rupture de fils les écheveaux viendraient à s'embrouiller les uns dans les autres l'ouvrier serait également averti par la sonnerie.

Cet appareil s'emploie aussi pour le dégraissage. L'emplacement occupé est de 3 mètres sur 1^m,50, la force employée est d'environ 1 cheval.

Notre revue, rapide et forcément incomplète, des machines exposées est terminée : nous aurions désiré entrer dans des développements plus étendus ; mais, hélas, le temps nous a manqué pour nous livrer à un examen encore plus détaillé de l'intéressant matériel de l'Industrie textile mis sous nos yeux. Qu'il nous soit permis en finissant ce travail, d'adresser nos remerciements les plus sincères à tous ceux de Messieurs les exposants qui se sont mis à notre disposition et qui, par leur concours empressé et bienveillant, ont facilité la tâche entreprise. Nous voudrions les citer tous, mais parmi eux nous retiendrons les ingénieurs et employés, des Sociétés alsacienne, Verviétoise, des établissements J. Grün, Ryo-Catteau, V^e Mathieu Snoeck, Gosselin père et fils, J.-J. Rieter.

E. DELESSARD

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
EX-DIRECTEUR DE FILATURE

LES VÉGÉTAUX TEXTILES

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. GUILLEMANT

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

MEMBRE DU JURY DES RÉCOMPENSES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889



INTRODUCTION

Les végétaux textiles sont aussi nombreux que variés, mais un très petit nombre seulement est cultivé et traité industriellement.

Si nous consultons le tableau général du commerce de la France, pour l'année 1888, nous voyons qu'à l'Exportation les tissus de laine, de soie et de bourre de soie tiennent la tête du commerce général comme importance, et qu'il entre en France pour 69 millions de francs de lin, 21 millions de francs de chanvre 341 millions de francs de laine en masse et 253 millions de francs de soie et bourre de soie. Ces chiffres suffisent à montrer l'importance de l'industrie des textiles.

Les plantes textiles cultivées en Europe sont en nombre très restreint ; citons le lin, le chanvre, la ramie, etc.

Au contraire, en Amérique et en Asie, on trouve une très grande variété de fibres, depuis le lin, le coton, le jute, le phormium tenax, la ramie, jusqu'aux plantes appartenant aux familles des palmacées, liliacées, musacées, malvacées, etc., etc.

A titre de renseignement, nous donnons ci-contre le tableau comparatif du commerce d'importation et d'exportation de la France, pendant les années 1887 et 1888, pour les principales plantes textiles.

DÉSIGNATION	IMPORTATIONS				EXPORTATIONS			
	1887		1888		1887		1888	
	Commerce général	Commerce spécial	Commerce général	Commerce spécial	Commerce général	Commerce spécial	Commerce général	Commerce spécial
Lin en tiges teillé, en étoupes et peigné, { poids.	63.928 t.	64.293 t.	85.300 t.	84.825 t.	25.317 t.	24.682 t.	21.360 t.	20.878 t.
{ valeur	52.466.000 f.	51.615.500 f.	69.650.000 f.	68.960.000 f.	14.980.000 f.	14.128.000 f.	14.370.000 f.	13.680.000 f.
Chanvre teillé, pei- gné et étoupes.. { poids.	27.700 t.	22.071 t.	25.420 t.	19.039 t.	6.868 t.	1266 t.	8.028 t.	1.020 t.
{ valeur	23.732.000 f.	17.820.000 f.	21.366.000 f.	15.688.000 f.	6.981.000 f.	1.036.000 f.	6.988.000 f.	813.000 f.
Jute en brins, teillé et peigné.. { poids.	48.841 t.	48.630 t.	42.517 t.	42.121 t.	710 t.	499 t.	2.599 t.	2.180 t.
{ valeur	19.332.000 f.	19.252.000 f.	19.241.000 t.	19.037.000 f.	317.000 f.	237.000 f.	1.270.000 f.	1.056.000 f.
Coton en laine, en feuilles cardées. { poids.	155.477 t.	154.912 t.	133.775 t.	121.774 t.	44.540 t.	33.985 t.	38.460 t.	26.570 t.
{ valeur	217.044.000 f.	203.425.300 f.	172.930.000 f.	157.735.000 t.	58.836.000 f.	44.902.000 f.	50.043.000 f.	34.587.000 f.
Phormium tenax abaca et végé- taux filamenteux non dénommés bruts et peignés { poids.	15.948 t.	15.177 t.	14.500 t.	13.019 t.	4.911 t.	4.143 t.	4.950 t.	4.080 t.
{ valeur	7.770.000 f.	7.220.000 f.	10.245.000 f.	8.760.000 t.	2.670.000 f.	2.286.000 f.	3.183.000 f.	2.661.000 f.
Jones et roseaux bruts..... { poids.	4.770 t.	4.712 t.	4.849 t.	4.738 t.	617 t.	538 t.	454 t.	334 t.
{ valeur	2.397.000 f.	2.365.000 f.	2.890.000 f.	2.817.000 f.	249.000 f.	215.000 f.	227.000 f.	167.000 f.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES PLANTES

Lorsqu'on examine au microscope une coupe transversale d'une tige de plante, on aperçoit des petites cavités à parois propres, qu'on appelle cellules. Lorsque les cellules se réunissent, le tissu qui en résulte s'appelle parenchyme ou tissu cellulaire.

Il s'établit, quelquefois, d'une cellule à l'autre, une communication par la rupture des surfaces en contact et on a alors de véritables vaisseaux, plus ou moins longs, qui forment le tissu vasculaire.

La réunion des longs vaisseaux fibreux, qu'il ne faut pas confondre avec les vaisseaux proprement dits, forme un tissu qui a reçu le nom de prosenchyme.

Les remarquables travaux de M. E. Frémy, membre de l'Académie des sciences et directeur du Muséum d'histoire naturelle, ont fixé la composition chimique des principaux éléments du squelette des végétaux.

Jusqu'à ce moment, et avec l'illustre Payen, on n'admettait qu'une seule cellulose ; les travaux de M. Frémy ont fait reconnaître qu'il existait un certain nombre de substances ayant la même composition chimique que la cellulose, mais qui présentent entre elles des différences notables. M. Frémy a donné à ces substances le nom de *corps cellulosiques* ; ils comprennent : la cellulose, la paracellulose, la métacellulose, la fibrose.

Les autres corps étudiés par M. Frémy ont reçu les noms de :

- 1° Vasculose ;
- 2° Cutose ;
- 3° Pectose et ses dérivés ;
- 4° Chlorophylle.

Enfin, on trouve encore différentes matières minérales et des corps albumineux.

Les matières cellulosiques qui constituent les cellules sont : la cellulose, la paracellulose et la métacellulose ; elles n'ont qu'un intérêt secondaire pour nous — la substance qui nous intéresse plus particulièrement constitue la fibre textile des végétaux. et a reçu le nom de *fibrose*,

Comme nous l'avons déjà dit, la fibrose ressemble beaucoup à la cellulose au point de vue chimique, mais cependant les réactifs qui modifient rapidement la cellulose agissent avec plus de lenteur sur la fibrose. Il est important de noter que la fibrose pure a la même composition chimique et les mêmes propriétés, qu'elle vienne d'un textile ou d'un autre. Elle différera seulement par les caractères physiques, la tenacité, l'aspect extérieur, etc.

La fibrose pure est celle qui se dissout entièrement dans l'acide sulfurique concentré, sans colorer la liqueur.

C'est aussi dans les procédés d'épuration et de préparation des fibres textiles qu'il faut voir la cause des différences de qualité des fibres, et c'est à la nature du ciment qui les lie entre elles et qui exige des traitements plus ou moins énergiques, qu'il faut attribuer certaines altérations du produit obtenu.

Les ciments qui relient les fibres et les cellules sont constitués par la vasculose, la cutose, la pectose et ses dérivés.

Ces différents corps ont été étudiés par M. Frémy, en collaboration partielle avec M. Urbain.

Pour obtenir des fibres pures, il suffit de faire agir sur l'écorce les agents chimiques qui désorganisent ou dissolvent ces ciments organiques.

Le ciment le plus attaquable est celui qui a pour base la pectose, et M. Frémy recommande, dans ce cas, l'emploi de la dissolution bouillante de carbonate de soude.

Si le ciment végétal est formé à la fois de pectose et de cutose, il a recours à la dissolution bouillante de soude caustique, ou d'oléate de soude fortement alcaline.

Quant à la vasculose, il faut des procédés plus énergiques, on fait usage de la dissolution bouillante de soude caustique employée sous pression, ou des bisulfites et des hypochlorites.

La durée du traitement et la force du dissolvant alcalin doivent être proportionnées à la nature et à la quantité de ciment à éliminer.

Les plantes textiles peuvent être classées comme suit, en tenant compte de la partie de la plante qui est destinée à fournir la fibre à l'industrie :

- 1^{re} classe. — Fibres extraites des tiges. { Le chanvre, le lin, la ramie, le jute, la canne à sucre, etc.
- 2^e classe. — Fibres extraites des feuilles ou des fruits. { Le Phormium tenax.
Les plantes appartenant à la famille des pal-
macées, liliacées, musacées, amaryllidées,
etc., etc.
- 3^e classe. — Fibres extraites des racines adventives. { Banan (*Ficus prolixa*, *Urostigma prolixum*).
- 4^e classe. — Fibres extraites des semences. { Le coton, les soies végétales (famille des bom-
bacées).
- C'est l'ordre que nous adopterons dans cette étude.

1^{re} Classe. — Fibres extraites des tiges

I. — LE CHANVRE

Le chanvre est cultivé dans le monde entier, et présente de nombreuses variétés.

La fibre du chanvre a la forme d'un tube muni à l'intérieur de stries longitudinales.

M. A. Renouard a trouvé comme diamètre des fibres : 0^{mm},013 à 0^{mm},052, et 5^{mm},75 à 55 millimètres comme longueur.

La tige fraîche ne contient guère que 5 % de fibre ligneuse. La composition chimique montre que cette plante renferme surtout de la chaux (26 à 26 1/2 %) et ensuite de la potasse (21 à 21 1/2 %), associées à une assez grande proportion d'acide phosphorique (environ 40 %). Il est important de procéder à l'analyse des terres et des plantes afin de déterminer la composition de l'engrais à adopter. Dans le Kentucky (Etats-Unis), on cultive le chanvre alternativement avec le trèfle, ce qui met le terrain dans des conditions favorables pour le développement de la fibre. Les détritux provenant du traitement des tiges sont brûlés et répandus sur le sol. La récolte, dans ces conditions, s'est élevée jusqu'à 2,036 kilogrammes par hectare, chez M. Hawkins.

La séparation de la fibre se fait au moyen d'une opération appelée *rouissage*.

Le rouissage s'opère de deux manières différentes :

1^o Par immersion dans l'eau courante ou stagnante ;

2^o Par l'exposition des tiges sur le sol, à l'action de la rosée.

En France, le rouissage du chanvre se fait de préférence à l'eau courante, ce qui donne des fibres blanches et belles, mais ce qui nuit considérablement à la

salubrité des eaux. En outre, les substances qui associent les tiges entre elles sont entraînées par les eaux et perdues pour la terre.

Aux Etats-Unis, on procède sur le champ même au broyage du chanvre qui est ensuite roui à la rosée. Le chanvre roui pendant l'hiver, d'après M. Charles-Richard Dodge, à qui nous empruntons ces derniers renseignements, est d'une plus belle couleur, plus brillant que celui qui est étalé en octobre. Cette culture exige un terrain riche et glaiseux.

Le chanvre roui à l'eau courante est généralement préféré par la marine, mais les nombreux inconvénients qui résultent de ce traitement ont engagé les inventeurs à rechercher un procédé plus rapide et moins malsain.

MM. Léoni et Coblenz ont proposé de faire passer les tiges de lin ou de chanvre dans une étuve convenablement séchée.

D'autres procédés, chimiques pour la plupart, ont été présentés, mais ils sont plus ou moins secrets. M. Julien Lefébure obtient la désagrégation complète des textiles, lin ou chanvre, au moyen d'une lessive qui dissout les gommages agglutinatives. Les fibres exposées par cet inventeur avaient belle apparence, mais il ne nous a pas été donné de pouvoir juger la valeur industrielle de ce procédé.

M. Masse traite aussi le chanvre sec par un procédé chimique, qui est très rapide et très simple, et qui paraît s'appuyer sur les recherches de M. Frémy, mais ce procédé est encore secret.

Le chanvre est cultivé en France presque partout, mais, principalement, dans la vallée de la Loire, de l'Isère, de la Sarthe, de la Somme, etc.

On préfère généralement les graines provenant du Piémont; en effet, les chanvres d'Italie donnent une fort belle fibre, douce et fine. Ce sont d'ailleurs les plus recherchés, et nous avons regretté vivement que l'Exposition ne nous ait montré que quelques balles de filasse. L'Italie importe en France des quantités importantes de chanvre teillé, peigné et d'étoupes. Les chiffres ci-dessous se rapportent à l'année 1888 et au commerce général.

Chanvre teillé	10.802.813 kgr.
» peigné	2.658.707
Etoupes	<u>1.917.487</u>
Total	15.379.007 kgr.

La Russie et la Pologne exportent des quantités considérables de chanvre, la qualité en est également estimée, quoique les fibres soient peu flexibles, mais elles sont de longueur égale.

M. Richard Dodge, dans son rapport sur les productions agricoles des Etats-Unis, donne le tableau suivant de la production du chanvre dans cinq Etats, depuis 1850 :

ÉTATS	1850	1860	1870	1880
Kentucky	17.787.000	35.065.000	7.777.000	4.583.000
Missouri	16.028.000	17.295.000	2.816.000	209.000
Tennessee	595.000	1.040.000	1.033.000	»
Pensylvanie	44.000	43.000	571.000	»
Illinois	»	294.000	174.000	61.000

Il y a donc une décroissance sensible et continue dans la production du chanvre qui est attribuée, par M. Dodge, au déclin de la construction des navires en Amérique, et à l'introduction de la fibre manila (*musa textiles*).

L'Exposition des États-Unis était cependant très remarquable comme fibres et comme production agricole. Les visiteurs avaient sous les yeux des échantillons, bien classés, de graines, fibres, tiges, chènevottes.

L'Autriche-Hongrie, l'Espagne produisent aussi du chanvre estimé, mais dans ce dernier pays, la préparation de la filasse laisse tant soit peu à désirer.

Le Japon avait envoyé de nombreux échantillons de chanvre qui avaient été réunis et classés par les soins du ministère de l'agriculture, ils étaient surtout remarquables par la ténacité des fibres.

II. -- LE LIN

Le lin vient incontestablement au premier rang des plantes textiles en raison de la rapidité de sa végétation, de l'abondance et de la ténacité de sa fibre, de son éclat et de son brillant.

Les fibres du lin se séparent facilement les unes des autres et de l'écorce.

La fibre, comme celle du chanvre, représente un tuyau ayant un plus ou moins grand nombre de renflements; d'après M. A. Renouard, certains lins ont les fibres courtes et creuses, variant entre 3^{mm},75 et 7 millimètres; d'autres ont les fibres longues et pleines, allant jusque 35 et 40 millimètres de longueur; le diamètre, suivant les provenances, s'étend de 0^{mm},13 à 0^{mm},25.

La culture du lin est différente, suivant qu'elle a pour but l'utilisation des fibres ou celle des graines. Les graines les plus riches en huile proviennent des pays chauds, tandis que les graines des pays froids fournissent la graine à semer et le textile.

Les fibres du lin sont réunies entre elles par une matière gommeuse, qui a été déterminée par M. Frémy, et qui est appelée pectose.

La pectose est le plus attaquant de tous les ciments qui unissent les fibres vé-

gétales, quoique insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Par contre elle s'altère facilement par l'action des acides, des bases alcalines et alcalino-terreuses.

La pectose soumise aux acides ou à l'action des ferments se change en pectine soluble dans l'eau.

On obtient rapidement la séparation de fibres soudées par la pectose, au moyen de la dissolution bouillante de carbonate de soude.

La proportion de matières fibreuses et de matières gommeuses est dans le lin la suivante :

58 % ces matières fibreuses pures
42 % de matières soluble et insolubles dans l'eau

Les analyses des tiges et des cendres ont permis de constater que la potasse seule était un indice de qualité, et, que la proportion d'acide phosphorique était presque toujours constante, quelle que soit la qualité du lin. Nous renverrons nos lecteurs aux études sur le travail des lins, publiées par M. A. Renouard fils, pour tout ce qui concerne la culture, les expériences chimiques, etc.

Indiquons brièvement l'action de certains réactifs : La teinture de garance colore la fibre en jaune orangé (Elsner); la fuschine, après une immersion dans l'ammoniaque, de 1 à 3 minutes, lui communique une belle couleur rouge (Boëtger); le bichlorure d'étain anhydre la colore en noir (Maumené), etc.

L'isolement des fibres et de la chènevotte s'obtient, comme pour le chanvre, au moyen du rouissage suivi du teillage et du peignage.

Cette première opération, qu'elle soit appliquée au chanvre ou au lin, présente toujours les mêmes inconvénients au point de vue de la salubrité et de la perte d'une partie des éléments constitutifs de la plante, lorsque le rouissage n'a pas lieu à la rosée. Les mêmes procédés de rouissage proposés pour le chanvre le sont également pour le lin, nous n'y reviendrons pas.

Les lins les plus recherchés, les meilleurs et les plus beaux proviennent du Nord de la France et des Flandres.

Des échantillons remarquables, originaires du département du Nord, ont été justement récompensés.

En Belgique, la culture et le commerce des lins continuent à progresser : d'après des renseignements officiels, la récolte, en 1873, couvrait une superficie de 14,495 hectares, et rapportait à l'agriculteur 20,720,800 francs; en 1883, la superficie couverte était de 20,435 hectares, et le rapport s'élevait à 25,135,000 francs.

Les exportations de la Belgique vers la France et l'Angleterre, qui étaient de 21,885 tonnes, se sont élevées en 1885 à 28,300 tonnes pour se fixer à 25,843 tonnes en 1887.

L'Algérie et le Portugal ont fait de grands efforts en vue de développer la culture du lin, soit pour la graine soit pour la fibre.

Signalons les produits obtenus par M. Hartog, à Mustapha.

Les lins de Hollande sont généralement moins blancs que les précédents, certains ont même une teinte bleuâtre. Le rouissage s'opère, soit dans des tourbières, soit dans des routoirs à eau jaunâtre.

La Russie cultive le lin sur une vaste échelle, le lin de Riga est particulièrement estimé. D'après M. Vilmorin, le *lin royal* et le *lin à fleur blanche* passent pour avoir une filasse qui se détériore moins que celle des autres variétés, par un léger excès de maturité, et il fait remarquer que cette particularité permet d'obtenir de la graine en assez grande quantité, sans préjudice pour le rendement en filasse.

La Russie vient en tête des importateurs de lin en France. Elle nous a envoyé en 1887 et 1888 :

	1887	1888
Lin brut en tiges vertes, sèches ou rouies.	20.220 kgr.	69 kgr.
Lin teillé.	36.462.640 kgr.	58.727.812 kgr.
Etoupes	3.131.449 kgr.	1.366.960 kgr.

Le lin aux États-Unis était cultivé, en 1870, pour sa graine et pour sa filasse; mais, depuis ces dernières années, on ne le cultive guère que pour sa graine, les demandes de filasse ayant fortement diminué. D'après M. Richard Dodge, cela tiendrait au manque d'expérience et d'unité d'action de la part des producteurs américains, aussi bien que par insuffisance ou défectuosité de la main-d'œuvre : le lin d'Amérique étant rarement préparé deux fois de suite de la même manière et, par suite, un manufacturier ne pouvant pas savoir ce qu'il achète avant d'avoir éprouvé la qualité de la marchandise sur de petits échantillons.

En outre, le lin importé est préféré parce qu'il est plus égal et plus doux que le lin indigène, et que la couleur est meilleure.

La production totale des États-Unis pendant l'année 1879 a été de 252 millions 661,000 litres de graines et 782,773 kilogrammes de fibres.

Dans l'ordre de production, les trois États qui produisent le plus de lin sont l'Ohio, New-York, l'Illinois.

L'Ohio avait produit en 1869, 8,940,312 kilogrammes de fibre; en 1877-1878 il n'en produisait plus que 3,671,647 kilogrammes; au contraire, la production de graine a augmenté considérablement, surtout dans les pays de l'Ouest. En 1869, le Kansas n'accusait que 54,718 litres de graine, et l'Iowa 3,122,472 litres. En 1877-1878 la production de ces deux États montait à 10,263,981 litres pour le premier et à 18,669,721 litres pour le second.

La Compagnie des Fibres Boyce, de New-York, avait envoyé une importante collection de lin préparé par un procédé nouveau de tige de lin non rouie, de fibre de lin non sérancé, de filasse de lin sérancé et séparé de son étoupe, etc.

Le Musée du département de l'Agriculture avait réuni une collection, fort intéressante, qui montrait les divers procédés de la manufacture du lin.

Signalons, en terminant, la remarquable exposition des fabriques d'huile de lin de Sioux City, dont il sera parlé dans une autre partie de la Revue.

Le lin est cultivé aussi avec succès dans l'Amérique du Sud, notamment dans la République Argentine qui avait envoyé surtout une remarquable collection de graines.

L'Angleterre et l'Autriche-Hongrie ne produisent pas le lin en quantité suffisante pour leur consommation. Ces deux pays importent des fibres et des graines de Riga.

Les exportations de la France sont surtout dirigées en Belgique qui a reçu, en 1888, près de 21,224 tonnes de lin en tiges brutes, vertes, roui, teillé et en étoupes.

Il y a là un échange intéressant à signaler, l'importation de Belgique en France s'élevant pendant la même année à 23,079 tonnes, dont 17,468 tonnes de lin teillé.

III. — LE JUTE

Ce nom sert à désigner différents textiles originaires de l'Inde, mais de familles différentes.

A l'origine, on entendait par jute les fibres extraites des *corchorus olitorius* et *corchorus capsularis* de la famille des Tiliacées.

Le commerce de ces fibres a pris une importance toujours croissante, ce qui a encouragé les agriculteurs de certains pays à en tenter la culture.

Aux États-Unis, on emploie le jute pour la fabrication des sacs destinés au transport du coton, des céréales, etc. En 1888, 115,163 tonnes de jute, coûtant 16,885,000 francs furent importés aux États-Unis (Documents officiels du directeur du département de l'agriculture des États-Unis).

En 1887, des essais de culture furent faits au Texas, la production moyenne de 30 livres de semence par acre a varié de 1750 à 2500 kilogrammes et M. R. Dodge fait remarquer que la production des champs indiens est rarement de 1500 kilogrammes de fibres par acre, aussi est-il convaincu de l'avenir de ce textile dans son pays.

Une difficulté cependant se présente, elle réside dans la décortication du jute.

Les fibres forment un faisceau très compact, composé d'éléments cellulaires très petits et très pointus, reliés ensemble par une sorte de gomme qui est facilement désagrégée par l'eau. Il s'ensuit que l'opération du rouissage demande une grande surveillance, afin d'arriver à une séparation convenable du tissu fibreux qui est très abondant.

Le rouissage s'opère, dans l'Inde, dans une cavité pleine d'eau que l'Indou

visite journallement. Lorsque l'écorce se détache facilement, l'Indou retire les couches de gazon qui recouvraient la cavité et détache à la main les fibres qui n'ont pas besoin d'être teillées, et sont simplement lavées à plusieurs eaux.

Aux États-Unis, on a voulu procéder au décorticage à l'aide de machines, et l'on n'a obtenu aucun résultat satisfaisant. Le prix de la main-d'œuvre ne permet pas d'opérer comme dans l'Inde.

Des échantillons de jute produit au Texas étaient cependant exposés par M. Frémy de Yorktown, ils avaient été préparés par M. Frederick Natho ; d'autres échantillons venaient de la Louisiane et du Mississippi.

Nous estimons que cette culture devrait être fortement encouragée en Indochine.

Jusqu'à ce jour, la nature irrégulière des fibres n'a pas permis d'obtenir des fils très fins, et l'on emploie le jute à la fabrication des cordages, des toiles grossières, du papier, etc.

Le réactif spécial à cette fibre est la liqueur iodée qui lui donne une belle coloration jaune, différente de celle des fibres de phormium tenax.

Nous avons reçu, en 1888, 42,500 tonnes de jute en brins, teillé ou peigné, provenant presque exclusivement de l'Angleterre et des Indes.

IV. — LA RAMIE

Depuis plus d'une vingtaine d'années déjà l'attention s'est portée sur une plante textile extrêmement remarquable par les qualités de ses fibres, je veux parler de la ramie. Des essais de culture ont été faits un peu partout, mais on s'est heurté à de grandes difficultés lorsqu'il s'est agi de séparer et d'isoler la fibre de la tige et des matières gommeuses qui l'entourent. Des cultures tentées en France il ne reste rien, ou presque rien. En Algérie, des efforts persévérants ont été faits, mais jusqu'à présent les résultats ont été négatifs et, cependant, les qualités de cette fibre sont telles qu'on ne peut se décider à en abandonner définitivement la culture, d'autant plus que les filateurs la réclament avec persistance.

Nous estimons donc qu'une étude un peu étendue sur cette plante sera de quelque intérêt pour nos lecteurs.

Etude de la ramie au point de vue botanique. — La ramie appartient à la famille des urticées, elle présente de nombreuses espèces.

1° *L'urtica tenacissima* ou ramie verte,

2° » *nivea* ou ramie blanche,

3° » *candicaus* ou ramie presque blanche,

sont les plus connues.

Ajoutons :

1° *Pipturus argenteus, propinquus* (Weddell).

2° *Villebrunia integrifolia* (Ch. Naudin, manuel de l'acclimateur) *Villebrunia frutescens*.

3° *Tonchardia latifolia* (Gaudichaud).

4° *Debregeasia bicolor, edulis* (Weddell), *hypoleuca*.

5° *Maontia paya* ou *puya* (Weddell).

et d'après M. R. Mouline signalons encore comme de bonnes espèces :

Girardiana hétérophylla (Dccaisne).

Urtica dioïca cannabina (Linné).

Laportea cremilata, canadensis, etc.

Suivant le pays où végète cette plante, elle prend les noms de :

Chù ou *tchou-ma*, en Chine.

Caloe, Kloei, à Sumatra.

Tojo, Karao, au Japon.

Gambe, aux îles Celebes.

Mukhora, rhea, inan, aux Indes occidentales.

Cay-Gai, Pâ-Mâ, en Cochinchine.

Pan, en Birmanie.

Ramée ou *rami*, en Malaisie.

Enfin, les Anglais l'important sous le nom de *China-grass* (*urtica nivea*).

Un plant de ramie blanche (1) se présente en tiges très ramifiées à la base, surtout au début de la végétation, et de hauteurs variables, suivant les climats, les espèces cultivées et l'époque de la récolte. Cette hauteur des tiges atteint 4 et 5 mètres, avec un diamètre à la base de 0^m,01 à 0^m,022.

Les feuilles, assez grandes, sont alternes ou opposées, et les fleurs unisexuées se trouvent à la naissance des feuilles (fig. 2).

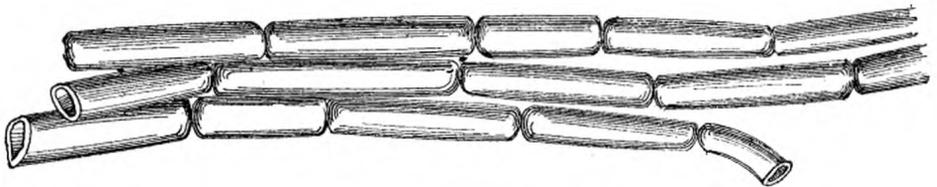


FIG. 1.

Si on fait une coupe transversale dans une jeune tige, et qu'on l'observe au microscope, on constate que la moëlle centrale est très développée, que le faisceau ligneux est disposé régulièrement autour, et que l'épiderme, de nature cellulaire, a donné naissance à des poils. En outre, d'après M. Mouline, qui s'est

1. Nous devons à la complaisance de M. Henri Lecomte les planches 1 et 3 qui suivent.

livré à une étude approfondie de cette plante, la partie interne du faisceau libéro-ligneux renferme des trachées déroulables, noyées dans un tissu cellulaire spécial qui représente l'origine du bois, et la partie externe est entièrement formée par un tissu parenchymateux assez régulier où l'on ne tarde pas à apercevoir quelques cellules à parois plus épaisses et plus réfringentes.

En coupe longitudinale ces cellules apparaissent soudées bout à bout, formant ainsi de longs tuyaux rubanés qui sont les fibres du liber (fig. 1).



FIG. 2

Pendant la période de lignification, cette structure est un peu différente. Une section transversale faite dans une tige de ramie blanche au moment de sa récolte et examinée au microscope, donne la disposition suivante (fig. 3) :

1° A la partie extérieure, l'écorce qui comprend : l'épiderme *e*, suivi immédiatement de la couche herbacée ; puis le collenchyme *c*, sorte de tissu formé de cinq à dix assises de cellules allongées suivant l'axe de la tige.

L'anneau extérieur contient encore plusieurs assises de cellules à membranes minces (*m*) confinant vers le dedans à la couche des fibres. La couche fibreuse B montre les fibres qui sont allongées parallèlement. Elles sont généralement

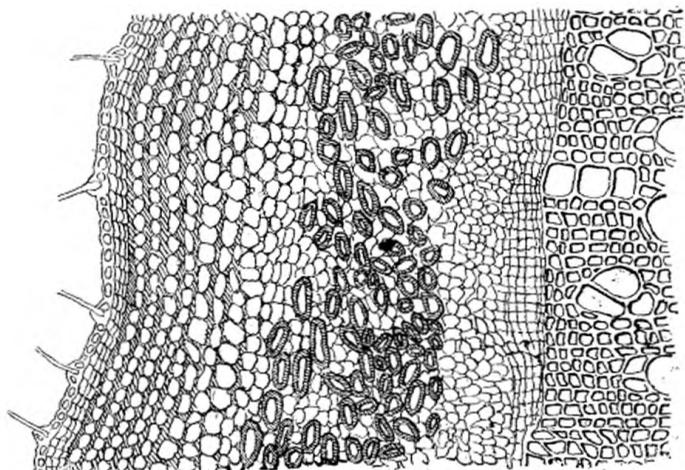


FIG. 3.

isolées et quelquefois reliées entre-elles par un tissu de cellules à membranes minces. Entre cette couche et le bois se trouvent :

2° le liber (*c*), qui est constitué par les tubes dont il a été parlé ci-dessus ;

3° (*g*) le cambium, sortes de cellules très fines et très régulièrement disposées en anneau. Les fibres du liber sont de plus en plus fines à mesure qu'elles se rapprochent du cambium. Le parenchyme libérien qui les isole contient une matière facilement décomposable.

4° La partie intérieure de la tige qui est formée des bois (*k*) renfermant la moëlle.

Culture. — Les différentes espèces de racine poussent facilement, et sans exiger de grands soins. — Mais il convient de choisir les espèces suivant la latitude de la nature du sol. — Il faut remarquer, en outre, que la production varie suivant le climat, et que, dans les pays tropicaux, on obtient un nombre de coupes bien supérieur à celui des pays tempérés.

La Société des Études scientifiques et industrielles, dont le siège est à Paris,

a fait procéder, au Jardin d'essai du Hamma, à une série d'expériences ayant pour but de rechercher le meilleur procédé de propagation de la ramie.

Ce qui suit, est la conclusion d'une note rédigée, à la suite de ces expériences, par le savant directeur du Jardin d'essai, M. Rivière. — (*L'Algérie agricole*, 15 mars 1885).

La propagation de la ramie peut se faire de différentes manières : par semis, par boutures, par rhizômes, par marcotte ou provin.

En Algérie, le procédé de multiplication, le plus rapide et le plus économique, paraît être celui par rhizômes.

La reproduction par semis peut se faire par couche chaude, sous châssis à froid, à l'air libre, à l'ombre de l'oseraie.

Dans une partie de l'Algérie, on peut faire les semis sous châssis à froid, au mois de janvier, tandis que les semis sur couche chaude peuvent être effectués dès les mois de novembre et décembre.

En France, on ne devrait mettre la graine en terre, par ce dernier procédé, qu'au mois de mars.

On commence par ameublir la terre par un labour, puis, une fois la terre bien nivelée, on la recouvre d'une couche de terreau de 5 centimètres d'épaisseur, sur laquelle on jette la graine mélangée avec de la terre légère, du terreau ou de la cendre.

Les semis à l'ombre d'arbres de haute futaie donnent des plants de belle venue, très verts et ramifiés du pied.

Ce qui convient le mieux pour faire les boutures, ce sont les têtes des tiges déjà fortes et pas trop herbacées ; on les pique très serrées par plates-bandes, à l'air libre et à mi-ombre.

Il est recommandé d'élever les rhizômes en pépinière, et de ne les mettre en place que lorsqu'ils sont assez forts et bien constitués.

Le procédé par marcotte ou provin consiste à coucher les branches dans une petite tranchée de 6 à 8 centimètres de profondeur, en laissant l'extrémité de la tige sortir du sol de 5 à 6 centimètres.

Enfin, lorsque dans un champ on aura des pieds de plusieurs années de plantation, on peut les arracher pour utiliser les rhizômes, pour faire des boutures, puis, on enlèvera, sur les côtés du pied-mère, le plus de turions possible, en ayant soin de leur laisser, si l'on peut, une partie de racine coupée du pied. — Ces pieds-mères, auxquels on aura laissé quelques tiges au centre, pourront être remis en terre, et continuer à fournir des tiges.

Le terrain favorable à la culture de la ramie est celui qui contient de l'humus, de la silice ou du sable ; le sol doit être léger, frais, sablonneux et non marécageux. Les terrains salés ne conviennent nullement, ainsi que les sols argilo-calcaires.

La ramie n'exige pas une quantité d'eau considérable ; l'irrigation doit être

faite à petites eaux, et le nombre d'arrosages réglé suivant le climat, la saison, la température, etc.

En Indo-Chine, l'irrigation ne paraît pas devoir être nécessaire.

Comme toutes les plantes à croissance rapide, si l'on veut avoir un rendement élevé, il est indispensable de rendre au sol les éléments que la ramie y puise, et les engrais liquides conviennent le mieux.

Les engrais, dont la composition se rapprochera le plus des proportions suivantes, sont surtout recommandés :

Acide phosphorique	4 à 5 pour cent.
Azote	5 à 6 »
Chaux	} 10 »
Potasse	

Rendement. — Le rendement de toute plante est essentiellement variable, suivant les conditions où elle végète. Des essais de plantation faits au Jardin du Hamma, dans des conditions exceptionnelles, ne sauraient être cités comme exemples d'une culture normale. Sous ces réserves, voici les résultats obtenus d'après M. Hardy : Une plantation d'une année, dont les tiges ont atteint une hauteur de 2 mètres, donnerait à l'hectare 60,000 kilogrammes de tiges vertes, avec leurs feuilles.

Les feuilles entrent dans ce poids pour 25,500 kilogrammes, et les tiges pour 34,500. Après dessiccation, ce poids se réduirait à 6,125 kilogrammes, correspondant à 1,750 kilogrammes de lanières.

Si l'on admet qu'on peut obtenir deux coupes semblables, le rendement d'un hectare serait de 12,250 kilogrammes de tiges sèches, et de 3,500 kilogrammes de lanières.

Nous trouvons d'autre part les résultats suivants qu'on prétend obtenir en admettant encore deux coupes par an seulement, et 100,000 boutures ou rhizômes à l'hectare. — Il est admis en effet qu'il faut planter à l'écartement de 25 à 30 centimètres en tous sens.

Le rendement de la troisième année serait de 10 tiges par rhizôme ou bouture au minimum. Les tiges vertes pesant 70 grammes, on aura par hectare 70 tonnes. — Le rendement en filasse, étant supposé de 5 %, on obtiendrait 3,500 kilogrammes de filasse.

Nous prions de remarquer combien il faut être prudent dans ces calculs, et combien il est essentiel de tenir compte de toutes les conditions climatiques et autres dans lesquelles se trouve la plante.

Le chiffre de 10 tiges peut ne pas être atteint, et ne pas dépasser 5 tiges, et le rendement peut s'abaisser à 1,000 ou 1,500 kilogrammes de filasse seulement.

Traitement de la ramie. — Les fibres du lin et du chanvre sont obtenues, ainsi que nous l'avons dit plus haut, au moyen d'un traitement appelé rouissage, suivi de l'opération appelée teillage, qui a pour but de séparer les fibres des autres parties de la tige. — Or, les tiges de ramie, soumises au rouissage, ont donné de mauvais résultats, et on y a renoncé. — On fait subir aux tiges de ramie deux opérations successives, appelées *décorticage et dégomme*. — Par la première opération, on sépare du bois les fibres sous forme de lanières; et, par la seconde, on isole les fibres de l'écorce noirâtre d'une part, et de la gomme mucilagineuse qui les soude entre elles, d'autre part.

Décorticage. — Le décorticage s'opère à la main en Chine, au Japon, etc. — Les lanières ainsi obtenues sont expédiées en Europe ou utilisées sur place.

Les chinois enlèvent la pellicule noire qui entoure la tige, au moyen d'un couteau en bambou, et ce sont ces lanières achetées par les anglais qui prennent le nom de China-Grass.

On a fait des essais de décorticage à la main en Algérie, mais le prix de revient est trop élevé.

Différentes machines ont été proposées pour décortiquer les tiges de ramie, soit en vert, soit en sec. Le principal reproche qu'on a fait à ces machines a été l'altération de la fibre par coupure, déchirement ou arrachement, c'est ainsi qu'on a pu constater que les procédés de décortication les meilleurs dont naient un faible rendement, tandis que les procédés les moins bons produisaient le plus grand poids de lanières, mais de qualité inférieure.

Signalons les machines expérimentées et construites par MM. Laberie et Berthet, Henri Hartog, Vincy, Landstheer, Haag, Death, Barbier, Lasalle, Elword, Michotte, Kaulek, John Grey, etc.

Nous ne décrirons pas ces différents systèmes dont la plus grande partie est abandonnée. Certains inventeurs avaient pris comme base de leur machine les principes sur lesquels sont établies les machines à teiller le lin. Ces machines sont compliquées, coûteuses et ne donnent aucun résultat industriel.

La machine Michotte, qui fonctionnait à l'Exposition universelle pour la première fois, est composée de quatre cylindres broyeurs, à cannelures spéciales, suivis d'un batteur et d'un contre-batteur, le tout est porté par un bâti en fonte. Cette machine décortique en vert et en sec, ce qui un avantage indiscutable. La production par heure est importante avec deux hommes seulement. Nous manquons de données sur la qualité des fibres obtenues pour nous prononcer sur la valeur de cette machine.

Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus au concours officiel du 20 septembre 1889 en présence du Jury des récompenses.

NOMS	QUANTITÉ de tiges travaillées	TEMPS employé	QUANTITÉ de lanières obtenues	OBSERVATIONS	
<i>Travail de la Ramie verte (tiges sans feuilles).</i>					
Armand Barbier	10 k.	6 minutes	1 ^k ,300	Une certaine quantité de lanières passe dans les déchets	
Favier	10 k.	4 m. 1/2	1 ^k ,882	Dans cet essai la machine a fait souvent la barbe (1) des modifications ont été apportées au réglage pour l'essai avec tiges feuillues.	
Michotte	7 k.	1 m. 1/2	1 ^k ,000	Une certaine quantité de lanières passe dans les déchets.	
De Laudstheer {	Grande machine { tiges sans feuilles... tiges avec feuilles... }	10 k.	38 sec.	10 k. 10 ^k ,600	Les 10 kilogrammes de lanières sont donnés par des tiges feuillues, mélangées à des tiges sans feuilles. Les tiges n'ont pas été effeuillées avant de passer à la machine, les lanières contiennent beaucoup de che-nevotte.
		26 36 k.	2 minutes 2'38"		
De {	Petite machine.	15 k. lanières	6' 3/4	10 ^k ,600	Lanières très belles.
Crozat	18 k.	10' cuisson 36' décort. à main 46'	5 ^k ,500	Très belles lanières, il n'en reste pas dans les déchets.	
<i>Travail de la Ramie verte (tiges feuillues).</i>					
A. Barbier	26 k.	10'10"	1,200	mêmes que précédemment.	
Favier	10,350	2' 1/2	2,600	Très belles lanières. — L'ouvrier qui alimentait la machine effeuillait à la main au fur et à mesure qu'il passait les tiges.	
	50 k. avec et sans feuilles }	15' 1/2	15,500		
Michotte	17 ^k ,400	2 1/2	6,000	mêmes que précédemment.	
De Laudstheer {	Grande machine.	46 k.	11' 1/2	15,000	Lanières boiseuses, ces 15 kilogrammes ont été passés à la petite machine (Voir tableau précédent). Très belles lanières.
		tiges à moitié vertes }	10'	6 ^k ,500	
De Laudstheer {	Petite machine.	24 ^k ,400			

(1) On dit qu'une machine fait la barbe en terme de filature quand la matière s'enroule autour des organes et bourre; on est alors obligé de la couper.

Noms	POIDS DE TIGES TRAVAILLÉES A L'HEURE		POIDS DE LANIÈRES PRODITES à l'heure				
	Premier essai	Deux. essai	Premier essai	Deux. essai	Moyen- ne		
Barbier	100	143,4	13	6,57	9,78	3 hommes	
Favier.	133	248,4 193,5	37,24	62 59,98	53	4 hommes	
Michotte « La Française » .	280	417,6	40	144	92	2 hommes	
Landstheer	Grande machine	819	240	61	35	48	4 hommes
	Petite machine.	»	146,4	»	39	39	3 hommes

Disons maintenant quelques mots du procédé de décortissage employé par M. Favier (ancien élève de l'École polytechnique).

M. Favier s'est efforcé de trouver un procédé qui détruit l'adhérence qui existe entre la partie ligneuse interne et son enveloppe corticale. Il y est arrivé en soumettant à l'action de la vapeur d'eau (150 à 100°), ou de l'air chaud en vase clos, des tiges de ramie coupées depuis plusieurs jours.

Les tiges après avoir été soumises à la vapeur d'eau pendant un temps suffisant, sont remises à des enfants qui séparent à la main les deux parties de la tige. — Il est admis qu'un enfant de 10 ans peut décortiquer dans une journée environ 300 kilogrammes de tiges vertes.

Dégommage. — Avant d'indiquer les divers modes de traitement des lanières de ramie, il convient de déterminer les éléments qui les constituent.

Il résulte des recherches faites par M. Frémy, que l'épiderme contient des membranes à base de corps celluloseux caractérisés par leur solubilité, sans coloration, dans l'acide sulfurique bi-hydraté. A côté de ces membranes celluloseux, se trouvent des cellules tubéreuses formées par l'association organique de trois substances, qui sont les corps celluloseux, la cutose et la vasculose.

Les cellules de l'épiderme sont reliées entre elles, principalement par la pectose et la cutose, aussi, en dissolvant ces deux éléments par des dissolutions alcalines, on opère immédiatement la désagrégation de l'épiderme.

La seconde partie de l'écorce est le liber qui est lié à l'épiderme par un ciment végétal qui a pour base la pectose et la cutose.

Le ciment qui relie les faisceaux fibreux du liber est composé de vasculose, de pectose et de cutose.

M. Frémy fait remarquer que le liber une fois séparé de l'épiderme est devenu inaltérable, et qu'il n'en est pas de même lorsqu'il est associé à la membrane épidermique. L'importance de cette remarque n'échappera à personne.

En dehors du liber expédié sous le nom de china-grass et qui supporte bien le voyage parce qu'elle est complètement dépourvu de la pellicule externe, les chinois préparent les fibres en faisant bouillir les lanières avec des cendres, puis en les faisant sécher, et en répétant plusieurs fois cette opération.

Tous les autres procédés chimiques sont basés sur les remarquables recherches de M. Frémy, et sur les essais industriels qu'il a faits en collaboration avec MM. Urbain et Alfroy.

Voici le résumé du traitement indiqué par ce savant :

1° Pour éliminer l'épiderme, on peut agir, soit sur les tiges, soit sur les lanières en désorganisant l'épiderme par l'action des carbonates alcalins, ou en le dissolvant dans la soude caustique sous pression.

2° L'écorce, ainsi débarrassée de son épiderme, représente le liber qui contient les fibres élémentaires unies par un ciment organique qu'on dissout au moyen des alcalis caustiques ou carbonatés, employés sous pression ou à la pression ordinaire, des savons, de l'oléate de soude, des hypochlorites.

On obtient ainsi des fibres soyeuses dont on reconnaît la pureté en employant l'acide sulfurique concentré qui les dissout sans se colorer, et sans laisser de résidu insoluble.

Un procédé chimique tenu secret par son inventeur, M. Masse, paraît se rapprocher beaucoup du traitement qui vient d'être indiqué. — Les échantillons de filasse, que M. Masse exposait avaient belle apparence.

Par ce procédé, on traite les tiges en sec et en vert, sans le secours d'aucune machine, et la séparation du bois et du liber se fait facilement à la main.

Le procédé de M. Favier a, paraît-il, le grave inconvénient d'altérer sensiblement la résistance des fibres. Les procédés exclusivement chimiques sont séduisants, reste à savoir s'ils laissent à la fibre toutes ses qualités lorsqu'ils sont appliqués industriellement.

Il ne faut pas oublier que la ramie a des fibres possédant une grande résistance, un éclat soyeux et une grande finesse, mais que, pour garder ses qualités remarquables, il est essentiel de ne pas leur faire subir un traitement trop énergique, soit par un mécanisme trop brutal, soit par une chaleur exagérée, soit par des agents chimiques trop puissants.

Faut-il décortiquer en vert ou en sec ?

Nous répondrons qu'il faut pouvoir décortiquer en sec et en vert. En effet, quelque soit le procédé adopté il faut tenir compte des conditions locales. — Supposons qu'une grande exploitation se monte, avec usine centrale importante entourée de vastes plantations de ramie. Il faudra utiliser la machine ou les appareils, aussitôt le commencement de la récolte, et, celle-ci devant être terminée dans un délai très court, il convient de pouvoir traiter les tiges séchées.

S'il s'agit de la récolte d'un simple cultivateur il faudra tenir compte des frais de transport de la chènevotte qui viendront grèver le prix de vente. — Il

y aurait lieu, dans certains cas, de mettre entre les mains des cultivateurs des machines ou des procédés simples qui leur permettent de traiter rapidement les tiges.

Au lieu de transporter les tiges, n'y aurait-il pas avantage à déplacer les appareils ?

Ces questions pourront être résolues après adoption d'un système de traitement de la plante qui donne pleine satisfaction.

Conclusions.— Deux espèces de ramie sont surtout utilisées : l'*Urtica Nivea* et l'*Urtica Tenacissima*.

L'*Urtica Ténacissima* (ramie verte) a une fibre plus abondante et plus résistante que l'*urtica nivea* (ramie blanche), et croît dans les pays les plus chauds, tandis que cette dernière convient mieux aux pays tempérés, et donne une fibre de qualité plus fine.

La fibre de ramie dépasse comme résistance le lin, le chanvre et toutes les autres fibres, elle est imputrescible, et présente l'aspect de la soie.

La culture de la ramie doit être encouragée aux Colonies, où elle est appelée à donner de sérieux résultats.

V. — CANNE A SUCRE

L'industrie sucrière a pris un développement considérable au Brésil et on s'est préoccupé d'utiliser industriellement les déchets de la Canna (*Saccharum officinarum*).

La canne à sucre donne des fibres très fortes et d'un très beau blanc.

Les fibres exposées au pavillon du Brésil avaient été préparées avec de la canne à sucre comprimée.

VI. — LE KOSO

Le *Koso* (*Broussonetia papyrifera*) est une plante à feuilles tombantes qui appartient à la famille de Morée, elle est très répandue au Japon où on la trouve presque partout notamment à Tosa, Yio, Sno, etc.

On utilise les fibres des écorces pour la fabrication du papier.

On coupe les branches qu'on assemble en faisceaux de 1 mètre à 1^m,30 de longueur et qu'on plonge dans une chaudière à vapeur. Puis on enlève leur peau extérieure et on les fait sécher jusqu'à ce qu'elles cassent. On leur donne le nom de kosos noirs.

Les kosos blancs ne sont autre chose que les kosos noirs qui sont dépouillés de leur peau extérieure après avoir été plongés dans l'eau, puis desséchés.

Le koso porte en Nouvelle Calédonie le nom de *ara*.

VII. — GAMPI ET MITSOUMATA

Ces deux plantes servent aussi au Japon à la fabrication du papier.

Le *Gampi* (*Wickstroamia canetensis*) est un arbrisseau à feuilles tombantes blanches et alternes et à fleurs jaunes.

Le *Mitsoumata* (*Edgeworthia papyrifera*) est originaire de l'Asie, il croît en abondance dans les provinces de Souronga et de Kaï, mais les papiers fabriqués avec ses fibres sont inférieurs à ceux du Koso.

VIII. — LE BOURAO

Le *Bourao* (*hibiscus tiliaceus*) se rencontre en Nouvelle-Calédonie, et donne une écorce dont les fibres, assez souples, sont employées à la fabrication de cordages et à celle du papier.

Les frais de transport ne permettent pas d'employer ces fibres sur le continent.

IX. — FAMILLE DES MALVACÉES

Cette famille renferme un grand nombre de plantes fibreuses, dont quelques-unes sont recherchées, soit pour leurs capsules, qui produisent une fibre estimée (le cotonnier), soit pour leurs tiges, dont on retire la fibre.

Nous parlerons plus loin du cotonnier.

Les fibres des tiges sont généralement extraites, comme aux plantes qui précèdent, après une macération plus ou moins longue dans l'eau stagnante ou courante.

Une de ces plantes, l'*Okra* (*abelmoschus esculentus*) est très répandue aux États-Unis; on la trouve aussi dans le sud de la France, où elle est cultivée principalement pour son fruit, le *gumbo*.

Comme couleur, la fibre est aussi blanche que le lin de la Nouvelle-Zélande. Elle peut être employée à la fabrication du fil à voile, de la toile à sacs, etc.

La mauve des Indes ou *brute* (*abutillon avicennæ*), est très répandue dans le nord et l'ouest des États-Unis, et dans les États situés entre l'Ohio et le Missouri. Elle peut donner jusqu'à 20 % de fibres fortes, lustrées, blanches, qui prennent facilement n'importe quelle teinture.

On extrait aussi du *gossypium herbaceum* les fibres de l'écorce qui peuvent être employées à faire du fil, ainsi qu'à la fabrication du papier.

Le cotonnier, cultivé pour la fibre de sa tige, doit être semé dru, afin que les tiges puissent pousser droites et lisses, sans se ramifier.

On utilise au Brésil les fibres de *malvaïsko* et *d'embara*, qu'on rencontre surtout dans la province de Minas Geraës, à faire des cordages.

2^e Classe. — Fibres extraites des feuilles ou des fruits

I. — PHORMIUM TENAX

Le *phormium tenax*, qu'il ne faut pas confondre avec le jute, est originaire de la Nouvelle-Zélande, où il vient en abondance.

On a essayé de l'introduire aux Indes, au Mexique, en Algérie, etc., sans que cette culture ait pris un développement digne d'attention.

D'après M. Renouard, la longueur des fibres du phormium n'excède pas 12 millimètres, et se trouve souvent en dessous; le diamètre maximum est de 0 mil. 017, et le minimum de 0 mil. 008.

La liqueur d'iode caractéristique pour le jute n'est guère remarquable pour le phormium.

Les fibres élémentaires du jute, vues au microscope, se présentent avec une surface très irrégulière, tandis que dans le phormium elles paraissent très lisses et d'un diamètre très régulier.

La filasse du phormium tenax est employée, comme celle du jute, à la fabrication de toiles d'emballage, de nattes, de cordales, etc., etc.

II FAMILLE DES PALMACÉES

La famille des *palmacées* fournit un grand nombre de plantes textiles dont différentes parties sont employées dans l'industrie.

Dans l'Amérique du Sud, on extrait du cocotier les fibres du fruit (noix de coco), de la feuille et du tronc.

Le cocotier le plus répandu (*cocos nucifera*) fournit la matière première appelée *coir*, que l'on emploie à la fabrication des cordages, des nattes, etc.

Le fruit ou noix de ce palmier est recouvert d'un tégument de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, que l'on fait séjourner dans l'eau pendant très longtemps afin de l'assouplir.

L'eau croupit et se colore en brun, tandis que la matière qui tenait les fibres agrégées se détruit. — Après un an de séjour dans l'eau douce ou salée, on soumet le coir à un battage énergique à l'aide de lourds maillets, puis des femmes séparent les fibres des matières étrangères.

Suivant les pays et la grosseur du fruit, on récolte 1 kilogramme de fibres avec 15 ou 20 noix.

On extrait facilement à la main les fibres des feuilles, et on obtient une filasse résistante, blanche ou légèrement jaunâtre.

Au Paraguay, on utilise de la sorte quatre espèces de palmiers, qui portent les noms de :

1° *Mboraga*, cocos sclerocarpa ;

2° *Fundo*, cocos australis ;

3° *Coco-mi* ;

4° *Coco de la Cordillera*.

La longueur des fils est d'environ 0^m,50 avec un diamètre de 0,02 millimètres à 0,05 millimètres.

La fibre est cylindrique, recouverte d'une couche de cellules parenchymes ; des cellules prosenchymes, réunies au nombre de 30 environ, présentent une longueur de 1 à 2 millimètres, et une largeur de 0,005 à 0,0025 millimètres.

Au chlorure d'étain, elles donnent une réaction caractéristique : les cellules parenchymes se gonflent, se dissolvent peu à peu et ne présentent plus que l'aspect d'un groupe de points.

En Nouvelle-Calédonie, on extrait du tronc du palmier *keutia* des fibres grises raides et solides, qui peuvent être utilisées en broserie.

Le palmier nain d'Algérie (*chamærops humilis*, L) fournit le crin végétal, qui donne lieu à un commerce important. — Pendant l'année 1888, l'Algérie a exporté 10,507 tonnes de crin végétal d'une valeur de 1,576,000 francs.

Les principaux exportateurs avaient envoyé de nombreux échantillons de crin végétal, dont une partie était colorée, soit en noir, soit en rouge.

La Société agricole et industrielle de Batna avait réuni et groupé tous les produits qu'elle tire du palmier-dattier (*phénix dactylifera*).

Aux détracteurs du Génie colonisateur des Français, nous citerons cette Société qui a créé dans le Sahara des oasis, actuellement en pleine prospérité, par le fonçage de puits artésien.

La tige, le régime, la racine, la feuille du palmier après rouissage, donnent des filaments qui servent à la fabrication d'étoffes grossières, de cordelettes, du papier, etc.

La partie qui enveloppe le tronc, et qu'on appelle *lif*, est employée à la confection des paniers, des coussins, des cordages, etc.

Quant au fruit, nul n'ignore qu'il est l'unique aliment des Arabes dans le désert.

On extrait aussi des cocotiers la cellulose, qui a été proposée dernièrement pour le garnissage des blindages des navires cuirassés.

Tahiti, Mayotte, la Nouvelle Calédonie, et d'autres colonies françaises, exposaient de la cellulose produite par différents genres de palmacées.

III. — FAMILLE DES LILIACÉES

La plante la plus remarquable comme textile, appartenant à cette famille, est le *yucca filamentosa*, qui donne une filasse blanche, argentée, mais de tenacité moyenne, assez raide et cassante.

D'après M. Anisits, l'aspect microscopique est le suivant : deux classes de cellules ; à l'extérieur, parenchymes planes et très déliées ; à l'intérieur, prosenchymes à la file, environ 80 de 0,005 millimètres de diamètre ; d'espace en espace, on aperçoit des vases en escalier. Après la manipulation à l'acide nitrique et chlorhydrique, les cellules prosenchymes se défont en spirales.

Plusieurs autres espèces de yuccas étaient représentées à l'Exposition sous les noms de *yuccas augustifolia*, *aloifolia*, *breifolia*, *grandifolia*, *glaucescens*, etc., soit aux États-Unis, soit à la Nouvelle-Calédonie, au Paraguay, au Mexique, etc.

IV. — FAMILLE DES MUSACÉES

Le bananier est surtout cultivé pour ses fruits. Dans l'Amérique du sud, on l'emploie encore à donner au cacaotier l'ombre nécessaire à sa culture. On extrait les fibres de deux espèces de bananiers aux Philippines : le *musa textilis* nees, et le *musa violacea*. On peut également en obtenir des tiges. D'autres espèces de bananiers, tels que le *musa sapientum*, L et le *musa paradisiaca*, L, sont surtout ménagés pour leurs fruits.

En Nouvelle-Calédonie, on trouve le *musa sapientum*, le *musa paradisiaca* et le *musa sinensis*; les uns donnent des fruits, les autres des fibres employées pour le tissage et pour la fabrication du papier.

On y trouve, ainsi qu'à Tahiti, le *tunsa fehi*, ou bananier rouge, qui croît à l'état sauvage, et dont la sève est très remarquable et pourrait être employée à la fabrication d'une sorte d'encre.

Les différentes Républiques de l'Amérique du sud avaient envoyé des échantillons de fibres des différentes espèces de bananiers.

Les fibres exportées par les Philippines portent le nom d'abaca (*musa textilis*).

Au Paraguay, le *musa paradisiaca* porte le nom de pacoba, et le *musa textilis*, le nom de pacoba-ra.

V. — FAMILLES DES AMARYLLIDÉES, BROMELIACÉES, ETC.

D'autres espèces de plantes fournissent aussi des feuilles dont on utilise les fibres, au Mexique, au Brésil, au Chili, au Paraguay, au Vénézuéla, à la Nouvelle-Calédonie, aux États-Unis, etc.

L'une des plus répandues est l'*agave americana* ou *pita*, dont les feuilles fournissent, après macération, une fibre fine et blanche, chez les jeunes plantes.

Elle est employée à la confection des cordages, des hamacs, des lignes à pêcher, etc.

L'agave sisalana se rapproche beaucoup de la précédente; elle est exploitée à la Floride, au Mexique, etc.

Une sorte de crin végétal est tirée de *l'agave yxtli*, dont les fibres cylindriques et très élastiques ressemblent davantage au crin animal.

L'agave mexicana ou *rigida*, ou *hènequen* fournit aussi des fibres employées comme crin végétal, et aussi à la fabrication des cordages, hamacs, etc.

Le Mexique en fournit à l'Europe et aux États-Unis, pour 28 millions de francs.

Cette agave se trouve en abondance dans les États de Vera-Cruz, Campêche, Yucatan, etc.; dans cette dernière province, notamment, on compte, dit-on, plus de 20 millions de pieds de hènequen.

La ville de Ixmiquilpan, de l'État de Hidalgo, fournit toute la république du Mexique de cordages, ficelles, sacs, etc., fabriqués avec les fibres d'une agave appelée *lechugilla*.

Signalons encore *l'agave cubensis* ou *maguey*, qui donne également des fibres appréciées; on extrait aussi de la sève un vin assez agréable.

La plante ne donne des fruits qu'au bout de huit ou dix ans. — Il s'élève alors au centre des feuilles une tige isolée qui peut atteindre 2 à 3 mètres, et qui porte des fleurs, puis des fruits.

On pratique alors une sorte de cavité à la partie supérieure du tronc, dans laquelle le suc vient en abondance. On l'extrait deux ou trois fois toutes les 24 heures, et, au bout de deux ou trois mois, chaque plant a fourni 120 à 150 litres de vin.

Dans la famille des *broméliacées*, on distingue surtout trois espèces textiles :

- 1° Ybira (*bromelia plangifolia*),
- 2° Caragnata (*bromelia caragnata*),
- 3° Chagnara (*bromelia spec.*),

dont on extrait les fibres des feuilles et des racines.

D'après M. Anisits, l'aspect microscopique du caragnata est le suivant : à l'extérieur, on distingue une couche de cellules parenchymes qui ont 0,0025 millimètres de large, sur 0,05 de long; la partie intérieure est composée de cellules prosenchymes, au nombre de 100 environ, de 2 millimètres de long sur 0,005 de large, pointues, très semblables à celles du yucca; mais les vases en escalier manquent et les cellules parenchymes sont plus grandes.

Le Mexique, le Chili, le Vénézuëla, le Paraguay, etc., avaient réuni des collections fort intéressantes de ces diverses fibres. Ajoutons la Nouvelle Calédonie, qui avait envoyé de *l'agave vivipara* et du *fourocroya gigantéa*, ainsi que des cordages, filets, etc.

VI. — GRAMINÉES

La plus intéressante des plantes de cette famille, au point de vue qui nous occupe, est certainement l'alfa (*stipa tenacissima*).

Les fibres de cette plante sont employées à la fabrication du papier et à la confection des objets dits de sparterie.

On la trouve en abondance dans la province d'Oran, en Algérie, où elle donne lieu à des exploitations importantes. — Comme cette plante ne se reproduit que difficilement, l'État, propriétaire de vastes terrains qu'elle couvre de sa végétation, a dû en régler administrativement la récolte. — On la trouve surtout sur les hauts plateaux du sud Oranais, et jusqu'aux extrêmes limites du désert, dont elle fixe les sables mouvants.

L'arrachage des feuilles exige certaines précautions, car il est important de ne pas déchausser la tige; aussi recommande-t-on l'emploi de la main-d'œuvre indigène.

On utilise surtout l'alfa à la fabrication du papier, en Angleterre et en Belgique. En France, on commence seulement à l'employer ce qui ne laisse pas que de surprendre.

Les exportations de 1888 sont en décroissance, par rapport aux deux années précédentes. — En 1887, le montant des exportations s'élève à 9,503,062 francs, et en 1888 à 7,358,300 francs seulement, correspondant à 73,583 tonnes.

Sur ce dernier chiffre, l'Angleterre a reçu 67,147 tonnes, et la Belgique 2.755 tonnes.

Les exportateurs algériens avaient envoyé de nombreuses balles d'alfa qui offraient une comparaison intéressante.

3^e Classe. — Fibres des racines

Nous avons déjà cité une plante dont les racines fournissent une fibre utilisable; — disons quelques mots seulement du banan (*ficus prolixa*, *wrostigma prolixum*), de la Nouvelle Calédonie.

Cet arbre est le plus grand de cette île; de ses énormes branches descendent des racines qui rejoignent le sol, s'y implantent et forment alors des racines adventives qui sont recouvertes d'une étoffe souple et feutrée qui pourrait être utilisée industriellement, notamment à la fabrication du papier.

Cet arbre est peu répandu, et croît lentement; il ne présente donc qu'un intérêt scientifique.

4^e Classe. — Fibres des semences

I. — LE COTON

C'est la fibre de semences la plus connue et qui a l'importance la plus considérable ; elle est formée par le duvet qui s'échappe du fruit de certaines plantes du genre *gossypium*.

Au point de vue chimique, le coton se rapproche beaucoup de la composition de la cellulose pure, et les corps étrangers qui permettent de différencier les diverses variétés de coton sont facilement éliminés à l'aide des alcalis, du chlore et des acides.

Walter Crumm a reconnu qu'il y avait deux sortes de fibres dans une masse quelconque de coton, l'une provenant du coton mort avant maturité et qui ne présente aucune cavité intérieure, l'autre appartenant au coton mûr qui possède, au contraire, un canal central.

Les recherches faites en Europe sur des produits provenant d'Amérique n'ont pas permis d'établir d'une façon scientifique indiscutable l'aspect original de la fibre. Quelques savants ont constaté aux bords de la fibre une sorte de bourrelet qui est caractéristique, mais on incline à croire généralement qu'il n'existe pas dans la fibre fraîche, attendu qu'il présente des formes très variées.

D'après M. Renouard, la longueur de la fibre élémentaire serait d'environ 0^m,05 en moyenne, l'épaisseur de 0^m,001 — 0^m,003, et le diamètre de 0,011 à 0^a,035.

Les réactifs chimiques donnent les résultats suivants :

La teinture de garance colore la fibre en jaune (Elsner) ;

Les lessives alcalines donnent une coloration brune (Kuhlmann) ;

L'acide sulfurique dissout la fibre (Payen) ;

L'acide azotique détruit les bourrelets et aplatit complètement la fibre (Schlesinger).

D'après Wiesner, l'ammonium de cuivre produirait un gonflement vésiculaire et, si le contact est prolongé, la membrane utriculaire disparaîtrait, et la cuticle devenant jaune, flotterait dans le liquide. Quelques espèces ne présenteraient pas de gonflement, mais se dissoudraient dans ce réactif qui ne laisserait que la cuticule.

L'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, la Chine, les Indes, etc., offrent de nombreuses espèces de cotons qui n'ont pas encore été classées scientifiquement, malgré les travaux remarquables du professeur Todaro.

Tous les cotons livrés au commerce peuvent être rapportés aux deux désignations suivantes : coton courte soie (upland cotton) et coton longue soie (Sea-Island cotton).

Les différentes qualités de coton sont classées suivant des numéros correspondant aux degrés suivants : inférieur, médiocre, passable, moyenne faible, moyenne, bonne moyenne, mi-supérieur et supérieur.

Les pays producteurs du coton sont principalement les Etats-Unis, les Indes et l'Egypte ; des essais ont été tentés dans d'autres pays avec des succès variables — citons parmi les colonies françaises l'Algérie, le Sénégal et le Cambodge.

La France a importé en 1888 et mis en consommation 121,725 tonnes de coton en laine, d'une valeur de 157,357,000 francs, et elle a exporté pendant la même période de temps, 26,422 tonnes de coton en laine, d'une valeur de 34,348,000 francs.

Les pays qui nous fournissent du coton sont en premier lieu les Etats-Unis qui nous ont envoyé 83,130 tonnes, puis viennent après, les Indes anglaises avec 14,115 tonnes, l'Egypte avec 10,459 tonnes.

Le commerce avec l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne a donné lieu aux échanges suivants de coton en laine :

	Importations	Exportations
Angleterre.	3.654 tonnes	3.221 tonnes
Belgique	2.696 »	4.673 »
Allemagne.	2.596 »	12.348 »

Nous ne parlons pas des fils et tissus dont il sera question dans une autre partie de la Revue.

Les Etats-Unis avaient exposé une collection extrêmement remarquable de plus de cent cinquante échantillons de coton brut et épluché.

On a pu suivre les différents états de la capsule du cotonnier, depuis le moment où elle est cueillie, et celui où le coton commercial va être emballé et expédié.

On nous a montré le cotonnier mûr pour la récolte, les capsules prêtes à subir l'épluchage mécanique, du coton épluché ou « lint », des produits divers du coton, de l'huile extraite de la graine, des graines de coton, etc.

Nous empruntons au rapport, préparé par M. Richard Dodge, les descriptions suivantes de quelques variétés.

1° Soie d'Allen ou Allen longue soie. Cette variété est regardée comme originaire du Delta du Mississippi et provenant d'un coton courte soie à grosses graines. Elle est très recherchée à cause de la longueur de ses filaments des manufacturiers qui emploient principalement le Géorgie longue soie. Le produit est de 15 kilogrammes de lint par 50 kilogrammes de graine.

2° Clark's prolifique (Clark prolifique). L'échantillon, qui provenait de la Floride, appartenait à une des nombreuses variétés obtenues par sélection par feu Ephraïm Clark, de James Island (Caroline du Sud). C'est une variété à soie moyenne de longueur uniforme, très solide, avec grand rendement de bourre et qui est très employée dans les manufactures de fil à bobines.

3° M. J. A. Peterkin, Fort Motte (Caroline du Sud), avait envoyé des échantillons d'une variété très populaire qui donne une belle soie provenant de grandes capsules contenant peu de graines.

Le créateur de ce coton prétend que le rapport en est, net, de 40 % de bourre, et qu'il supporte le temps sec mieux que les autres variétés.

Un autre échantillon provenait de Hamilton (Géorgie), il était considéré comme l'équivalent du Géorgie longue soie (Sea-Island) et du Silk. 1,200 kilogrammes de graine auraient donné 500 kilogrammes de bourre. D'après James Brown de Martin (Caroline du Sud). Ce coton plus longuement ramifié que d'autres variétés, le serait moins également et moins régulièrement.

Les fruits sont distribués sur toute la plante et mûrissent graduellement, ce qui est un grand avantage dans les saisons inclementes. Il peut être semé plus clair que bien d'autres espèces. La graine est très petite, on obtient généralement 37 à 38 % de bourre, ce qui fait une proportion bien supérieure à celle des autres espèces.

On cultive le Peterkin depuis la Caroline du Sud jusqu'au Texas et à l'Arkansas, et on le regarde universellement comme une des variétés de coton les plus abondantes qui existent.

4° Citons en dernier lieu une des vieilles variétés types, obtenue à la suite de sélection par David Dickson, de Sparta (Géorgie), qui a reçu le nom d'Improved Dickson (Dickson perfectionné).

Les capsules sont de belle venue, les graines plutôt grosses, mais bien garnies de bourre, le rapport ordinairement très bon.

Ce n'est pas, à proprement parler, un *cluster cotton* ou coton à grappes, la tige étant de taille moyenne, les branches et les nœuds plutôt courts.

Les Indes anglaises produisent une quantité importante de cotons de qualité inférieure à ceux d'Amérique.

On peut attribuer cette infériorité au climat, aux espèces cultivées, et surtout aux modes de culture.

Un grand nombre des races de cotonnier, cultivées aux Indes, sont indigènes et aucun effort ne paraît être fait pour les améliorer; la culture laisse beaucoup à désirer, en ce qui concerne l'emploi des engrais.

La main-d'œuvre, extrêmement réduite, permet encore de retirer du sol un produit suffisamment rémunérateur, malgré les autres conditions défavorables.

Aucun échantillon de coton n'avait été envoyé à l'Exposition.

L'Égypte non plus n'avait pas exposé de coton, quoique ce pays occupe le troisième rang parmi les nations qui le cultivent.

Parmi les colonies françaises qui peuvent produire du coton, et en retirer des avantages sérieux, nous devons citer l'Algérie et la Tunisie.

On a fait des essais de culture de coton en Algérie depuis longtemps déjà, mais

la production en est réduite à un chiffre insignifiant. On le cultive encore dans la province d'Oran, et, dans la province d'Alger, aux environs d'Orléanville.

Des encouragements devraient être donnés en vue de développer cette importante culture, et, celui que nous conseillerons surtout, ce sera d'améliorer et d'étendre les moyens d'irrigation.

Certaines variétés de coton peuvent être préférées à des titres divers; nous croyons devoir recommander surtout le coton de Géorgie et les espèces donnant la qualité la plus recherchée.

Nous verrions volontiers le savant directeur du Jardin d'essai du Hamma, chargé d'une étude expérimentale sur les variétés à adopter, avec un programme bien déterminé.

Lorsque nous aurons dit que le cotonnier est une des plantes qui appauvrissent le moins la terre, nous n'aurons pas à insister sur les avantages que les colons trouveraient en Algérie à se livrer à cette culture.

Nous constatons à regret que d'autres colonies françaises, qui avaient cultivé le coton avec succès, l'ont presque généralement abandonné. Citons la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion.

Dans ces trois îles, la monoculture a été quelque temps en faveur; on a abandonné jusqu'au café, au cacao, pour se livrer exclusivement à l'exploitation de la canne à sucre.

Les dangers de cette unification n'ont pas tardé à devenir tangibles, et on est revenu de ces errements, au moins en partie.

Nous étonnerons bien des gens en disant que la Martinique ne produit pas assez de café pour sa consommation propre, et cependant la qualité en est exceptionnelle.

M. Morange, de la Réunion, avait envoyé des échantillons de coton, qui lui ont valu une médaille d'argent, ainsi qu'à M. de Taymoreau, de Mayotte; M. Salmon et M. Robin, de Tahiti; M. Noirot, du Sénégal, et M. Ballande, de la Nouvelle-Calédonie: ce sont des encouragements bien mérités.

A la Nouvelle-Calédonie, un échantillon de coton longue soie était remarqué.

La Grèce était représentée par plusieurs exposants de coton. Ce pays a adopté cette culture avant la guerre de sécession, et depuis a continué à lui donner un certain développement. Les espèces cultivées paraissent pouvoir s'améliorer sous certaines latitudes du pays des Hellènes. Les échantillons envoyés par M. Zappos étaient fort beaux.

L'Amérique du Sud a aussi essayé cette culture; on récolte du coton au Brésil, au Chili, au Vénézuéla, au Paraguay, à la République de l'Équateur, etc., ainsi que dans l'Amérique centrale, au Mexique, etc.

Il faut choisir les terres siliceuses et riches en potasse, et, dans ces différents pays, on doit rechercher les espèces en arbre, de préférence aux espèces herbacées, car les premières demandent plus de chaleur.

Il ne faut pas oublier que le cotonnier exige aussi de l'humidité, si on veut avoir des produits importants.

Les prix de vente n'ont pas encouragé les Américains du sud à continuer à se livrer à cette culture qui est pour eux peu rémunératrice, en présence surtout de cultures beaucoup plus productives, telles que celles du café, du cacao, de la canne à sucre, etc. — Elle est limitée à une faible partie seulement des besoins locaux.

Le Pérou, le Brésil, Haïti nous envoient cependant quelques balles dont l'ensemble, pour ces trois pays, s'est élevé, en 1888, à un peu plus de 700 tonnes.

La qualité en est moyenne; on ne trouve pas dans ces pays la même recherche de qualité supérieure qui existe aux États-Unis.

II. — FAMILLE DES BOMBACÉES

Les arbres ou arbustes de cette famille, qui se rapproche beaucoup de celle des malvacées, appartiennent à différents genres : bombax, schroma, ériodendron, etc.

La soie est renfermée dans des capsules ovales de 10 à 12 centimètres environ de longueur sur 7 à 8 de diamètre chez certaines espèces de samuhu, appelée palo borracho au chaco. Cet arbre atteint plus de 10 mètres de hauteur, et le tronc est couvert de gros aiguillons coniques qui se détachent avec l'écorce.

Une autre espèce de samuhu n'a que 3 ou 4 mètres de hauteur, avec un fruit capsulaire de 20 à 22 centimètres de longueur sur 5 à 6 de diamètre; sa laine est de couleur jaune dorée.

Examinée au microscope par M. Luigi Balzan, la laine des samuhus du chaco s'est présentée sous forme de cellules très allongées constamment cylindriques et aux parois très tenues. La faible longueur des fibres élémentaires a paru s'opposer à son utilisation industrielle. Cependant, on est parvenu à filer le samahu rouge et à en tisser des couvertures.

On a reconnu alors un autre inconvénient de ce textile: c'est la fine poussière qui se détache constamment de ce tissu.

On appelle généralement soie végétale ces fibres provenant de cinq à six espèces de bombacées, qui ne sont pas tous définis en botanique.

Signalons le samuhu blanco (*chorisia insignis*); le samuhu colorado (*eriodendron spec.*); le payagna rembiu (*aranja albens*), etc.

Mais nous estimons qu'en l'état actuel ces plantes ne peuvent pas être utilisées industriellement; elles sont fort intéressantes, et des essais devraient être faits en vue d'arriver à une préparation satisfaisante de la fibre.

Les seuls emplois que nous puissions indiquer quant à présent sont la fabri-

cation de feutres et le garnissage de coussins ou oreillers dans les pays froids, car cette laine conserve la chaleur d'une façon remarquable.

Il ne nous paraît pas impossible, néanmoins, d'arriver à modifier la longueur des éléments constitutifs de la fibre, à la suite de recherches scientifiquement opérées.

Les différentes Républiques du centre et du sud de l'Amérique avaient envoyé des échantillons de soie végétale. On en trouvait aussi aux États-Unis du nord sous le nom de duvet de l'arbre à lait (*asclepias*). Il paraîtrait plus pratique d'exploiter les écorces des *asclepias* qui donnent une fibre longue, fine, lustrée et très solide, qu'on a classée entre la fibre du chanvre et celle du lin. — (R. Dodge).

CONCLUSION

Malgré certaines lacunes, la plupart des nations agricoles avaient tenu à présenter à la grande Exposition de 1889, ceux de leurs produits textiles qui étaient les plus remarquables, et la comparaison avec les produits français ou des colonies françaises, que nous nous sommes efforcé de faire avec la plus sévère impartialité, ne saurait qu'être encourageante pour cette importante industrie de notre chère Patrie.

P. GUILLEMANT.

LES CONDITIONS PUBLIQUES

des textiles en 1889

(PROCÉDÉS ET APPAREILS

PAR

J. STORHAY

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

AVANT-PROPOS

L'Exposition universelle de 1889 offrait tant de merveilles de tout genre que les modestes appareils des Conditions publiques ont peu attiré l'attention des visiteurs, sinon du Jury. Il faut avouer que disséminés comme ils l'étaient, et en nombre aussi insuffisant, ils étaient loin de représenter, même à peu près, nos grands établissements.

L'importance des Conditions publiques est en rapport direct avec celle des diverses branches de l'industrie textile. Plus les transactions sont actives, plus il y a d'expertises à faire. Le rôle de ces établissements est en effet de constater exactement le poids des textiles bruts ou déjà travaillés, de vérifier s'ils ne sont pas surchargés d'humidité ou de matières étrangères, d'établir le numéro c'est-à-dire le degré de finesse des fils, en un mot d'être l'arbitre officiel, incontesté et incontestable, entre vendeurs et acheteurs.

Cette institution, si profitable à la loyauté des transactions, est surtout connue et fréquentée par le commerce en grand, et nous ajouterons, à l'honneur de nos mœurs commerciales, que c'est en France qu'elle a été accueillie avec le plus de faveur, et qu'elle a pris bien vite le plus de développement. Les services qu'elle rend, se chiffrent annuellement par des centaines de mille francs dont bénéficie la consommation.

Pour donner une idée approchée de l'importance acquise en si peu de temps par les Conditions publiques, il suffit de citer la quantité de matières textiles qui

ont été soumises en 1889 aux expertises des principaux établissements de ce genre.

Conditions	Soie — kilogs	Laine peignée — kilogs	Laine filée — kilogs	Blousses — kilogs	Coton — kilogs
Amiens	983	862 526	783 077	»	724
Fourmies	»	2 463 561	4 481 743	»	»
Lyon	5 879 253	»	887	»	309
Paris	328 023	8 553	441 186	»	»
Reims	»	9 305 768	580 934	9 343	»
Roubaix	83 977	26 661 828	5 262 186	461 347	1 923 827
Saint-Etienne.	1 423 920	»	»	»	»
Tourcoing.	2 607	18 997 410	3 469 400	1 469 016	939 729
Totaux.	7 718 763	58 299 646	15 019 493	1 939 706	2 924 589

Ainsi pendant une seule année, en 1889, dans huit des Conditions publiques de France seulement, il a été expertisé un total de 85 902 197 kilogrammes de textiles divers, soie, laine, coton, etc., dont la valeur s'élève à sept cent cinquante millions de francs. Si, pour rester en-dessous de la vérité, nous admettons que le résultat moyen des expertises a été de faire baisser seulement de 1/3 pour cent le poids à facturer, par suite le montant de la facture on voit que l'économie dont a profité la consommation est de 2 500 000 francs. En réalité l'épargne est bien plus considérable.

Il est facile de comprendre d'après cela pourquoi certaine nation voisine, éminemment productrice, a été jusqu'aujourd'hui presque absolument réfractaire à l'installation des Conditions publiques. Hâtons nous de le dire pourtant, un grand mouvement se dessine chez nos voisins en faveur de cette institution ; tout commerçant est tour à tour vendeur et acheteur, et l'on y commence enfin à comprendre que les garanties offertes par ces bureaux officiels compensent, et au-delà, les avantages aléatoires de certains procédés peu avouables.

En France même, dans les centres industriels les plus importants, c'est à grand peine qu'on a pu installer les Conditions publiques. Leur rapide prospérité a prouvé qu'elles répondaient bien à un besoin général. Le nombre de leurs expertises s'est accru d'une façon étonnante, et nous pourrions citer telles Conditions publiques qui rapportent par an deux cent mille francs de bénéfices nets aux municipalités qui en sont propriétaires.

Ce sont là des faits bien établis, et on peut s'étonner à juste titre que des établissements de ce genre fassent encore défaut dans des centres industriels

importants, adonnés à l'industrie textile, tels que Sedan, Rouen, Elbeuf, Mazamet, Roanne, Epinal, Troyes et Mulhouse.

La raison en est peut-être en partie que les Conditions publiques, leur installation, leur fonctionnement, les services multiples qu'elles peuvent rendre, sont encore beaucoup trop peu connus de tous les intéressés. Et c'est ce qui nous fait très vivement regretter les trop nombreuses abstentions que nous avons constatées à l'Exposition universelle de 1889.

Pourquoi donc les Chambres de commerce, les municipalités, qui trouvent souvent de si beaux revenus dans la gestion de leurs Conditions publiques, ont-elles négligé presque toutes de soumettre à l'appréciation des intéressés, à la haute compétence du jury, les procédés et les appareils qui leur servent à vérifier l'état des textiles, et à établir la base des règlements de compte entre vendeurs et acheteurs ? Une telle exposition, faite d'une façon sincère et détaillée, eut réalisé un précieux enseignement. Nul doute qu'elle n'eut offert un intérêt bien plus général et bien plus vif qu'on ne semble l'avoir cru. L'industrie des textiles n'est-elle pas l'une des plus importantes et des plus florissantes en France ? Et chacun de nous n'en est-il pas tributaire dans une mesure plus ou moins grande ?

Un autre avantage, et non des moindres, eut été de pouvoir comparer les Conditions publiques entre elles, quant à leurs procédés et quant à leurs appareils. Il faut bien l'avouer : l'uniformité est loin d'exister dans les divers établissements, et il y aurait bien des desiderata à formuler. Les statuts approuvés par décret, les règlements approuvés par le Préfet, concordent assez, il est vrai. Mais dans l'application, que de détails importants dépendent de l'interprétation du directeur ou plutôt du Conseil local de surveillance ! On peut, en effet, se demander si l'impartialité est toujours bien complète, si les intérêts locaux ne sont pas quelquefois favorisés. Une exposition sincère et loyale, comme celle de Lyon, eut dissipé bien des doutes chez les intéressés. Le sujet est trop délicat pour que nous poussions plus avant ; mais nous concluons qu'une exposition comparative des Conditions publiques eut présenté un grand intérêt et une utilité pratique considérable.

PREMIERE PARTIE

Procédés des Conditions Publiques.

NATURE DES EXPÉRIENCES

Les matières textiles, qu'elles soient brutes ou déjà travaillées, sont l'objet de transactions commerciales très considérables. L'industrie ou le négoce achète les matières premières. Elles passent ensuite par le laveur, le peigneur, le moulineur, le filateur, le teinturier, le tisseur, le bonnetier, le détaillant, etc., et donnent lieu à une série nombreuse de ventes et surtout de règlements de compte. C'est précisément pour ces règlements de compte successifs que la Condition publique intervient comme expert et arbitre officiel.

Il est bien rare en effet qu'acheteurs et vendeurs soient d'accord sur le poids et sur le conditionnement de la marchandise.

Tout d'abord il faut un poids aussi exact que possible, accepté de part et d'autre, vu le haut prix fréquent du textile.

Puis la matière, quelle qu'elle soit, renferme toujours une certaine quantité d'humidité. Quelle quantité admettra-t-on comme normale ? Comment pourra-t-on apprécier exactement cette proportion d'eau ?

Enfin, si le textile a déjà subi certaines façons ou préparations, s'il est filé, il y a lieu de vérifier si le fil a bien la finesse convenue, si son retors, sa ténacité, sa régularité sont conformes à ce qui a été stipulé ; il peut même être utile de rechercher s'il se trouve chargé ou mélangé, et en quelles proportions, de matières étrangères, textiles ou autres.

C'est pour effectuer ces diverses expertises d'une façon impartiale et officielle, par suite pour éviter aux intéressés les contestations si fréquentes dans le commerce, que la loi a institué les *Conditions publiques*.

Le nom de ces sortes d'établissements provient de ce qu'à l'origine les matières textiles à expertiser étaient placées, tout entières, pendant un temps déterminé, *dans des conditions admises comme normales au point de vue hygrométrique*. De là le nom de *poids de condition* ou *poids conditionné*, donné à celui qui était déclaré par l'établissement. Il y a cent dix ans qu'en France on commença à opérer ainsi. Depuis les procédés ont absolument changé, mais le nom est resté, et l'on continue à désigner ces bureaux d'expertises sous le nom de *Conditions publiques*. Dans le Nord cette désignation paraissant trop courte sans doute, on y a substitué dans l'usage celle de conditionnement public.

Une revue historique, même abrégée, sortirait du cadre que nous nous sommes tracé. Rappelons seulement que la première Condition publique fut fondée à Turin, en 1750, par ordonnance du roi de Sardaigne. Elle avait pour objet exclusif le conditionnement des soies. Trente ans plus tard un lyonnais, M. Rast de Maupas, fondait à Lyon la première Condition publique de France, celle qui aujourd'hui encore, tient un des premiers rangs comme importance, et surtout comme organisation. Elle appartient à la Chambre de commerce de cette ville.

D'autres s'établirent ensuite dans diverses villes du Midi de la France. De même que Lyon, elles avaient toutes pour objet le conditionnement de la soie.

Ce n'est que depuis 1853 que l'on créa à Paris, à Reims, puis dans le nord de la France, à Roubaix, à Tourcoing, etc., des Conditions publiques à l'instar de celle de Lyon, mais plus spécialement destinées au conditionnement de la laine et même des cotons.

D'après ce qui précède on a vu que les expertises principales, à faire sur un lot de textile, sont :

Le pesage à l'hectogramme ou au décagramme ;

Le conditionnement hygrométrique ;

Le titrage et le numérotage des fils ;

Le décreusage des diverses soies ;

Le lavage des laines et des cotons ;

Enfin diverses vérifications secondaires.

Nous allons examiner rapidement chaque expertise en particulier.

I. — Pesage des textiles

Tous les textiles se vendent au poids lorsqu'ils sont bruts ou épurés par de premiers façonnages, ou amenés à l'état de fils, parfois même lorsqu'ils sont déjà transformés en tissus ou en tricots.

Lorsqu'un lot de textile est présenté à une Condition publique, la première opération consiste donc à constater le poids du lot tout entier. S'il est composé d'un certain nombre de balles ou de caisses, chaque colis est pesé séparément, puis les poids partiels sont additionnés pour obtenir le poids total du lot.

Afin d'éviter toute erreur on opère en double. Quant le colis, balle ou caisse, est placé sur l'instrument de pesage, et que l'équilibre est bien établi, le poids est relevé contradictoirement par deux employés, qui l'inscrivent chacun à part. Le pesage du lot terminé, ils vérifient la concordance de leurs inscriptions, et recommencent les pesées sur lesquelles ils ne seraient pas d'accord.

A l'origine du conditionnement la pesée du lot était pour ainsi dire la seule expertise. On commençait par débiller le textile préalablement pesé et le placer bien ouvert dans une chambre de dessiccation normale. Après un jour ou deux d'exposition, on admettait que son humidité était ramenée à une proportion régulière, et par la *pesée, faite alors*, on établissait *directement* le poids conditionné du lot entier.

Depuis une cinquantaine d'années les procédés ont été modifiés du tout au tout. On pèse le lot dès son arrivée, ce qui donne le poids primitif d'entrée. On en extrait aussitôt, en des endroits aussi divers que possible, un certain nombre d'échantillons dont on détermine exactement le pour cent d'humidité. Ce pour cent est appliqué au lot tout entier, et c'est alors, *par calcul*, qu'on en détermine le poids conditionné, en partant du poids primitif trouvé.

Le pesage direct du lot a donc toujours la même importance; il est souvent donné seul sur les bulletins d'expertise, bien qu'il diffère toujours du poids conditionné et qu'en général il soit plus élevé.

IMPORTANCE D'UN PESAGE EXACT

L'opération du pesage paraît bien simple. Eh bien, c'est le point qui soulève le plus de discussions. Vendeur et acheteur vérifient cette pesée primitive du lot, l'un avant, l'autre après son passage à la Condition publique. Or le vendeur est toujours tenté de se peser largement et d'arrondir en dessus le poids fractionnaire qu'il trouve. A l'acheteur au contraire, il semble très juste de s'accorder bon poids ou de se donner le trait suivant l'expression consacrée. Si une balle pèse 102 kil. 250 à la Condition, le vendeur portera 102 kil. 1/2 et l'acheteur 102 kilogrammes seulement. Ajoutez maintenant à cela les erreurs de 1 à 10 kilogrammes dues à l'oubli d'un poids sur une bascule ordinaire, les inexactitudes d'un instrument défectueux ou devenu trop dur à l'usage, celles des poids ordinaires du commerce décuplées sur la bascule; observez qu'un textile, tel qu'il se trouve dans le commerce, est toujours plus ou moins humide, et peut perdre de 1 à 4 % et plus par un transport de 8 à 15 jours, c'est-à-dire pendant son trajet entre le magasin du vendeur et celui de l'acheteur, et vous comprendrez combien il a toujours été difficile aux deux intéressés de se mettre bien d'accord sur le poids d'un lot, entre eux d'abord et ensuite avec la Condition publique.

La conclusion c'est qu'on ne saurait entourer la pesée officielle de trop de garanties. Il faut de bons, de très bons instruments de pesage, fréquemment vérifiés et bien entretenus, il faut de bons peseurs consciencieux et intelligents, il faut même, puisque c'est possible, un contrôle mécanique et permanent de chaque pesée.

Ainsi compris, le pesage officiel n'est pas un travail machinal et par à peu près, qu'on peut confier au premier venu. Le prix de la matière ne le permet pas. Si un peseur néglige seulement deux hectogrammes par balle de laine filée, après 20 balles cela fera 4 kilogrammes et, au prix de 10 francs, cela représente une perte de 40 francs pour le vendeur. Il est donc illogique et dangereux de réclamer une taxe insignifiante pour le pesage officiel des textiles, en prétextant la simplicité apparente de l'opération ; cela conduit à faire trop légèrement le pesage afin d'éviter que les frais ne dépassent les recettes.

POIDS LÉGAL ET TARES

Les bulletins des Conditions publiques doivent donner le poids de facture, c'est-à-dire le *poids net* conditionné. Après avoir établi le poids brut du lot de textile, il faut donc reconnaître le poids des enveloppes et des liens, c'est-à-dire des toiles ou des caisses, des papiers d'emballage et des ficelles. Cela constitue la *tare* qui comprend tout ce qui n'est pas le textile lui même, et qui, déduite du poids brut, donne le poids net du textile.

La loi du 13 juin 1866 règle les usages commerciaux en France. Voici quels en sont les points principaux au sujet des textiles.

Loi concernant les usages commerciaux.

« 1. — Dans les ventes commerciales, les conditions, tares, et autres usages » indiqués dans le tableau annexé à la présente loi, sont applicables dans toute » l'étendue de l'empire à défaut de convention contraire. »

« 2. — La présente loi sera exécutoire à partir du 1^{er} janvier 1867. »

TABLEAU ANNEXÉ

PREMIÈRE PARTIE

Règles générales.

1 — « Toute marchandise pour laquelle la vente est faite au poids, se vend au » poids brut ou au poids net. Le poids brut comprend le poids de la marchan- » dise et de son contenant. Le poids net est celui de la marchandise à l'exclu- » sion du poids de son contenant. »

« La tare représente, à la vente, le poids présumé du contenant. La tare » s'applique à certaines marchandises que, pour les facilités du commerce, il est » d'usage de ne pas déballer.

» 2. — Tout article se vendant au poids et non mentionné au tableau est
» vendu au poids net.

» 3. — L'acheteur a le droit, en renonçant à la tare d'usage, de réclamer le
» poids net, même pendant le cours de la livraison. »

DEUXIÈME PARTIE

MARCHANDISE	TARE	USAGES ET OBSERVATIONS	
Chanvre indigène . . .	Poids net	} Liens compris. Les types du Havre sont adoptés pour les cotons des deux Amériques et de l'Inde. Les types de Marseille, pour les cotons d'Égypte, du Levant et du bassin de la Méditerranée.	
» de Russie . . .	»		
» Etats-Unis . . .	»		
» (Jute) . . .	2 %		
» Manille (Abaca) . . .	2 %		
» Mexique (Itztlé) . . .	2 %	} En cas de contestation sur le classement de la marchandise, les échantillons en seront adressés, suivant les provenances, à l'une ou à l'autre des Chambres de Commerce des villes ci-dessus indiquées, pour être comparés aux types et être arbitrés par ses soins.	
Coton de toute provenance.	5 %		
Étoupes de cordages . . .	Poids brut	} La constatation du poids de l'emballage se fait proportionnellement. Les numéros des laines filées expriment le nombre de 1000 mètres au kilogramme. La reprise au conditionnement est de 17 %.	
Étoupes de lin . . .	Poids net		
<i>Laines :</i>			
1° indigènes	Poids net		
2° étrangères	»		
Laines peignées et filées.	»		
<i>Poils d'animaux :</i>			
1° Poils ou laines de chevreaux dits chevrons . . .	2 %		} Simple emballage.
2° Tous autres poils . . .	Poids net		
Soies	Poids net		} La reprise des soies au conditionnement est de 11 %. — L'épreuve de la finesse s'établit par 500 mètres, et le pesage se fait au poids métrique descendant jusqu'à 5 milligrammes.

ÉVALUATION PRATIQUE DES TARES

Le plus souvent on ne peut établir et mentionner que la tare proportionnelle. On pèse donc quelques emballages et on applique le poids moyen trouvé à l'ensemble du lot. S'il s'agit de filés en bobines ou en cannettes, on constate le poids d'un certain nombre de busettes ou fuseaux, et par un calcul très simple, on détermine le poids de 100 fuseaux et leur pour cent sur le poids total.

Pour que les vérifications partielles de tare soient applicables au total, il faut évidemment que les divers emballages et liens soient bien uniformes. C'est presque toujours le cas. S'il n'en est pas ainsi la Condition doit signaler l'irrégularité des emballages au bulletin, ou, ce qui est bien plus régulier, doit vérifier la tare toute entière.

Lorsqu'on achète des filés sur cannettes et qu'on ne fait pas de conventions expresses, le poids de ces tubes intervient ou non dans le règlement de compte suivant la région où l'on opère. Parfois on ne déduit rien pour les busettes, d'autres fois on en tient compte par une déduction fixe de 2 %. La loi est cependant formelle ; on a le droit de déduire du poids brut le pour cent des busettes ; mais la plupart des intéressés semblent ignorer les droits que leur confère la loi de 1886.

Je terminerai cette question du pesage en notant une précaution usitée dans toutes les Conditions publiques séricuses, et en souhaitant qu'elle soit prescrite dans tous les règlements. Lorsqu'on a à peser des lots d'épreuves, un certain nombre de bobines, d'écheveaux, etc., on fait au moins deux pesées partielles, puis une pesée totale : les deux résultats doivent concorder. En observant bien cette règle, il est impossible qu'une erreur échappe sans être rectifiée.

II. — Conditionnement hygrométrique

Le conditionnement hygrométrique est l'opération fondamentale des Conditions publiques ; toutes les autres expertises en dépendent ou s'y rapportent. Il a pour but d'établir :

1° La proportion d'humidité que renferme un lot de textile ;

2° Le poids conditionné de ce lot, c'est-à-dire celui qu'il accuserait s'il ne renfermait que la proportion d'humidité convenue, ou admise comme normale.

On sait que presque toutes les matières usuelles, matières organiques surtout papier, bois, cuir, blé, farine, fourrages, charbon, laine, coton, soie, etc., peuvent renfermer de l'humidité en proportion très variable, suivant les conditions atmosphériques dans lesquelles elles se trouvent placées. Ces conditions, chacun peut facilement les faire varier dans son intérêt, et forcer la proportion d'eau dans la matière qu'il vend au poids. C'est si simple et si pratique ! Un peu plus, un peu moins, cela ne semble pas illicite puisque naturellement la matière renferme toujours de l'humidité. Aussi ce renforcement est-il d'un usage général.

Il faut dire toute la vérité. Dans bien des cas, une humidité surabondante s'explique et se justifie par les opérations que la matière a subies ou doit subir. C'est souvent le cas pour les textiles, et cela ne présente plus d'inconvénient du moment qu'on peut apprécier aussi exactement qu'on veut, la proportion d'humidité qu'ils renferment. Il serait bien désirable que cet avantage du conditionnement soit appliqué aux substances autres que les textiles.

PRINCIPE DU CONDITIONNEMENT

Pour ces derniers le procédé du conditionnement est basé sur ce fait bien reconnu et incontesté : une matière textile peut être entièrement dépouillée de son humidité pendant un certain temps, sans que pour cela sa nature et ses propriétés caractéristiques soient modifiées d'une façon permanente et essentielle.

Cette dessiccation absolue s'obtient assez rapidement au moyen d'un courant d'air chaud et sec à une température supérieure à 100°, point d'ébullition de l'eau à l'air libre.

Ceci posé, voyons comment on opère en pratique.

Voici un lot formé de 100 balles de laine peignée, remis à la Condition publique pour être expertisé. Ce lot accuse à l'entrée, sur la bascule, un poids brut de 10 100 kilogrammes. et une tare proportionnelle totale de 100 kilogrammes. Le poids net primitif à l'entrée est donc de 10 000 kilogrammes. Notez qu'un tel lot n'a rien d'extraordinaire. Les Conditions de Roubaix et de Tourcoing reçoivent chacune 80 à 100 000 kilogrammes par jour en moyenne, et nous avons eu à enregistrer des lots de 60 et 80 000 kilogrammes.

Chaque étuve de conditionnement ne peut guère dessécher à la fois que 500 grammes de textile, et cette opération, en y comprenant le pesage et le contrôle n'exige guère moins de 45 à 60 minutes pour présenter *toutes garanties*. Un appareil ne peut donc dessécher à l'absolu que 5 à 6 kilogrammes par journée de 10 heures, suivant l'état de la matière. On voit par là combien devront être réduits les échantillons ou épreuves, pour que leur nombre ne dépasse pas la mesure du possible.

PRÉLÈVEMENT DES ÉPREUVES

Aussitôt que le pesage d'entrée des 100 balles est terminé, on prélève, au hasard, dans chacune des balles, une ou plusieurs bobines qui représenteront le lot. De chacune de ces bobines de laine peignée, au cœur et à l'extérieur, on retire des mèches qu'on répartit par lots ou 1/2 épreuves de 400 à 500 grammes chacun, et on en relève immédiatement le poids, qu'on appelle poids *primitif*. Ce sont ces preuves représentant tout le lot, qui seront desséchées à fond dans les étuves de conditionnement. L'humidité moyenne qu'elles accuseront, sera attribuée au lot entier de 10 000 kilogrammes.

DESSICCATION ABSOLUE

Chaque demi-épreuve de 500 grammes, ou lot d'épreuve, est alors introduite dans une étuve distincte, pour la détermination de son *poids absolu*. Ici nouvelle question : comment obtenir ce poids absolu ?

Il faut l'obtenir dans l'étuve même. Si l'on en retirait l'échantillon pour le porter sur une balance, il se produirait instantanément un refroidissement de la matière et une condensation d'humidité qui en augmenterait très rapidement le poids. On le pèse donc dans l'étuve même au moyen d'une balance fixée sur l'appareil, mais en prenant soin d'interrompre pendant cette pesée, tout courant d'air qui la fausserait.

A quels signes reconnaître que la matière est entièrement desséchée, autant du moins qu'elle peut l'être, et que le moment est venu d'en relever le poids absolu ?

On suit pour cela dans les Conditions publiques, ou, ce qui est plus exact malheureusement, on devrait suivre partout une règle dont l'exactitude pratique a été démontrée expérimentalement.

Lorsque deux pesées, se succédant à 10 minutes au moins d'intervalle, n'accusent pas de variation dans le poids, et *que pendant ce temps le courant d'air chaud traversant l'appareil a conservé la température convenable*, on peut admettre sans erreur appréciable que l'échantillon est complètement desséché.

L'observation de cette règle s'impose absolument à tout établissement qui veut opérer d'une façon honnête et consciencieuse, c'est-à-dire respecter également les droits du vendeur et de l'acheteur. En est-il partout ainsi ? Il semblerait que non. Michel Alcan, et d'autres après lui, ont accusé, sans les nommer, certains établissements de violer couramment cette règle. Pour gagner du temps on supprime la double pesée, et on retire les échantillons après un temps assez court,

fixé d'avance. Ainsi s'expliquerait certain taux d'humidité moyenne, déclaré par une Condition et bien inférieur à ceux constatés par les autres. C'est sans doute aussi à ce procédé qu'est due la rapidité attribuée, et pour cause, aux appareils de cet établissement, qui ne sont que des étuves Persoz-Rogeat simplifiés. On ne saurait trop protester contre de semblables procédés.

HUMIDITÉ MOYENNE POUR CENT

Revenons à notre lot de 10 100 kilogrammes, supposons que le poids primitif total des épreuves, 25 kilogrammes, se soit réduit au poids absolu de 21 kil. 250. Il y avait donc 3 kil. 750 d'eau sur 25 kilogrammes de textile, soit 15 % d'humidité. On admet que cette proportion est bien celle du lot tout entier.

Cette supposition n'a que la valeur d'une approximation ; mais elle aura d'autant plus de chances de se rapprocher de la vérité, que les prélèvements auront été plus multipliés. De là découle la nécessité de faire ce qu'on ne fait pas, c'est-à-dire de multiplier d'autant plus les épreuves que la matière expertisée est habituellement plus inégale comme humidité. Telle matière, les blouses de laine par exemple, est bien plus irrégulière au point de vue hygrométrique que la laine peignée. On devrait multiplier le nombre des épreuves ; au contraire on le réduit parce que le prix de la matière est un peu moindre. N'est-ce pas un non-sens ? C'est le prix des épreuves et non leur nombre qu'il faudrait diminuer dans la limite du possible.

Le lot renferme donc 15 % d'humidité sur le poids primitif. Il serait facile de déterminer le poids de la matière absolument sèche ; mais à quoi bon ? Ce qu'il faut, c'est le poids conditionné, le poids marchand, établi pour une proportion d'eau convenue et admise comme normale. Cette proportion est déterminée par la *reprise légale ou convenue*.

REPRISE

Il est nécessaire d'insister ici sur la signification exacte de ce terme, car elle est généralement ignorée même des intéressés. *Reprise* dérive de *reprendre*. C'est dans l'industrie textile ce qu'une marchandise reprend en poids par l'humidité. Dans le cas spécial du conditionnement, c'est la quantité d'humidité que reprennent 100 kilogrammes de textile absolument sec. Par conséquent lorsqu'on dit que la reprise légale de la soie est de 11, cela veut dire que 100 kilogrammes de soie bien sèche peuvent reprendre légalement 11 kilogrammes d'humidité. En d'autres termes l'humidité admise légalement pour la soie est de 11 kilogrammes sur 111 kilogrammes, ou de 9,91 pour 100 kilogrammes.

Il est donc important de ne pas confondre la *reprise* avec le *pour cent*

d'humidité ; ce sont deux choses bien distinctes et dont la valeur présente un écart notable. Cette confusion est pourtant fréquente. On la constate dans des rapports officiels, et même dans des publications relatives au génie civil, où elle conduit naturellement à des absurdités.

Pour fixer de suite les idées, voici les principales reprises établies par la loi ou consacrées par les usages, et les % d'humidité auxquels elles correspondent.

REPRISES	POUR CENT	MATIÈRES
7 1/2	6.97	Coton (ancienne reprise).
8	7.41	Blousses de laine.
8 1/2	7.83	Coton (reprise usuelle).
9	8.26	Blousses.
10	9.09	-
11	9.91	Soie (reprise légale).
12	10.71	Blousses, lin et chanvre.
12 1/2	11.11	Etoupes filées.
13 3/4	12.09	Jute et phormium.
14	12.28	Blousses.
15	13.04	Laine (ancienne reprise légale).
17	14.53	— (nouvelle — —).
18 1/4	15.43	— (reprise usuelle du Nord).

On remarquera dans ce tableau que la laine, à l'état de blousses, se conditionne à des reprises très diverses, suivant les conventions des intéressés. La blousse se vendait et se vend encore souvent « poids de peignage », c'est-à-dire en l'état qu'elle sort de la peigneuse, encore grasse et sans qu'on lui fasse reprendre de l'humidité. Cet état correspondrait, du moins en théorie, aux reprises de 8, 9 et 10. Quant à la reprise de 14, l'écart qu'elle présente avec les reprises de 17 ou de 18 1/4, représenterait les matières lubrifiantes qui restent dans la blousse et dont le peigné a été débarrassé par le lissage.

POIDS NET TOTAL CONDITIONNÉ.

Dans le lot que nous avons pris pour exemple, nous avons trouvé 15 % d'humidité. Le poids net total étant de 10000 kilogrammes, il y a 1500 kilogrammes d'humidité, et 8500 kilogrammes de laine absolument sèche. En admettant la reprise légale de 17 pour 100 kilogrammes, la reprise de 8500 kilogrammes se-

rait de 1445 kilogrammes, et le poids du lot entier, conditionné à 17, serait de 9945 kilogrammes, inférieur de 55 kilogrammes au poids net d'entrée.

Si au contraire on se basait sur la reprise de 18 1/4, qui est plus usitée dans le Nord pour la laine peignée, on trouverait un poids conditionné de 10051 kil. 25, supérieur de 51 kil. 25 au poids net présenté.

En principe, l'opération est donc des plus simples. Mais, quand il s'agit d'un textile autre que la soie, il arrive souvent que la Condition publique n'a pas à constater le poids net total, ou qu'elle doit donner le résultat à plusieurs reprises, légale et usuelle. C'est pourquoi les Conditions des laines, des cotons, etc., au lieu de faire figurer sur leurs bulletins le poids total conditionné, se contentent-elles d'indiquer :

1° L'humidité % constatée ;

2° Le résultat à appliquer, c'est-à-dire de combien on doit augmenter ou diminuer le poids net primitif pour obtenir le poids conditionné à telle ou telle reprise.

Il en résulte pour les intéressés un petit calcul à faire. Dans le cas cité, le bulletin porterait :

« Il en résulterait pour le lot entier :

» A la reprise légale de 17, une diminution de 0,55 % ;

» » usuelle de 18 1/4, une augmentation de 0,5125 % . »

SOLUTION DE QUELQUES PROBLÈMES

Il semble utile de consigner ici brièvement les quelques problèmes auxquels donne lieu le conditionnement.

I

Connaissant l'humidité % x d'un lot, comment déduire de son poids primitif P son poids absolu A ?

On a par définition :

$$A = P - P \times \frac{x}{100}$$

$$A = P \times \left(1 - \frac{x}{100}\right) \quad (1)$$

C'est-à-dire qu'il suffit de multiplier le poids primitif par l'unité diminuée du centième de l'humidité %.

II.

Connaissant le poids primitif P d'un lot, et son humidité %, x, quel sera son poids conditionné C à la reprise R?

On a vu que :

$$C = A + A \times \frac{R}{100}$$

d'où

$$C = A \times \left(1 + \frac{R}{100}\right) \quad (2)$$

Si l'on remplace A par sa valeur (1), on obtient :

$$C = P \times \left(1 - \frac{x}{100}\right) \times \left(1 + \frac{R}{100}\right) \quad (3)$$

III.

Quelle est l'humidité correspondant à une reprise R, et réciproquement?

Si l'on se reporte aux définitions de l'humidité % et de la reprise, on trouve la proportion :

$$\frac{x}{100} = \frac{R}{100 + R}$$

On en déduit facilement :

$$x = \frac{100 R}{100 + R} \quad (4)$$

$$R = \frac{100 x}{100 - x} \quad (5)$$

IV.

Connaissant l'humidité moyenne x d'un poids P de textile, quelle est la différence %, d, augmentation ou diminution, à faire subir à ce poids pour obtenir le poids conditionné C, à une reprise quelconque R?

Tel est le problème général qu'on a tous les jours à résoudre et dont la solution est très simple. Observons d'abord que la différence *d* sera une augmentation si le textile est trop sec, et que par suite le poids conditionné est plus grand que le poids primitif ; dans le cas contraire, cette différence sera une diminution.

On aura, dans le cas présumé d'une diminution ;

$$d = \frac{P - C}{P} \times 100$$

et, dans le cas d'une augmentation :

$$d = \frac{C - P}{P} \times 100$$

ou d'une façon générale, en prenant les signes supérieurs pour la diminution %, à faire :

$$d = \frac{\pm P \mp C}{P} \times 100$$

Si l'on remplace C par sa valeur tirée de (3), on obtient, après avoir développé et simplifié :

$$d = \pm x \left(1 + \frac{R}{100} \right) \pm R \quad (6)$$

L'opération se réduit donc à une multiplication dont un facteur est souvent le même, suivie d'une différence très simple; cette différence est une augmentation ou une diminution, suivant que le produit est plus petit ou plus grand que la reprise considérée.

En langage vulgaire, cette formule générale peut se traduire comme suit :

Multiplier l'humidité %₀ trouvée par l'unité augmentée du centième de la reprise;

Faire la différence entre ce produit et la reprise. Cette différence sera une augmentation à faire si la reprise est plus grande que le produit;

Ce sera une diminution si la reprise est plus petite.

Comme les bulletins de conditionnement indiquent toujours l'humidité %, trouvée, x , il est par suite très facile aux intéressés de calculer eux-mêmes le poids conditionné à telle autre reprise que bon leur semble.

Mais il peut arriver, et il arrive souvent dans la pratique du commerce des laines, que le problème se présente comme suit :

V.

Connaissant le poids conditionné C d'un lot à la reprise R, trouver le poids conditionné C' à la reprise R' ?

On trouvera facilement par la formule (2)

$$\frac{C}{C'} = \frac{A(100 + R)}{A(100 + R')}$$

$$C' = C \times \frac{100 + R'}{100 + R} \quad (7)$$

En langage ordinaire, cette formule peut s'énoncer ainsi : *les poids d'un même lot, conditionnés à diverses reprises, sont proportionnels à leurs reprises respectives augmentées de 100.*

VI

TEXTILES EN MÉLANGE

Il est un cas, quelque peu embarrassant, qui devient de plus en plus fréquent, et qui n'a pas encore été examiné, que je sache, par un autre auteur.

L'industrie produit de plus en plus des filés formés d'un mélange de deux textiles, laine et coton, laine et soie. L'industriel déclare dans son bulletin d'envoi la proportion du mélange et demande de conditionner le lot aux reprises respectives de chacun des textiles. Quelle sera la reprise moyenne à appliquer au lot ?

Tout d'abord, il importe de bien fixer les idées. Lorsqu'on annonce un fil de 75 % de laine et 25 % de coton, à conditionner à 17 et à 8 1/2 de reprises, cela veut dire évidemment que cette proportion existe en poids lorsque le lot se trouve dans un état hygrométrique normal, correspondant à la reprise spéciale de chaque matière. Une autre interprétation n'aurait pas de sens. On ne peut par exemple supposer que cette proportion s'applique aux poids absolus de chaque matière. Elle est faite par le manufacturier lui-même dans ses ateliers, et il ne pourrait l'établir sur poids absolus, puisqu'à l'état naturel les matières renferment toujours une certaine quantité d'humidité variable avec le textile considéré.

La proportion indiquée doit donc être appliquée aux poids conditionnés.

On pourrait obtenir une formule permettant de calculer directement la reprise moyenne cherchée. Mais elle serait compliquée, partant peu pratique. Il est préférable de diviser le problème.

1° La proportion des deux textiles étant c et c' sur 100 kilogrammes de mélange conditionnés aux reprises R et R' quelle est l'humidité moyenne %, x , du mélange ?

Comme c et c' représentent des poids conditionnés, on en déduit pour x , d'après la formule (2) :

$$x = 100 - \frac{100c}{100 + R} - \frac{100c'}{100 + R'}$$

$$x = 100 \times \left\{ 1 - \left(\frac{c}{100 + R} + \frac{c'}{100 + R'} \right) \right\} \quad (8)$$

La formule (8) peut se traduire ainsi :

Pour obtenir l'humidité moyenne, x , du mélange il faut diviser la proportion de chaque textile par 100 augmenté de la reprise spéciale du textile, additionner les résultats trouvés et en retrancher la somme de 1; en multipliant le nombre trouvé par 100, on aura la valeur de x , humidité pour 100.

Dans le cas d'un plus grand nombre de textiles dans le mélange, la formule deviendrait :

$$x = 100 \times \left\{ 1 - \left(\frac{c}{100 + R} + \frac{c'}{100 + R'} + \frac{c''}{100 + R''} \dots \right) \right\}$$

2° Connaissant l'humidité moyenne x , il est facile d'en déduire la reprise moyenne ρ , par la formule (5) :

$$\rho = \frac{100 x}{100 - x} \quad (9)$$

En appliquant ces règles à l'exemple cité d'un fil composé de 75 % de laine et de 25 % de coton, à conditionner aux reprises de 17 et de 8 1/2, on obtiendra :

$$\begin{aligned} x &= 100 \times \left\{ 1 - \left(\frac{75}{117} + \frac{25}{103.5} \right) \right\} \\ x &= 12.855 \% \\ \rho &= 14.751. \end{aligned}$$

PROPORTION DES ÉPREUVES

La manière de prélever les échantillons pour le conditionnement, le nombre de ces prélèvements, influent beaucoup sur l'exactitude des résultats, c'est-à-dire sur la conformité de l'humidité trouvée avec celle qui existe réellement dans le lot expertisé.

Les statuts des diverses Conditions publiques de France fixent le nombre des épreuves de conditionnement comme suit :

Pour la soie : 1 épreuve au minimum par 20 kilogrammes ; pour la laine, le coton, etc, 1 épreuve au minimum par 100 kilogrammes.

Le haut prix de la soie rend les frais de ces épreuves moins onéreux. Mais pour la laine, en admettant que le prix du kilogramme soit de 6 francs, comme le prix de l'épreuve est de 3 ou 4 francs, il en résulterait 1/2 % de frais rien que pour le conditionnement si l'on appliquait les statuts. Ce serait beaucoup. On a diminué, non le prix de l'épreuve, mais le nombre proportionnel des épreuves, en éludant par un subterfuge les prescriptions des statuts. Ce nombre d'épreuves, proportionnel au poids total du lot de laine, varie suivant les établissements. Il est en moyenne et par 1 000 kilogrammes : de 3 épreuves à Roubaix et à Tourcoing ; de 4 épreuves à Amiens ; de 5 épreuves à Fourmies et à Reims.

MODE DE PRÉLÈVEMENT

Il semblerait que cette dernière proportion, deux fois plus coûteuse que la première, dut donner des résultats plus approchés de la vérité. Il en serait ainsi si le mode de prélèvement était le même. Dans le Nord, à Roubaix du moins, il

est de règle de prélever en des endroits aussi divers que possible. Ainsi pour la *laine peignée*, si un lot se compose de 100 bobines, pesant 1000 kilogrammes net, on prélève 3 épreuves sur 20 bobines, en prenant des mèches à l'intérieur et à l'extérieur de chaque bobine. A Reims on ne prendrait que 10 bobines pour 5 épreuves, en prélevant chaque fois 450 grammes au cœur et au pourtour. Ajoutons qu'à Roubaix, où le mouvement des entrées est bien plus considérable, l'opération se fait *bien plus rapidement* : l'état hygrométrique de l'échantillon ne peut ainsi se modifier et c'est une garantie de plus d'exactitude.

Le prélèvement des épreuves dans des *bottes* ou des *paquets d'écheveaux* exige une main sûre et exercée. Bien souvent il arrive que dans un même paquet en rencontre des masses presque sèches, et à côté d'autres masses qui sont très humides.

Enfin si l'on a affaire à de la laine filée ou à du coton filé sur *bobines* ou sur *cannettes*, ces dernières étant rangées dans des caisses, il n'y a qu'une seule façon d'opérer présentant toute garantie, c'est de prélever les bobines ou les cannettes un peu partout en vidant toute la caisse. Pour éviter les frais pourtant minimes du rencaissage, ou plutôt pour une toute autre raison non avouée, il est des industriels qui interdisent qu'on vide tout ou partie des caisses présentées. On extrait alors les bobines en s'efforçant de pénétrer jusqu'au fond. Cela ne serait admissible que si l'on pouvait avoir toute certitude que le filé est bien uniforme partout comme humidité. Presque jamais il n'en est ainsi, et j'ai constaté maintes fois que tandis que la masse supérieure des bobines ne décelait à la main aucune fraîcheur, il se trouvait au fond des assises de bobines qui étaient littéralement trempées d'eau. Dans ce cas, c'est du hasard qui guide la main du préleveur, que dépend un bénéfice indu ou une perte exagérée.

Le public n'est pas juge des procédés de conditionnement et généralement il les ignore. C'est bien regrettable pour lui, puisque c'est lui qui paie les frais et qui subit, sans le savoir, les torts que peuvent lui causer l'incapacité ou l'incurie d'un directeur.

RÈGLES CONCERNANT LA DESSICCATION

J'ai rapporté le reproche fait à certaines Conditions publiques par Michel Alcan, et par d'autres depuis. On ne doit retirer les épreuves de l'étuve de conditionnement que lorsque deux pesées, suffisamment espacées, ont démontré qu'elles ne perdaient plus de poids. Là, au contraire on ne les pèserait qu'une seule fois après un temps uniforme et assez court, et on les retirerait aussitôt. C'est là une grave infraction aux règles et à la justice. Et qu'on ne dise pas que c'est une supposition. Lorsque j'étais directeur de Condition publique, une personne, prétendant qu'on trouvait trop d'humidité dans la laine, voulait exiger de moi que les épreuves fussent retirées plus tôt des étuves de conditionnement,

ainsi, disait-elle, que cela se pratiquait dans une autre Condition publique. Peut-être le fait-on maintenant.

Pour que la durée d'une opération de dessiccation fut toujours uniforme et réduite à son minimum, il faudrait qu'elle ne s'appliquât qu'à une même matière, se présentant toujours dans le même état. Il n'en est pas ainsi dans les Conditions publiques. A Roubaix et à Tourcoing surtout on reçoit les textiles les plus divers, soie, laine, coton, chanvre, parfois même du jute et du lin. Bien plus, une même matière, la laine par exemple, se présente sous des états bien différents, à l'état brut, en peigné, en blousses, en écheveaux, en bobines... Or la laine brute ou lavée et les blousses, exigent au moins deux fois plus de temps pour leur dessiccation que la laine en écheveau. La dessiccation de la soie peut être bien plus rapide puisque l'on peut alors donner au courant d'air chaud 125 et même 135° centigrades, tandis qu'on ne doit pas dépasser 120° pour la laine, et 108° pour le coton.

Que dire de ceux qui prétendent conditionner la laine en bobines sans dévider l'épreuve, et sans augmenter la durée de l'opération ? Que ce soit ignorance ou mauvaise foi, c'est également inadmissible. J'en dirai autant des pelottes dont l'usage devient de plus en plus général dans les livraisons faites à la bonneterie. J'ai constaté par des essais répétés que de la laine en pelottes exigeait jusque trois heures de dessiccation dans l'étuve alors que cette même laine dévidée était conditionnée en moins de trois quarts d'heure.

Il y aurait bien d'autres détails à signaler ; mais quelque soit leur intérêt, cela nous entraînerait trop loin. Je terminerai donc la question de conditionnement par une note sur les reprises.

FIXATION DES TAUX DE REPRISE

Nous avons déjà vu en quoi consiste la reprise. C'est, en principe du moins, la quantité d'humidité que peuvent reprendre naturellement 100 kilogrammes du textile absolument sec.

Dans les transactions c'est forcément un taux constant et uniforme pour chaque textile.

En réalité, la reprise naturelle est essentiellement variable. Placés côte à côte dans le même milieu et pendant le même espace de temps, de la soie, de la laine, du coton, etc., se chargeront d'humidité en proportions bien différentes. Il arrivera même ce fait curieux que, suivant les conditions hygrométriques dans lesquelles les deux matières seront placées, la laine renfermera moins d'humidité pour cent que la soie, ou inversement. En effet la teneur en humidité varie non seulement d'une substance à une autre, mais elle se modifie aussi pour la même matière avec la température, avec le degré hygrométrique de l'air, et l'impor-

tance de ces variations est bien différente d'un textile à l'autre. Dans une même matière l'affinité hygrométrique varie suivant les sortes; certaines préparations, le peignage, la teinture, le filage, les charges ou l'état de pureté de la fibre, modifient aussi cette affinité.

Sur quoi donc se baser pour établir une reprise normale et fixe? Ne pourrait-on la déterminer pour chaque substance d'une façon rationnelle? La densité, la solubilité, et bien d'autres propriétés de la matière, sont aussi bien variables: pourquoi ne pas appliquer une méthode analogue à la détermination de la capacité hygrométrique des textiles? La moyenne obtenue pour chaque substance, dans des conditions déterminées, correspondrait à la *reprise normale*.

Il faudrait pour cela de nombreuses expériences, conduites avec soin et méthode, et surtout un opérateur compétent et capable. Mais le but vaut bien la peine qu'on y prendrait, et il est probable qu'on arriverait en outre à des résultats imprévus, à des indications précieuses sur les causes qui font varier les propriétés des textiles.

Actuellement, les diverses reprises en usage, telles que nous les avons mentionnées plus haut, sont plutôt le résultat de l'accord intervenu entre les intéressés.

Pour la soie la reprise de 11 aux 100 kilogrammes est admise depuis longtemps d'une façon générale et indiscutée.

REPRISES DIFFÉRENTES RÉCLAMÉES POUR LA LAINE

On est loin d'être d'accord pour la reprise de la laine. Chacun réclame avec opiniâtreté celle qu'il trouve le plus conforme à ses intérêts.

Au début, il y a 40 à 50 ans, le taux de 15 aux 100 kilogrammes avait été déclaré légal et obligatoire. Sur les réclamations très vives et incessantes des producteurs, ce taux légal fut porté à 17 et rendu à peu près facultatif. Il n'est applicable de droit qu'en l'absence de conventions formelles et contrares, entre l'acheteur et le vendeur.

Mais ce malheureux taux de 17 ne contente personne: les uns voudraient revenir à 15 $\frac{1}{2}$, les autres faire consacrer par la loi le taux de 18 $\frac{1}{4}$, presque exclusivement usité dans le Nord pour la laine peignée ou filée. Chacun a pour cela les meilleures raisons, et tous sont d'accord pour dire que la reprise doit correspondre à l'état naturel ou ordinaire de la laine. Mais quel est cet état?

La bonneterie, surtout dans le centre et le midi de la France, voudrait avec raison retrouver le poids conditionné qu'elle a payé, même après un long séjour de la matière dans ses magasins ou ses ateliers.

Le marchand peigneur, le filateur, soutiennent que l'état normal de la laine est celui qu'elle possède ou doit posséder en sortant du peignage ou de la filature,

après avoir été lissée ou vaporisée, c'est-à-dire en propres termes *humidifiée*. Ils s'appuient sur ce fait bien connu que pour bien se travailler la laine doit renfermer un *surcroît d'humidité*. Le fait n'est pas discuté, mais pourquoi faire entrer ce surcroît en ligne de compte et payer de l'eau pour de la laine puisque le conditionnement permet de l'éliminer des réglemens ? Une telle pré-tention ne serait même pas discutée par des juges impartiaux et désintéressés.

En 1889, une très vive polémique s'engagea entre les producteurs de laine peignée ou filée et les consommateurs de cet article. Les premiers, représentant les grands centres industriels du Nord, demandaient que le taux de 18 1/4, qu'ils ont fait prévaloir dans les usages, fut inscrit dans la loi au lieu de la reprise de 17 aux 100 kilogrammes. Les seconds, dispersés un peu partout en France, protestaient très vivement contre un surcroît reconnu d'humidité, qu'ils comparaient à un mouillage frauduleux du vin, et réclamaient comme taux égal de reprise pour la laine 15 1/2 au lieu de 17.

Saisi de ces réclamations opposées, le Gouvernement déposa au commencement de 1890, un projet de loi sous la signature de M. Tirard. L'article unique de cette loi abolissait purement et simplement tout taux légal pour la laine. Ce moyen d'accord a été trouvé trop radical par les intéressés, et déjà on peut dire que le projet de loi est bel et bien enterré. Nous restons donc dans le *statu quo ante bellum*.

REPRISES EN USAGE

Nous n'entrerons pas plus avant dans l'examen de cette question si controversée des reprises ; nous citerons simplement les reprises recommandées par le Congrès de Turin, en faisant observer qu'il adopte 18 1/4 pour la laine peignée et 17 pour la laine filée. Cela n'est guère pratique, mais c'est une preuve de l'embarras où l'on se trouvait de prendre une décision :

Soie	11 aux 100
Laine peignée	18 1/4 —
Laine filée	17 —
Coton	8 1/2 —
Lin	12 —
Chanvre	12 —
Etoupes filées	12 1/2 —
Jutes et phormium	13 3/4 —

III. — Titrage et numérotage

Le titrage de la soie, le numérotage des fils de laine, coton, lin, chanvre, etc., ont pour objet de déterminer la finesse du fil expertisé. Cette finesse s'exprime

pour la soie par le *titre*, et pour les autres fils par le *numéro*. Elle ne peut se mesurer, comme pour les fils de métal, avec un simple calibre, elle se détermine par la proportion qui existe entre le poids et la longueur d'un fil.

Le titre légal de la soie est exprimé par le poids en grammes de 500 mètres du fil expertisé.

Le numéro légal des autres fils s'exprime par la longueur de fil en 1000 mètres nécessaire pour obtenir le poids de 1 kilogramme.

Par exception, le coton se numérote au demi-kilogramme.

Tels sont légalement, en France, le titre et le numéro des fils, comme ils ont été prescrits et fixés par le décret du 14 décembre 1810, modifié, quant au coton, par ordonnance du 26 mai 1819.

Nous devons ajouter que le titre légal, par trop différent de l'ancien titre au dernier, tend à être remplacé par un titre nouveau, international, représenté par le *poids en grammes d'un myriamètre*.

Plusieurs congrès internationaux se sont réunis à Vienne, à Bruxelles, à Turin, enfin à Paris, en vue de l'unification du numérotage des fils, et ils ont adopté ces définitions si simples et si claires, basées sur les unités du système métrique.

En Allemagne en particulier ces définitions sont devenues depuis quelques années d'un usage exclusif. En Angleterre, par contre, elles ne seront possibles que lorsqu'on se résoudra enfin à remplacer par le système métrique un système suranné de mesures dont le maintien n'est plus sérieusement justifiable.

Nous sommes malheureusement obligés de constater qu'en France même une pitoyable routine a maintenu, dans certaines régions surtout, l'usage des vieux numéros et de l'ancien titre, parallèlement aux titres et numéros légaux. Nous serons donc obligés de les définir en quelques mots.

ANCIEN TITRE DE LA SOIE

L'ancien titre de la *soie* est fonction de l'aune et du denier. L'aune valait $1^m,188 \frac{435}{1000}$, et le denier, 0^g,053 13. Le titre était exprimé par le poids en deniers de 400 aunes, soit de 476 mètres. Après le décret de 1810 est encore intervenu un titre bâtarde, dérivé du mètre et du denier, et égal au poids de 500 mètres en deniers.

NUMÉROS ANCIENS ET ÉTRANGERS

Le numérotage de la laine variait autrefois suivant les régions d'un même pays, de même que les anciennes unités de poids et de mesure. L'unité de poids

était la livre, qu'on a fait depuis égale à 1/2 kilogramme. Le numéro était représenté par le nombre d'échevettes nécessaire pour faire le poids d'une livre. Mais ces échevettes avaient une longueur de 700 mètres à Reims, 710 à Paris, 712 en Alsace, 714 dans le Nord, 720 à Lyon, etc. Et encore n'était-ce que pour la laine peignée. Pour la laine cardée à Vienne, Sedan, Elbeuf, le numérotage était encore différent et plus complexe.

En Angleterre le numéro de la laine peignée est égal au nombre d'écheveaux de 560 yards contenus dans une livre ADP, c'est-à-dire au nombre de fois que le poids de 512^m,055 de fil, est contenu dans 453^{gr},593.

Enfin, dans les autres pays le numéro du fil de laine peigné dérivait à la fois des mesures anglaises et des mesures locales.

Pour le *coton* il ne reste guère en présence que deux systèmes de numérotage: le système métrique conforme à l'ordonnance de 1819, où le numéro est exprimé par le nombre de mille mètres au 1/2 kilogramme, et le système anglais où le numéro est exprimé par le nombre d'écheveaux de 840 yards contenu dans une livre avoir du poids.

Le numérotage anglais est encore presque seul en usage pour le *lin*. Le paquet, composé de 100 écheveaux, équivaut à 360 000 yards: le numéro est le nombre de paquets aux mille livres avoir du poids. L'usage a quelque peu modifié les poids des paquets des différents numéros.

MODE D'OPÉRER

Dans les Conditions publiques françaises, voici comment on détermine le titre ou le numéro d'un fil, conformément aux statuts et règlements. On forme sur une tavelle mesureuse, à périmètre bien exact, un certain nombre d'échevettes ayant chacune 500 mètres de longueur. On pèse chaque échevette à part, puis toutes les échevettes réunies.

S'il s'agit de soie, le poids moyen d'une échevette donne directement le *titre légal* de l'essai.

S'il s'agit de tout autre fil, des différents poids trouvés on déduit le poids moyen de 1000 mètres, et par une simple division le *numéro légal*.

Les romaines sont sujettes à trop d'inexactitudes pour être admises dans ces établissements officiels. Les échevettes sont pesées partout sur des balances de précision.

Le nombre des échevettes de soie est partout de 18 ou de 20 flottes par essai.

Pour les autres textiles il est loin d'être uniforme dans toutes les Conditions publiques. Les règlements primitifs prescrivent bien de faire par essai 6 échées de 500 mètres chacune; mais on est unanime à reconnaître que ce nombre est souvent

insuffisant pour donner une approximation convenable. Le fil, en effet, n'est jamais parfaitement uniforme, et il serait absurde de prétendre le contraire.

Supposons donc qu'on ait à numéroter de la laine filée sur bobines. Si l'on se borne à 6 échées de 500 mètres, on ne peut prélever que sur 6 bobines. Si l'on veut en outre serrer l'essai, faire une vérification plus rigoureuse, il faut prélever de chaque bobine une échée sur le dessus et une échée dans le fond. Il en résulte que l'épreuve relative à des centaines de kilogrammes de fil dépend alors de trois petites bobines, soit de 120 à 150 grammes au plus. C'est beaucoup trop peu.

Il est bien préférable, comme le font quelques Conditions, de porter le nombre des échées à 10 au minimum, et préférablement à 20, en limitant la longueur de l'échée à 250 mètres. Cette longueur est bien suffisante, du moment que les pesées se font sur une balance bien sensible. On peut ainsi faire 20 prises différentes au lieu de 6, et mieux éviter la superposition des fils qui peut occasionner quelque inexactitude dans les numéros moyens. Pour les gros numéros, on réduit la longueur des échées d'essai à 200 mètres et même à 100 mètres.

J'ai constaté par mon expérience personnelle, pendant plusieurs années, qu'on arrivait ainsi à une plus grande exactitude, et que les avantages de ce mode d'opérer étaient très appréciés des intéressés.

Mais, pourquoi cette amélioration indéniable n'est-elle pas adoptée par toutes les Conditions publiques ? Pourquoi même est-elle supprimée quand le Directeur qui l'a réalisée, vient à quitter l'établissement ? Il faut bien l'avouer : les raisons en sont étrangères au but du numérotage. Il y a d'abord l'esprit administratif trop souvent réfractaire au progrès, d'autant plus qu'il ne s'en rend pas compte bien souvent. Puis, pour les fils autres que la soie, la taxe d'une épreuve est seulement de 1 franc. C'est peu rémunérateur, sinon dispendieux, et c'est une raison majeure lorsque la municipalité, propriétaire de l'établissement, fait passer en première ligne les revenus qu'elle peut en tirer. Une autre cause provient des installations insuffisantes. Telle Condition a été aménagée un peu à l'étroit ; les opérations se sont multipliées au delà des prévisions ; l'emplacement et l'outillage ne suffisent plus qu'à grand peine au travail courant, et l'on serait bien empêché de doubler ou de tripler le nombre des échevettes.

NUMÉRO CONDITIONNÉ

Puisque le poids est l'un des deux facteurs dans la détermination du titre ou du numéro, il est rationnel et indispensable de tenir compte de l'humidité qui peut faire varier ce poids. La même laine, les mêmes échevettes donneront des numéros variant avec la proportion d'humidité de la matière. Un fil de laine numérotant du 100 mille mètres en filature, avec 10 % d'humidité, ne représentera plus que du 92,96 avec 15,43 %, d'eau, proportion correspondant à la

reprise du Nord de 18 1/4. Par contre, du fil faisant du n° 100 à la reprise légale de 17, c'est-à-dire avec 14,53 % d'humidité, donnera du 105,30 s'il ne renferme plus que 10 % d'eau. Il faut donc faire entrer en ligne de compte l'humidité des échevettes de titrage.

Pour la soie, la chose a beaucoup moins d'importance, grâce au bon choix du taux de reprise. Par le dévidagé seul, les flottes d'essai ne retiendraient guère qu'une humidité correspondant à la reprise de 11 aux % kilogrammes, du moins le fait est affirmé par les directeurs des Conditions des soies les plus importantes.

Il en est tout autrement pour la laine, le coton, etc., d'autant plus que leur taux de reprise correspond à une humidité plus grande que l'humidité naturelle. Ici le conditionnement direct des échevettes de tirage s'impose pour toute expertise sérieuse. On détermine ainsi le *numéro conditionné* du fil. C'est admis en principe par le commerce, et les règlements de compte se font au numéro conditionné.

Là encore il y a des procédés défectueux qui devraient être interdits. Soit ignorance, soit négligence, il est telle Condition où l'on applique aux échevettes de titrage les résultats trouvés pour les épreuves de conditionnement.

Cette manière d'opérer repose sur cette *hypothèse* que l'humidité est uniformément répartie sur les centaines ou milliers de kilogrammes à expertiser, et que les épreuves diverses prélevées renferment toutes la même proportion d'humidité. Or, toutes les opérations qu'on fait chaque jour dans une Condition, démontrent la fausseté absolue d'une telle supposition; l'écart moyen entre les proportions d'humidité des différents lots varie entre 2 et 5 %. Il est donc absurde d'attribuer aux échevettes de titrage une teneur hygrométrique constatée sur d'autres échantillons du même lot, et cela peut causer de graves préjudices aux intéressés.

NUMÉRO DÉCREUSÉ

Le numéro réel d'un fil peut encore être modifié par les matières étrangères qui chargent le textile: graisses, savons calcaires, etc. Comme pour l'humidité, la charge des échevettes de titrage doit se déduire, non d'une comparaison sans garantie, mais bien d'une constatation directe.

Je ne ferai qu'énoncer ici l'influence possible de l'humidité plus ou moins grande, de la tension obtenue au dévidage, sur les longueurs de l'épreuve de titrage ou de numérotage. Je terminerai ces quelques observations par la solution des problèmes journaliers auxquels donne lieu cette expertise.

I

FORMULES RELATIVES AU TITRAGE ET AU NUMÉROTAGE

Connaissant le poids moyen de 500 mètres d'un fil de soie, déterminer :

Le titre légal t ;

Le titre métrique nouveau T ;

L'ancien titre français au dernier, δ .

Par définition, le titre légal t est égal à ce poids moyen.

$$T = t \times 20 \quad (9)$$

L'ancien titre au dernier, δ , est le poids en deniers de 400 aunes, soit 476 mètres; ce poids est en grammes :

$$t \times \frac{476}{500}$$

Traduisant ce poids de grammes en deniers de 0,05313, on obtient :

$$\delta = t \times \frac{952}{53,13} \quad (10)$$

ou

$$\delta = t \times 17,9183$$

On trouvera inversement

$$t = \delta \times 0,0558 \quad (11)$$

II.

Connaissant p , poids moyen en grammes de 1 000 mètres du fil essayé, déterminer son numéro légal, N .

$$N = \frac{1000}{p} \quad (12)$$

Cette formule s'applique à tous les fils, autres que la soie et le coton. Pour ce dernier, comme le numéro est au 1/2 kilogramme généralement, il suffit dans ce cas de prendre la moitié du résultat donné par (12).

III.

Etant donné N , numéro légal d'un fil de laine, en déduire le numéro ancien n , à l'échevette de 714 mètres au 1/2 kilogramme, et inversement.

Soit p , poids en grammes de 1 000 mètres du fil essayé.

$$n = \frac{500 \times 1000}{p \times 714}$$

$$\frac{n}{N} = \frac{1}{1.428}$$

D'où l'on déduit :

$$n = N \times 0,700\ 28. \quad (13)$$

et inversement

$$N = n \times 1,428. \quad (14)$$

Si la longueur de l'échevette était, au lieu de 714 mètres, de 700, 710, 712 ou 720 mètres, on remplacerait

dans (13) 0,70028, respectivement par :

$$0,714\ 29 \quad - \quad 0,704\ 23 \quad - \quad 0,702\ 25 \quad - \quad 0,694\ 44.$$

dans (14), 1,428, respectivement par :

$$1,400 \quad - \quad 1,420 \quad - \quad 1,424 \quad - \quad 1,440.$$

IV.

Quelle est, pour la laine peignée ou filée le numéro anglais v , correspondant au numéro légal N ?

Si on se rappelle (act du 8 août 1878), que

Le yard vaut 0^m,914 38,

La livre avoir du poids, 0 kil. 453 59,

On obtient

$$v = \frac{453,59 \times 1000}{p \times 560 \times 0,91438}$$

d'où l'on tire par proportion, en effectuant les calculs :

$$v = N \times 0,885\ 83. \quad (15)$$

$$N = v \times 1,128\ 9. \quad (16)$$

V.

Connaissant p , poids en grammes de 1000 mètres de coton filé, en déduire le numéro anglais v , et établir les relations entre v et N , numéro légal du coton au 1/2 kilogramme.

$$v = \frac{453,59 \times 1000}{p \times 840 \times 0,91438}$$

$$v = N \times 1,1811. \quad (17)$$

$$N = v \times 0,846\ 67. \quad (18)$$

VI.

Étant donné p , poids en grammes de 1000 mètres de fil de lin, quel est le numéro anglais v , correspondant au numéro légal N ?

On a par définition :

$$v = \frac{453\,592 \times 1000}{p \times 360\,000 \times 0.91438}$$

$$v = \frac{1}{p} \times 1378 \quad (19)$$

$$v = N \times 1,378. \quad (20)$$

$$N = v \times 0.725\,71. \quad (21)$$

Observation. — Le poids p de mille mètres de fil se déduit facilement du poids de 1 paquet, ce dernier devant renfermer 360,000 yards, ou 329 177 m. 88 de fil.

VII.

Étant donné en grammes le poids p de mille mètres d'un fil de chanvre, de jute ou de phormium, établir le numéro anglais v répondant au numéro français N .

Le numéro anglais est exprimé par le nombre d'échevettes de 300 yards renfermé dans une livre. Donc :

$$v = \frac{453,592 \times 1000}{p \times 300 \times 0,91438}$$

$$v = \frac{1}{p} + 1653,5 \quad (22)$$

$$v = N \times 1,653\,5. \quad (23)$$

$$N = v \times 0,604\,76. \quad (24)$$

VIII.

Presque toujours, les bulletins de conditionnement donnent les résultats en indiquant l'augmentation ou diminution %, d , à faire subir au poids primitif pour obtenir le poids conditionné.

Connaissant N_p , numéro primitif d'un fil, et d , différence % à faire subir au poids primitif, en plus ou en moins, trouver N_c , numéro conditionné.

$$N_c = N_p \times \frac{1}{1 \pm \frac{d}{100}} \quad (25)$$

d s'ajoute ou se retranche, suivant qu'il représente une augmentation ou une diminution.

IX

Connaissant N_1 , numéro d'un fil qui renferme x_1 % d'humidité, déterminer N_2 , numéro qu'il accuserait s'il renfermait x_2 % d'humidité.

Il est très facile d'établir que dans un système quelconque de numérotage, en appelant p_1 et p_2 les poids de 1000 mètres de fil suivant que l'humidité % est x_1 ou x_2 , on a la proportion :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{p_2}{p_1} \quad (26)$$

On en déduit en se basant sur la formule (1) :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{100 - x_1}{100 - x_2}$$

$$N_2 = N_1 \times \frac{100 - x_2}{100 - x_1} \quad (27)$$

Soit par exemple

$$N_1 = 100; x_1 = 10; x_2 = 15,43 :$$

$$N_2 = 100 \times \frac{84,57}{90}$$

$$N_2 = 93,966$$

IV. — Décreusage et lavage.

Outre l'humidité qu'elles contiennent à l'état hygrométrique, les matières textiles sont le plus souvent chargées d'une quantité très variable de matières étrangères dont la provenance peut-être naturelle ou artificielle.

Ce serait sortir de notre sujet que de les passer en revue dans les divers textiles : il suffit d'en citer quelques-unes à titre d'exemple. La soie et les tussahs renferment naturellement une certaine proportion de grès ou vernis gommeux ; la laine brute est chargée d'une quantité de suint plus considérable encore, sans compter les poussières et les débris de toutes sortes ; lavée elle en contient encore plus ou moins suivant que l'opération a été exécutée d'une façon plus ou moins imparfaite ; puis lorsqu'elle a été peignée ou cardée, filée, retordue, teinte, on y trouve, suivant les cas, des huiles, des graisses, de la glycérine, des savons calcaires, des matières colorantes, etc. Le lin, le chanvre, le coton donnent lieu aussi à des observations analogues. Enfin il peut arriver qu'on trouve dans les textiles des matières dont la présence ne peut s'expliquer ni par les préparations

subies, ni par la destination à leur donner : elles ne peuvent être attribuées qu'à l'intention frauduleuse d'augmenter indûment le poids du textile.

On comprend facilement par là que le dosage des matières étrangères est le complément naturel du conditionnement hygrométrique.

DÉCREUSAGE DE LA SOIE.

Le *décreusage* a pour but de *constater* et d'*évaluer* la charge des soies de toute nature. Cette dénomination est exclusivement réservée aux opérations qui ont la soie pour objet. Dans l'industrie cela s'applique à tous les procédés qui ont pour but de débarrasser la soie des matières étrangères qui peuvent la charger. Dans les Conditions publiques, le sens en est plus spécial, et l'opération s'effectue par un procédé uniforme décrit sommairement dans les statuts et règlements de la condition des soies de Lyon.

Le décreusage de la soie s'effectue à l'aide de deux cuites successives d'une demi-heure chacune dans un bain de savon. La quantité de savon, employée pour chaque cuite, est le quart du poids absolu de l'échantillon. La soie, renfermée dans un sachet en toile claire, est plongée dans le bain lorsqu'il est en pleine ébullition, et que le savon est entièrement dissous.

Après la première cuite la soie est simplement tordue puis chevillée. Après la seconde, elle est tordue, puis rincée à grande eau dans une eau tiède.

La pureté de l'eau employée a une influence très appréciable sur les résultats de l'opération. Des expériences comparatives faites dans diverses Conditions publiques sur des échantillons extraits d'un ballot de soie bien régulière, en ont fait ressortir l'importance. Le décreusage exécuté avec de l'eau presque chimiquement pure, marquant peut être 1° hydrotimétrique, ou avec de l'eau distillée, a accusé 2 % de perte en plus que celui fait avec de l'eau du Rhône, qui pourtant ne mesure que 15° à 17° hydrotimétriques.

Pour chaque opération de décreusage on prélève environ 100 à 120 grammes de soie qu'on répartit en deux lots à peu près égaux. On en établit le poids absolu avant et après le décreusage, et la différence donne par un simple calcul la perte % de l'échantillon.

LAVAGE DE LA LAINE, DU COTON, ETC.

Quand il s'agit des textiles autres que la soie, le nom de décreusage n'est plus applicable, mais bien celui de *lavage*. Celui de dégraissage, appliqué vulgairement à la laine, est inexact ; il présente en outre l'inconvénient d'une confusion possible avec le dégraissage industriel, qui est une chose toute différente.

Il n'existe pas pour le lavage de procédé bien uniforme et réglementé. Il est évi-

dent que cette opération doit se faire tout autrement suivant qu'on a affaire à de la laine, à du coton, à du chanvre ou à d'autres textiles. De plus, si on ne considère que la laine par exemple, on comprend facilement qu'on ne puisse traiter d'une façon identique de la laine en suint, de la laine peignée et lissée, des laines teintées, ou des laines chargées de 8 à 20 % d'huiles ou de graisses. Aussi jusqu'à ce jour cette opération n'a-t-elle dans les Conditions publiques qu'une valeur tout officieuse, qui dépend pour beaucoup de l'opérateur.

Si l'on considère les graves préjudices que peuvent causer des expertises de lavage mal faites, on conviendra certainement qu'elles doivent être interdites dans les établissements dont le directeur ne peut justifier de connaissances suffisantes en chimie. N'est-il pas inconcevable qu'une Condition publique soit, même par intérim, dirigée par un homme, qui, en fait de carbonate de soude ne connaît que la potasse de la bonne femme qui blanchit son linge ! Et ce n'est pas une simple hypothèse ; on a vu de tels faits se produire. Aussi que de résultats faux, qu'on ne sait même pas traduire en chiffres !

PROCÉDÉ DE LAVAGE DES LAINES PEIGNÉES TEINTÉES, ETC.

Je ne ferai qu'indiquer ici le procédé applicable aux laines peignées, et à celles qui sont teintées ou légèrement grasses.

Tout d'abord il importe de n'employer que des eaux convenablement pures : on évitera ainsi de trouver un poids plus fort après qu'avant lavage, comme cela arrivait, et comme cela arrive sans doute de nouveau dans certain établissement.

L'échantillon prélevé pour le lavage, 300 grammes environ, est partagé en deux lots à peu près égaux, puis leurs poids absolus sont établis dans l'étuve de conditionnement.

On soumet alors les deux lots d'épreuve à une série de bains et de rinçages à la température de 36° environ, qui se succèdent comme suit :

1° Bain de 10 minutes dans eau pure ;

2° Bain dans eau acidulée par 1 % d'acide chlorhydrique, durée 15 à 20 minutes ;

3° Rinçage dans eau pure et tiède ;

4° Bain de 15 à 20 minutes dans une dissolution de carbonate de soude à 2° Baumé ;

5° Rinçage à l'eau pure ;

6° Rinçage à l'eau aiguisée de quelques gouttes d'acide acétique.

La différence entre les poids absolus avant et après lavage est souvent très faible : aussi le conditionnement de ces épreuves doit-il être fait avec un soin tout spécial, si l'on ne veut être exposé à de graves erreurs.

Comme je l'ai fait observer plus haut, un procédé unique de lavage ne peut répondre à tous les cas surtout si la laine est frauduleusement chargée de ma-

tières bien choisies. En ce cas il faut recourir à l'analyse chimique, et il n'y a actuellement de laboratoires qu'aux Conditions publiques de Lyon et de Paris.

CALCUL DES RÉSULTATS

Dans les bulletins des Conditions publiques le pour cent des matières étrangères se rapporte aux poids absolus, tandis que celui de l'humidité est relatif aux poids primitifs. Pour avoir la teneur totale en eau et en matières étrangères on ne peut donc ajouter ces deux pour cent, encore moins faire la différence du premier avec l'augmentation ou la diminution % résultant du conditionnement. Pour éviter aux intéressés un embarras bien naturel lorsqu'ils voulaient déduire le % des matières étrangères, je faisais donner sur un bulletin spécial les résultats définitifs tout calculés, tout en indiquant la perte % sur les poids absolus. Depuis on a supprimé ce bulletin à Tourcoing, sans doute pour économiser du papier et du travail.

Je donnerai donc succinctement aux intéressés le moyen de suppléer au défaut d'indications des bulletins de lavage.

I

Etant donné x , humidité moyenne % d'un lot de laine, et y , sa teneur % sur les poids absolus, en corps étrangers, déterminer z , proportion % totale d'humidité et de corps étrangers.

Par définition y se rapporte à 100 kilogrammes secs ; soit y' la proportion pour 100 kilogrammes primitifs, c'est-à-dire pour $(100 - x)$ kilogrammes secs on aura :

$$\frac{y}{100} = \frac{y'}{100 - x}$$

$$y' = y - \frac{xy}{100} \quad (28)$$

$$z = x + y - \frac{xy}{100} \quad (29)$$

La formule (29) montre que lorsque la valeur de y est notable, on commet une grosse erreur en prenant z égal à la somme de x et de y .

Les deux quantités x et y sont données aux bulletins de conditionnement et de décreusage ; x , humidité moyenne, est aussi désignée *perte %* au conditionnement, et y , *perte %* au lavage.

II

Etant données, x , perte % au conditionnement, et y , perte % au lavage sur les poids absolus, quelle est la différence % d , à faire subir au poids d'entrée du lot pour obtenir le poids conditionné à la reprise R ?

Il suffit de reprendre la formule (6), et d'y remplacer x , humidité moyenne, par la perte totale % due à l'humidité et aux corps étrangers.

Exemple :

$$d = \pm \left(x + y - \frac{xy}{100} \right) \left(1 + \frac{R}{100} \right) \pm R \quad (30)$$

soit

$$\begin{aligned} x &= 15, \text{ perte ou humidité } \text{‰}; \\ y &= 8, \text{ perte } \text{‰} \text{ au lavage;} \end{aligned}$$

on a pour perte totale :

$$15 + 8 - 1,20 = 21,80$$

et pour le produit formant premier terme, avec $R = 18,25$:

$$21,80 \times 1,1825 = 25,7785$$

par suite d est une diminution, et sa valeur est

$$d = 25,7785 - 18,25$$

$$d = 7,5285$$

III

Il arrive qu'on admet pour les corps étrangers une *tolérance* analogue à la *reprise* d'humidité. De la laine est mise en teinture. Il est évident que cette laine fixant sur ses fibres des matières colorantes, se charge par ce fait même d'un corps pondérable autre que le textile. D'autre part le teinturier doit souvent au préalable laver à fond la laine pour la débarrasser des corps étrangers qui pourraient nuire à la teinture. Ce sera justice de lui en tenir compte en lui accordant une *tolérance* déterminée en matières étrangères.

Autre cas, un filateur en gros, livre de la laine filée qu'il a été convenu de graisser à 8 %. Si le lavage accuse une perte supérieure due à la présence de matières étrangères il est évident qu'on doit lui tenir compte d'une tolérance de 8 %, et ne déduire que le surplus.

Il est rationnel et pratique d'évaluer cette tolérance T d'une façon analogue à la reprise, c'est-à-dire en la rapportant à 100 kilogrammes de textile sec et pur. Pour en tenir compte il suffit d'en augmenter la reprise, et remplacer dans (30) R par $R + T$.

Cette formule devient alors :

$$d = \pm \left(x + y - \frac{xy}{100} \right) \left(1 + \frac{R + T}{100} \right) \pm (R + T) \quad (31)$$

Si nous reprenons l'exemple cité plus haut, en admettant une tolérance T de 4 aux 100 kilogrammes, nous trouverons :

$$d = \pm (21,80 \times 1,2225) \mp 22,25$$

donc une diminution $\% d = 5,4005$ au lieu de $7,5285 \%$ qu'on obtiendrait sans tolérance.

Par ce qui précède on voit qu'il est logique et nécessaire de conduire l'expertise du lavage de façon à déterminer directement la proportion des corps étrangers indépendamment de l'humidité. Il est donc regrettable que soit ignorance, soit désir de faire indûment une économie sans importance, quelques Conditions se contentent de déterminer en bloc la perte pour cent totale due à l'élimination de l'humidité et des corps étrangers. Si on leur demande la proportion de la charge, ces bureaux la calculent par simple différence entre la perte totale et le pour cent d'humidité trouvé sur d'autres échantillons non lavés. Un tel procédé est faux et sans valeur vu que l'humidité est toujours répartie d'une façon inégale.

V. — Expertises diverses.

Il est tout naturel qu'un établissement officiel faisant le pesage, le conditionnement, le titrage et le numérotage des textiles, soit également sollicité de faire d'autres expertises secondaires, parfois intéressantes pour l'industrie, telles que la vérification de l'élasticité et de la ténacité des fils, de leur retorsion, etc. Il est non moins juste que les principales Conditions publiques tout au moins, auxquelles le commerce et l'industrie fournissent de si beaux revenus, soient convenablement outillées et dirigées pour faire exactement ces opérations. Je n'en connais que deux qui donnent satisfaction sous ce rapport, Lyon et Paris, où l'on peut également analyser les charges et les mélanges. Ailleurs on ne s'en soucie guère. Une personne, connaissant aussi peu les sciences que l'industrie, mais devant aux hasards de la politique d'être dans l'administration d'une Condition publique, disait au directeur : Ces expertises *rappellent trop peu* pour que cela vaille la peine d'acheter des appareils qui coûteront quelques centaines de francs, et il suffit du premier venu sachant lire et écrire pour diriger une Condition publique une fois installée. Lorsqu'on demande ces essais, il suffit de les faire exécuter à Paris sans prévenir les intéressés. Un tel langage se passe de commentaires.

Je ne ferai qu'énumérer ces diverses expertises : leur utilité se comprend d'elle-même.

1° *Elasticité*. On vérifie sur 5 ou 10 bouts de fil de 0^m50, prélevés à divers endroits, de combien un fil peut s'allonger par mètre avant de rompre ;

2° *Ténacité*. On recherche sur des échantillons semblables quel est l'effort moyen produisant la rupture du fil ;

3° *Retorsion*. Les fils sont souvent composés de plusieurs fils simples retordus ensemble. On détermine le nombre de tours par mètre donné au retordage et sa régularité;

4° *Tors ou filage*. Cela s'applique à la soie. On reconnaît par cet essai le nombre de tours par mètre donné au filage à un fil simple, leur régularité, le nombre des brins, etc.

5° *Recherches des textiles en mélange*. On recherche par des moyens physiques ou chimiques, si l'échantillon ne se compose pas de vieilles matières effilochées ou renaissances, s'il n'est pas mélangé d'autres textiles que celui déclaré, et dans ce cas quelles en sont les proportions;

6° *Analyses*. Elles comprennent surtout la recherche de l'existence d'une charge, de sa nature, et son dosage.

OBSERVATION

Il a semblé utile de décrire avec quelque détail les diverses expertises des Conditions publiques.

L'industrie et le commerce, s'ils les connaissaient mieux, en retireraient certainement grand profit.

En outre il est indispensable de posséder ces renseignements et ces procédés pour bien apprécier les divers appareils que nous allons décrire.

DEUXIÈME PARTIE

APPAREILS

Les statuts et les règlements des Conditions publiques ont tracé les principales règles à suivre dans la conduite des expertises; ils sont muets sur les appareils à employer ou à peu près, et ils se bornent à énoncer quelques unes des conditions qu'on doit en exiger.

Nous suivrons dans cette revue l'ordre que nous avons adopté pour la première partie, et nous prendrons successivement les appareils relatifs à chaque série d'expertises.

I. — Appareils de pesage

La balance serait bien l'emblème le plus exact d'une Condition publique : on y fait des pesées multipliées et répétées partout, au magasin, aux étuves, au titrage et au décreusage. Aussi les appareils de pesage y sont-ils de beaucoup les plus nombreux. On y trouve des bascules pouvant peser d'un seul coup quelques mille kilogrammes, et des balances de précision permettant d'évaluer très exactement des échantillons de quelques grammes à peine. Cela forme plusieurs séries d'appareils assez différents suivant les objets à peser.

Quels qu'ils soient d'ailleurs, ces instruments de pesage, devant faire foi pour le vendeur et pour l'acheteur, doivent avoir une *une précision constante et plus rigoureuse* que ceux du commerce en général ; il faut de plus qu'ils soient combinés ou disposés de telle sorte qu'on évite le plus facilement possible *toute chance d'erreur*. C'est sous ce point de vue surtout qu'il faut apprécier tous les appareils des Conditions publiques en général, et les instruments de pesage en particulier.

I. Balances pour colis gros et lourds.

Cette première classe comprend les balances destinées à constater le poids brut des marchandises à leur entrée à la Condition. A ce sujet voici les prescriptions des règlements spéciaux.

PRESCRIPTIONS DES STATUTS

« . . . Le poids brut des marchandises est constaté de la manière suivante :

» 1° Pour la soie à l'aide d'une grande balance dont la série de poids descend jusqu'à 1 gramme.

» 2° Pour la laine et le coton, bruts et ouvrés, à l'aide d'une balance bascule sensible au 1/1000 du poids d'une portée. (Ordonnance du 6 juin 1839), et dont la série de poids descend jusqu'à 1 gramme.

» 3° La tare est pesée avec des balances pour lesquelles la série de poids descend jusqu'à 1 gramme. »

Ainsi même pour les pesées, il y a pour la soie comme un régime spécial, justifié d'ailleurs par le prix notablement plus élevé de la matière. Mais on ne la pèse pas à un gramme près : ce serait bien difficile en réalité d'obtenir une telle

sensibilité d'une balance où l'on pèse continuellement des balles de 50, 80 et 100 kilogrammes. Dans les Conditions des soies on pèse les marchandises *au décagramme sur une grande balance à fléau simple*. Dans le Nord on ne pèse même qu'à l'hectogramme et sur une bascule ; c'est regrettable et contraire aux règlements.

Le poids brut des *autres textiles* s'obtient sur des *bascules* qui donnent sûrement le poids à moins d'un hectogramme lorsqu'elles sont d'une construction un peu soignée et surtout bien entretenues. Les pesées sont évaluées à l'*hectogramme*.

1° *Balances bascules ordinaires au 1/10.*

Il est assez facile de donner à ces bascules la sensibilité et la précision voulue. Pour peser des lots de laine ou de coton en bottes de 5 à 10 kilogrammes, on se sert avec avantage de bascules au 1/10, dont le tablier en bois mesure 1^m,50 de largeur sur 2^m,20 de longueur. On y place d'un coup 1500, 2000 kilogrammes et plus de bottes empilées, et le pesage peut s'effectuer très rapidement. On obtient facilement le poids exact à moins d'un hectogramme près, et la bascule en somme est peu fatiguée car les pesées sont peu nombreuses.

Le plus souvent on emploie des bascules à tablier de 80 \times 120 centimètres posées simplement sur le sol, et de la force de 500 kilogrammes. La plus grande partie des marchandises étant présentée en balles ou en caisses, d'un poids moyen de 100 à 120 kilogrammes, on amène séparément chaque colis sur le tablier de la bascule, élevé de 20 à 30 centimètres au-dessus du sol. Cela présente un assez grave inconvénient. Une telle bascule pèse par jour 25 à 50 000 kilogrammes, soit 200 à 500 colis d'au moins 80 kilogrammes. Malgré toutes les recommandations, chaque colis est jeté plus ou moins brusquement sur la bascule, parfois tirailé à droite ou à gauche pour être mis bien d'aplomb. Ces centaines de chocs, ces bousculades qui se répètent journellement, ne tardent pas à alourdir la bascule, et même à la disloquer. On en arrive vite à faire des erreurs de plus d'un kilogramme.

Ce type présente en outre deux inconvénients graves pour une Condition publique.

Le premier c'est la possibilité d'une erreur de lecture, et comme je n'ai eu que trop souvent à le constater, ce n'est pas là une simple supposition. Les colis se succèdent par centaines toute la journée ; que le basculeur ait une distraction, qu'il fasse un peu sombre, qu'un poids soit caché par un autre sur le plateau, cela suffit pour faire une erreur de 10 kilogrammes. Mais ces erreurs de 10 kilogrammes ne portent de préjudice qu'à l'établissement même, car elles sont trop fortes pour ne pas donner lieu chaque fois à une vive réclamation de la part des intéressés. Quand l'erreur n'est que de 1 kilogramme ou d'une fraction de kilogramme, on peut l'attribuer, non sans raison bien souvent, à la bas-

culé défectueuse du client, et comme il ne reste pas de trace matérielle du pesage, on ne peut en général y remédier.

C'est tellement vrai que les règlements prescrivent de faire relever chaque pesée contradictoirement par deux employés. C'est excellent en principe, et même en pratique cela prévient bien des erreurs ; mais peu à peu les deux employés se relâchent, ils comptent à peu près l'un sur l'autre, et toute garantie disparaît.

TOLÉRANCE LÉGALE DES POIDS

Un deuxième inconvénient provient des poids eux-mêmes. Il est impossible que les poids soient mathématiquement exacts. Le seraient ils d'abord que l'usage les rendraient bientôt trop légers. Aussi l'État accorde-t-il une certaine tolérance, toujours relative à un *excédant*, et variant avec la matière et la grosseur du poids. Tout poids, même très légèrement inférieur au poids légal, doit être refusé au poinçon par les contrôleurs des poids et mesures. Comme ces détails sont généralement trop peu connus, je crois bon de donner ici le tableau des tolérances admises par les règlements.

POIDS	TOLÉRANCE	POIDS	TOLÉRANCE
<i>Poids en fonte de fer.</i>			
50 kilogs.	20 grammes.	500 grammes.	0 gr. 5
20 »	10 »	200 »	» 3
10 »	6 »	100 »	» 2
5 »	4 »	50 »	» 1
2 »	2 »		
1 »	1 »		
<i>Poids en cuivre.</i>			
20 kil.	1 gr. 500	100 grammes.	0 gr. 030
10 »	800	50 »	025
5 »	500	20 »	020
2 »	250	10 »	015
1 »	150	5 »	010
0 » 500 gr.	100	2 »	004
0 » 200	050	1 »	002

Les subdivisions du gramme, en cuivre, maillechort ou platine, ne servent qu'aux balances de précision, et doivent être exactes sans tolérance.

Ainsi donc un poids de 20 kilogrammes en fonte de fer peut avoir légalement

un poids de 20 kilogrammes juste, ou de 20 kil. 010 ou une valeur intermédiaire. Et même en général pourvu qu'il ait bon poids il est admis. Il arrive en effet, lors de la vérification annuelle des poids, que le vérificateur se trouve dans l'impossibilité matérielle de contrôler tous les poids un à un sur sa balance. Si on lui présente 8 poids de 10 kilogrammes et que sur sa balance cela donne 80 kil. 045, il poinçonnera tous ces poids. De là vient sans doute que j'ai trouvé des poids de 20 kilogrammes ayant un excédant de 25 grammes et admis au poinçon. Mettez 4 poids semblables sur une bascule bien précise au 1/10, pour équilibrer de la marchandise, et vous lirez 800 kilogrammes, là où il y a en réalité 801 kilogrammes. A quoi sert alors d'avoir une bascule bien exacte, donnant juste les hectogrammes, puisque les poids peuvent même avec leur tolérance légale, produire des erreurs de plusieurs hectogrammes ?

J'ai cru utile de m'étendre un peu sur ce sujet, car ces explications donnent la clef de bien des différences de poids qui occasionnent de vives contestations.

2° *Balances bascules à romaine.*

Plusieurs de nos grands constructeurs ont exposé des bascules à romaine exécutées avec soin et ne différant entre elles que par des détails. Celles à préférer sont les bascules entièrement métalliques avec cuvelage en fonte. Elles sont plus chères, il est vrai, mais cela ne peut entrer en ligne de compte quand il s'agit d'une Condition publique.

Ces appareils ont plusieurs avantages sur les bascules ordinaires en bois. Le basculeur opère plus facilement et plus rapidement, donc avec plus de justesse. On peut les faire reposer sur un petit massif maçonné indépendant, de façon que le dessus de leur tablier affleure à peu près le niveau du plancher. Si en outre on tare les bronnettes en fer qui transportent les colis, on peut peser la balle sur la bronnette même, le rebord du cuvelage garantissant le tablier du choc de la roue. Le travail se fait ainsi bien plus facilement et la main-d'œuvre est notablement réduite.

Une installation de six bascules de ce genre, mais à tickets, que j'ai eu l'occasion de faire, pour remplacer des bascules ordinaires en bois, a donné des avantages très appréciés, outre la suppression des poids.

J'ai cependant une restriction à faire. Au lieu d'être au 1/10, elles sont au 1/50, au 1/70, etc. Aussi la construction doit-elle en être bien plus soignée, et l'entretien bien plus minutieux et fréquent.

3° *Balances bascules à romaine et à tickets (système Chameroy).*

Ce type convient tout particulièrement aux Conditions publiques qui reçoivent en grand nombre des balles et des caisses. Il faut choisir le modèle dont le tablier de 130 sur 130 centimètres est entouré d'un cuvelage en fonte, et dont la

force est de 250 ou 500 kilogrammes. Il faut en outre que le constructeur en soigne particulièrement la construction.

Bien qu'on ne tienne compte que des hectogrammes, il est bon que les tickets soient imprimés au 1/4 d'hecto.

Par ce système les erreurs de pesées sont rendues à peu près impossibles. A chaque colis correspond un ticket où la bascule a imprimé elle-même le poids. Le peseur y lit le poids, en prend note, et inscrit le numéro du colis. Le deuxième employé, qui est chargé du contrôle, et qui peut être placé dans un tout autre local, se sert des mêmes tickets pour inscrire les poids partiels du lot sur son livre d'entrées et sorties. Le contrôle est donc assuré.

Les tickets sont ensuite rangés et conservés un certain temps. Si une réclamation se produit, si l'exactitude d'une pesée est contestée, le petit morceau de carton devient un témoin précieux et irrécusable.

4° *Bascule automatique à cadran.*

Comme les précédentes, cette bascule offre l'avantage de supprimer les poids de fonte ou de cuivre. Elle supprime même pour ainsi dire l'employé peseur, puisqu'il suffit de déclencher un levier, pour qu'aussitôt une aiguille, se mouvant sur un cadran, indique le poids de l'objet placé sur le tablier. C'est donc très séduisant.

Un appareil de ce genre, construit par une maison de premier rang, fut installé à la Condition de Tourcoing sur l'ordre de la Commission. Comme les hectogrammes devaient être très nettement indiqués sur le cadran, on dut se borner à le diviser en 50 kilogrammes ou 500 hectogrammes. D'où nécessité d'ajouter 5 kilogrammes sur un plateau spécial quand le colis pesait entre 50 et 100 kilogrammes ; 10 kilogrammes, lorsque ce poids était compris entre 100 et 150, etc.

Mais cela n'était que le moindre des inconvénients. Non seulement l'aiguille oscillait longtemps avant de s'arrêter, mais ses indications pour un poids de 1 à 50 kilogrammes, étaient affectées d'erreurs allant jusque 4 hectogrammes. On dut en abandonner l'emploi.

5° *Balances ordinaires à fléau simple.*

Ces balances sont prescrites pour le pesage de la soie. C'est en effet l'appareil qui offre le plus de garantie et de précision. On y pèse facilement 100 et 200 k. au décagramme. Mais les pesées y sont longues et pénibles, et cela ne se prête guère à des opérations nombreuses et rapides.

Le mérite de ces appareils repose dans leur simplicité. Les compliquer de mécanismes, c'est les dénaturer, et leur enlever leurs avantages. Je ne vois donc aucun intérêt à décrire une balance de la force de 500 kilogrammes, avec levier de déclenchement et plateaux guidés ! Celle que j'ai vu installer, a donné des

résultats piteux. Naturellement c'est l'établissement qui a payé l'école de l'inventeur.

Les balances de tare sont également à fléau simple : elles doivent être de la force de 10 ou 20 kilogrammes, et peser avec une approximation de moins d'un gramme.

II. Balances de précision.

Ces appareils étaient représentés d'une façon brillante à l'Exposition universelle, classe XV.

Sauf celles destinées aux étuves de conditionnement, les balances de précision des Conditions publiques ne présentent aucune particularité remarquable. On choisit les types placés dans une cage vitrée et qui présentent la sensibilité voulue.

Les balances pour peser les épreuves après leur prélèvement, ont une série de poids qui descend jusque 1/2 centigramme; *celles où l'on doit établir les poids des échevettes de titrage et de numérotage*, doivent être nettement sensibles à 2 milligrammes.

La maison A. Collot de Paris, qui a d'ailleurs obtenu un grand prix à la classe XV, exposait cependant un modèle convenant spécialement aux pesages d'échevettes et d'épreuves. La cage vitrée est séparée par un marbre horizontal en deux compartiments. Dans la partie supérieure est logé tout le mécanisme, fléau, couteaux, support double, qui se trouve ainsi bien protégé contre les poussières et l'humidité. Le marbre est percé de trois ouvertures pour laisser passer l'aiguille indicatrice et les tiges supportant les deux plateaux. Le compartiment inférieur ne renferme que l'index et les deux plateaux. De plus l'aiguille indicatrice se trouve non plus en porte à faux sur le fléau, mais bien exactement dans son plan. Enfin un dernier caractère des balances de cette maison, c'est le fléau court, d'un profil ramassé, employé au lieu des fléaux longs et relativement légers, pour obtenir une plus grande sensibilité.

Les balances d'étuves de conditionnement présentent quelques particularités. Elles doivent être fixées solidement sur l'appareil, avoir leur mécanisme enveloppé dans une cage vitrée, et permettre l'introduction et la sortie faciles des épreuves.

Le pied en fonte du modèle courant manque de rigidité; il en résulte pour la balance des trépidations continuelles. La cage vitrée, indispensable pour abriter le mécanisme, est le plus souvent en tôle mince et très déformable. Aussi elle est loin d'atteindre son but, et la poussière pénètre aisément par tous les joints. Enfin l'aiguille indicatrice, longue et lourde, est placée en porte à faux et elle supporte même la petite masse mobile qui sert à régler la sensibilité. Un dernier inconvénient des balances d'étuves, usitées jusqu'en 1888, c'est leur fixité. Une partie de la cage surplombe en grande partie l'orifice de l'étuve, et c'est à grand peine qu'on peut faire entrer ou sortir les volumineux cylindres à laine peignée ou à laine lavée.

Ces divers défauts sont supprimés dans la balance qu'exposaient MM. A. Collot. La cage vitrée est carrée à joints bien étanches : elle peut faire en pivotant sur son axe, un quart de tour, ce qui découvre complètement l'orifice de l'étuve. Enfin, par une heureuse disposition, l'aiguille indicatrice est fixée sous le milieu du fléau, et dans son plan.

SOINS PARTICULIERS A DONNER AUX POIDS

Il ne suffit pas que les balances soient bien justes : il faut que les poids soient bien exacts. Une épreuve est toujours pesée sur deux balances au moins. Sur la première, au magasin, on relève le *poids primitif* qui comprend l'humidité. Sur la seconde qui est la balance d'étuve, on relève le *poids absolu*, ou poids du textile absolument sec. Si les poids de la première balance ont une forte tolérance en plus, et que ceux de la seconde soient strictement exacts, la différence sera trop forte, et l'erreur commise pourra influencer notablement sur le résultat en donnant une humidité pour cent trop considérable. Ce n'est donc pas assez que les poids soient admis au poinçon par le vérificateur des poids et mesures, il faut que les mêmes poids soient absolument égaux, et, s'ils ont une tolérance, qu'elle soit bien réglée, que les poids de 200 grammes, par exemple, aient une tolérance double des poids de 100 grammes.

La vérification des poids doit être faite plusieurs fois par an, et c'est immédiatement auparavant qu'on doit les nettoyer. Ce serait une absurdité de les astiquer à tout propos, et de les faire reluire comme les casseroles d'une cuisine flamande. Cette recommandation paraîtra puérile. Eh! bien! Je pourrais citer une Condition publique où cela s'est fait, ou peut-être cela se fait encore. On peut juger par là de la justesse des pesées, et de l'exactitude des résultats.

2. — Appareils de conditionnement

Au palais des Machines, l'exposition de la Condition des soies de Lyon, si bien organisée par son savant directeur, M. J. Testenoire, présentait tant au point de vue historique qu'à celui des progrès actuels, le plus vif intérêt comme procédés et comme installations. Aussi le jury de la classe 54 a-t-il décerné une *médaille d'or* à cet établissement, et à son directeur une *médaille d'argent*.

Des modèles au $\frac{1}{10}$ reproduisaient les principaux appareils en usage : des plans,

des dessins rappelaient ceux qui les ont précédés, et retraçaient la distribution complète de la Condition de Lyon.

L'étuve de conditionnement est l'appareil fondamental de toute Condition publique, et ses applications sont nombreuses dans l'industrie textile et dans les laboratoires. Il importe donc de les décrire aussi en détail que le mérite leur importance.

HISTORIQUE DES ÉTUVES PRIMITIVES

Primitivement de 1750 à 1840, à Turin, à Lyon et ailleurs, le conditionnement consistait à ramener le lot expertisé tout entier à des *conditions normales d'humidité*; du moins tel était le but. On ne l'appliquait encore qu'à la soie. Toutes les balles étaient ouvertes, et leur contenu étalé restait exposé pendant vingt-quatre ou parfois quarante-huit heures à l'air d'une salle chauffée par des poêles à 16, 18 ou 20° Réaumur. Le temps normal était de vingt-quatre heures; on le portait à quarante-huit heures lorsque la perte en vingt-quatre heures dépassait 3 % du poids primitif. On conçoit facilement toutes les imperfections de ce système, et toutes les irrégularités des résultats.

Dès 1824 la Chambre de commerce de Lyon faisait entreprendre des expériences pour trouver un procédé qui put remplacer avec avantage celui jusqu'alors en usage. Puis en 1831 elle s'adressa à Talabot, dont les travaux furent complétés par ceux de d'Arcet et de Gamot, et en 1841 la *nouvelle méthode* de conditionnement était enfin prescrite par ordonnance royale. Nous en avons déjà décrit le principe; nous n'y reviendrons donc pas.

Il y a deux choses bien distinctes dans un appareil de conditionnement: la source de chaleur, vapeur, charbon ou gaz servant à produire un courant d'air chaud; en second lieu l'étuve proprement dite, où est placé l'échantillon à dessécher à l'absolu, et que traverse le courant d'air chaud. Dans les Conditions publiques, foyers-calorifères et étuves de conditionnement constituent généralement deux installations bien distinctes; d'autres fois cela est réuni en un seul appareil, surtout quand le chauffage est produit par le gaz ou la vapeur.

I. — *Étuves de conditionnement à la vapeur.*

Les premières étuves furent chauffées à la vapeur. Elles furent imaginées par l'ingénieur Talabot, mais elles ne donnèrent de résultats vraiment pratiques qu'après avoir été transformées par M. Gamot. (Voir fig. 1.)

1° *Appareil Gamot* (1840). — Cet appareil se compose d'une cloche renversée à double paroi. La partie supérieure de cette cloche est ouverte et peut se fermer avec un couvercle, lorsqu'on y a suspendu le textile. La double paroi forme une chambre fermée où l'on fait arriver la vapeur. Le tout est renfermé dans une

enveloppe métallique. Une balance, supportée par deux colonnes indépendantes, est placée de telle sorte que le textile placée dans la cloche est suspendu à l'une des extrémités du fléau par une tige qui traverse le couvercle.

Avec cet appareil la dessiccation complète de 500 grammes de soie exigeait environ six heures. C'était bien long. En outre il arrivait que des fuites de vapeur se produisaient et compromettaient l'opération. Aussi fut-il remplacé partout par les nouveaux systèmes qui surgirent, et pour lesquels l'emploi de la vapeur fut tout à fait abandonné.

2° Et pourtant le chauffage à la vapeur présenterait bien des avantages et bien des commodités, surtout dans les filatures et dans les peignages de laine. L'insuccès relatif de l'appareil Talabot-Gamot, provient non de l'emploi de la vapeur, mais de la défectuosité des dispositions adoptées. La vapeur permet de transporter facilement la chaleur au point voulu, et de chauffer l'air presque à l'endroit où il doit être utilisé. Elle n'offre ni les inconvénients ni les dangers du gaz, et permet de mettre l'appareil en marche ou de l'arrêter presque instantanément.

Aussi pour être complet je dois dire qu'un nouveau type d'étuve à vapeur est en construction. Il utilise des dispositions nouvelles et brevetées dont l'efficacité a été consacrée par la pratique, et qui semblent par suite lui assurer un fonctionnement très satisfaisant. L'ensemble du système est décrit dans la catégorie suivante.

II. — Appareils chauffés au charbon.

Les étuves de cette catégorie sont alimentées par un courant d'air chaud qui est produit tantôt par un calorifère commun à tout un groupe, tantôt par un foyer particulier formant avec l'étuve un seul appareil.

1° Appareil Persoz-Rogeat.

Dès 1853 M. Persoz, directeur de la Condition de Paris, chercha à remédier à la lenteur extrême des appareils Gamot employés exclusivement jusque là. Il se dit qu'on arriverait à accélérer l'opération si le textile était soumis à l'action d'un courant d'air chaud au lieu de rester dans un espace fermé où l'air ne se renouvelait guère. Tel est le principe de son appareil. Le constructeur auquel il s'adressa pour le réaliser, était M. Rogeat, fabricant d'appareils de chauffage, et

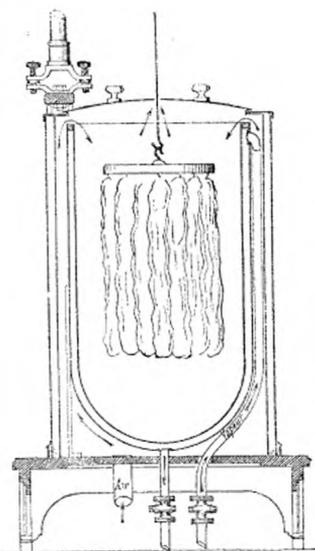


FIG. 1. — APPAREIL TALABOT

ce fut lui sans doute qui fit décider l'emploi d'un foyer au charbon au lieu de la vapeur, pour produire l'air chaud nécessaire.

Les premiers types de ce système n'ont plus qu'un intérêt historique. La chambre de dessiccation était formée d'un cylindre ouvert supérieurement, fermé à sa base inférieure d'un fond où était ménagé un orifice central, pouvant se fermer à volonté. Le courant d'air chaud pénétrait par cette ouverture inférieure s'élevait rapidement dans le cylindre et s'échappait en haut par un tuyau reposant sur la tablette de recouvrement. La répartition irrégulière du courant, l'impossibilité de bien en constater la température à son arrivée sur le textile, amenèrent vite les auteurs à une disposition plus rationnelle.

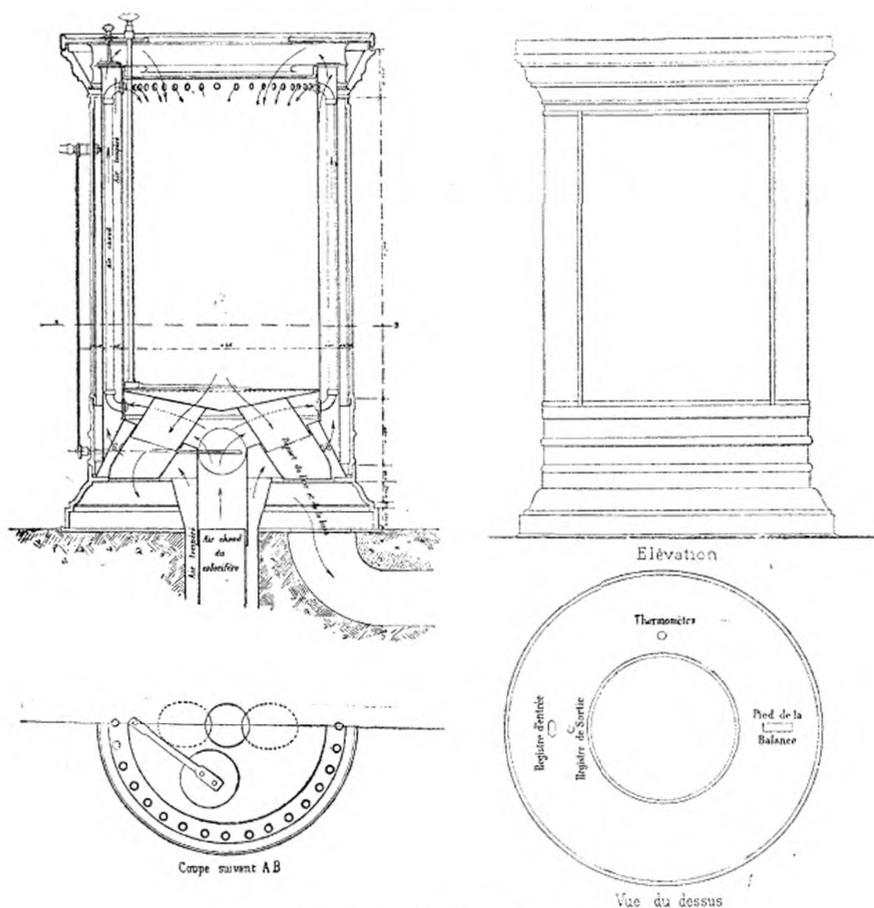


FIG. 2. — APPAREIL PERSOZ

L'étuve *dernier modèle* a une chambre de dessiccation semblable à celle du premier type, mais l'air arrive dans le cylindre par le haut, et c'est au départ que sert l'orifice inférieur (fig. 2).

L'appareil se compose d'un cylindre en tôle mince, presque entièrement ouvert en haut pour permettre l'introduction du textile, et superposé à 4 chambres distinctes, numérotées 1 à 4 en partant du haut. Le tuyau central qui amène l'air chaud du calorifère, débouche dans la chambre n° 2 ; cette dernière est mise en communication avec la partie supérieure de la chambre de dessiccation par 32 tuyaux, disposés régulièrement sur toute la circonférence.

L'air chaud débouche ainsi sur le textile par 32 orifices en cercle sous la tablette supérieure de recouvrement. Par l'orifice du fond il gagne la chambre n° 1, puis par 2 tuyaux obliques la chambre n° 4 qui communique avec une cheminée d'appel par un conduit noyé dans le sol. L'ensemble est renfermé dans une enveloppe en tôle émaillée, illustrée de peintures qui représentent tantôt des Chinois dévidant la soie, tantôt des paysages agrémentés de moutons. Enfin un tuyau concentrique au premier amène de l'air puisé dans la cave par l'enveloppe du calorifère ; cet air peu chaud d'abord, marche parallèlement à celui qui a été porté à une haute température, 250 à 300°, débouche dans la chambre n° 3, de là monte derrière l'enveloppe autour des 32 tuyaux, et peut être introduit à volonté dans la chambre de dessiccation par la même ouverture que le textile.

Comme on le voit, c'est assez compliqué et il y a quantité de joints de poélerie qui ne peuvent être faits qu'avec de la terre. C'est bien peu sur d'autant plus que le calorifère se détériorant, laisse passer des gaz et des cendres dans les conduits d'air chaud. D'où obligation de démonter les étuves de temps à autre pour les nettoyer.

L'utilité de la chambre n° 3 et du faisceau de petits tuyaux n'est pas justifiée par les résultats, au contraire ; mais leur suppression ne remédie pas à tous les défauts de l'appareil. Dans la chambre de dessiccation la température des divers points est très inégale.

Pendant cinq années d'observation sur 30 appareils, j'ai constaté :

1° Que la température indiquée variait beaucoup d'un appareil à l'autre pour un groupe placé sur un même calorifère ;

2° Que l'écart de température entre le bas et le haut était régulièrement de 15 à 30° C.

TEMPÉRATURES LIMITES DE CONDITIONNEMENT

Or le réglage de température est défectueux et insuffisant ; il se borne à la suppression du courant d'air quand la température monte trop haut. Quant au second défaut il ne présente guère d'inconvénient pour la soie en général ; mais

il est inadmissible pour la laine et à fortiori pour le coton. Cela ressort des températures limites de conditionnement concernant ces trois sortes de fibres et qui sont :

pour la soie	105 à 150° C.
» laine	105 à 120° C.
» coton	103 à 108° C.

En pratique la température moyenne de conditionnement doit être :

pour la soie	125
pour la laine	115°
et pour le coton	105°

CALORIFÈRE ROGEAT

Le *calorifère Rogeat* a été remplacé à Lyon, dès 1885, par un foyer calorifère à étages, système A. Robin et J. Testenoire, dont un modèle en réduction figure à l'Exposition. Mais il existe encore dans nombre d'établissements.

Il se compose d'un foyer-cloche en fonte très épaisse, muni de larges nervures extérieures, et surmonté d'une chambre conique également en fonte. Le couvercle de cette chambre porte une rangée en cercle de 10 tuyaux en fonte, qui font arriver les gaz de la combustion dans une large couronne en tôle ; de là les gaz se rendent à la cheminée. Un grand cylindre en tôle, enveloppe le tout jusque la couronne, et forme la paroi extérieure du calorifère proprement dit. L'air de la cave pénètre par le bas dans cette enceinte circulaire, s'élève le long du foyer, gagne entre les dix tuyaux une ouverture centrale qui l'amène dans une chambre de chaleur, puis de là se distribue aux appareils du groupe. Une cage en maçonnerie de briques enveloppe tout le calorifère.

Le calorifère Rogeat atteint son but en fournissant de l'air à une température convenable. Mais le foyer à parois très épaisses se détériore assez vite, et la haute température exigée produit des dislocations, des fuites et des réparations assez fréquentes.

Le combustible est quelquefois de la houille, plus souvent du coke. La consommation est de 3 à 3 hect. 1/2 de coke par calorifère de 6 appareils, et par journée de 10 heures, sans compter l'allumage du charbon.

2° *Appareil Persoz-Rogeat, modifié par M. Testenoire.*

Cette modification s'applique au type déjà amélioré, à courant dessiccateur renversé. M. Testenoire qui, lui, est un ingénieur sérieux, avait observé l'inuti-

lité et même les inconvénients du faisceau de petits tubes. Il les supprima simplement, et plaça derrière l'enveloppe extérieure, un matelas de liège, plus épais et plus efficace, pour éviter la déperdition de la chaleur.

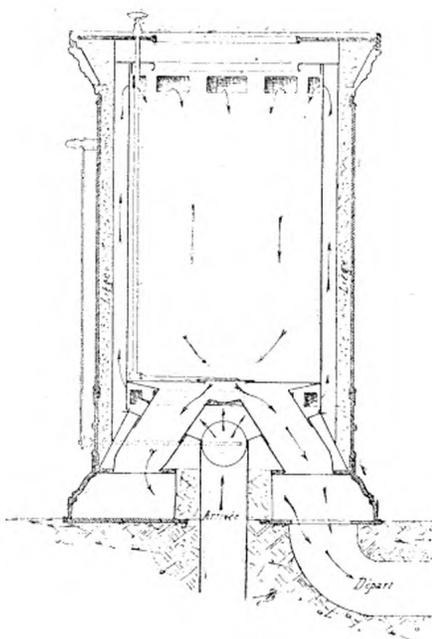


FIG. 3

C'est là une heureuse simplification, et M. Testenoire a bien atteint son but qui était, non de créer un nouveau type, mais d'améliorer, avec le moins de frais possible, les appareils en usage à la Condition publique de Lyon.

A Lyon du reste on conditionne presque exclusivement de la soie : des excès de 20 et 30° sur la température ordinaire de sa dessiccation n'ont pas, en général, d'inconvénient pour ce textile.

NOUVEAU CALORIFÈRE POUR LES ÉTUVES

Deux ans auparavant, en 1885, M. Testenoire avait imaginé et réalisé une importante amélioration dans le générateur d'air chaud, comme économie et comme régularité de marche. Le calorifère Rogeat est alimenté par du com-

bustible de choix, houille ou coke. La haute température exigée détériore assez vite la fonte et les tôles, et amène la dislocation des joints. Il fut supprimé et M. A. Robin fut chargé de le remplacer par un foyer calorifère à étages, spécialement combiné pour cet usage.

Les résultats furent très favorables. On obtint facilement un air chaud bien sec et sans fumée, d'une température générale bien plus régulière que précédemment. L'économie fut considérable. Pour l'alimentation de 6 appareils, on consommait par jour :

Avec le calorifère Rogeat, 120 kilogrammes de charbon à 3 francs les 100 kilogrammes, soit une dépense de 3 fr. 60.

Actuellement on consomme avec le calorifère Robin, 175 kilogrammes poussier de coke à 0 fr. 80 les 100 kilogrammes, soit une dépense de 1 fr. 60. Donc, environ 60 % d'économie.

Cette économie résulte de l'emploi d'un combustible jusqu'ici peu recherché et partant, à bas prix. Seuls le poussier de coke et celui d'anthracite conviennent à l'alimentation de ces foyers. Il n'y a qu'une charge ou deux à faire par 24 heures, ce qui est souvent très commode ; mais les charges sont d'autant plus fortes chacune, ce qui ne laisse pas d'être assez pénible si les appareils sont grands ou en certain nombre.

Cette application des foyers à étages, brevetée aux noms de MM. Testenoire et Robin, et figurant en réduction à l'Exposition, attirait surtout l'attention des gens du métier. Depuis, sur mes propositions, elle a été adoptée pour la nouvelle Condition de Tourcoing, qui, ainsi que l'usine à gaz, appartient à la ville.

3° *Appareil Storhay, à réglage rationnel de température.* -- Les appareils de conditionnement ont été spécialement construits en vue de la soie. Or, pour cette matière, la dessiccation s'effectue très bien à 120° c., et la température peut même s'élever à 150 et 170° c. Faute de mieux, on finit par adopter ces étuves pour la laine et pour le coton, bien qu'on ait reconnu dès l'origine que le maximum de température admissible pour ces deux textiles était de 50 et 60° c. inférieur à celui de la soie.

Les deux défauts principaux des appareils de conditionnement sont :

1° Le *manque d'uniformité* de température aux divers points de la chambre de dessiccation, les écarts variant de 20 à 60° c., suivant les systèmes ;

2° L'*absence presque absolue du réglage* pour la température du courant d'air dessiccateur, la diminution ou la suppression du courant ne produisant guère que le ralentissement ou l'interruption de la dessiccation. Après avoir constaté ces défauts sur sept différents systèmes, l'auteur, alors directeur d'une importante Condition publique, reprit le problème à nouveau, et adopta les dispositions nouvelles qui furent brevetées en 1888 (fig. 4).

Au lieu de la paroi mince des autres appareils, c'est une paroi double isolante qui forme la chambre de dessiccation, et annule l'influence des agents extérieurs.

Une deuxième enveloppe, formée également d'une paroi double garnie de matières isolantes, laisse entre elle et la première un espace annulaire permettant à l'air chaud de s'élever jusqu'à l'entrée de la chambre. Enfin une troisième enveloppe à quelques centimètres d'intervalle de la seconde, forme l'extérieur de l'appareil.

Quant à l'air chaud, sa température est réglée dès son arrivée dans l'appareil. A cet effet, une prise d'air, qu'on peut régler très exactement, est pratiquée au pourtour supérieur de l'étuve. Cet air descend entre la troisième et la deuxième enveloppe, profitant ainsi de la chaleur perdue. Arrivé vers le bas, là où débouche l'air chaud venant du calorifère, il se mêle à cet air chaud intimement, et les deux courants remontant autour de la chambre de dessiccation, forment une masse bien homogène lorsqu'ils s'y déversent, non plus par des orifices multiples mais en une seule nappe par dessus le bord extérieur.

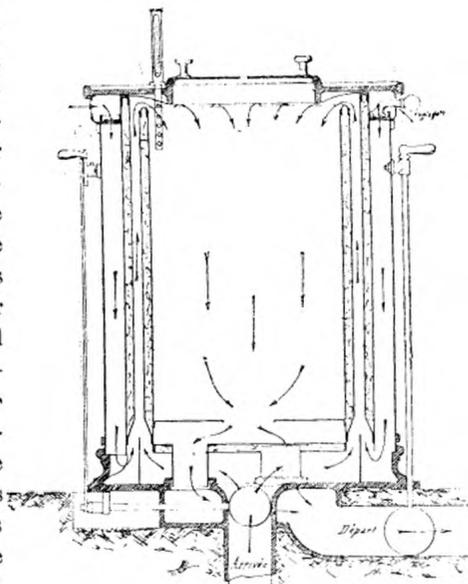


FIG. 4. — APPAREIL STORHAY.

En marche, le courant d'air chaud est toujours ouvert en plein, et on règle une fois l'accès d'air du réglage pour la température qu'on veut obtenir, 106° c. pour le coton, 115° pour la laine, 125° pour la soie. Les variations du calorifère n'influent plus sur la température de la chambre de dessiccation. Comme on pouvait le prévoir, puisque l'accès d'air chaud est toujours ouvert en plein, la rapidité de la dessiccation absolue est de beaucoup augmentée, doublée en pratique. C'est donc une économie de 50 % sur l'installation et sur le combustible.

D'autre part, la régularité et l'uniformité de la température, *dûment constatées par la pratique*, assurent une dessiccation parfaite sans risque de roussir même les cotons.

L'étuve Storhay est du reste la seule qui ait été exposée pour elle-même à l'Exposition universelle de 1889 : il lui a été attribuée une médaille d'argent par le Jury de la classe 54, et quelques mois plus tard, une médaille d'or par la Société industrielle du Nord. C'est le seul appareil récompensé jusqu'aujourd'hui.

4° *Appareil Persoz, modification de M. Cabanis.*

Après 5 ans d'expériences infructueuses, on s'était résigné à Reims à adopter en 1851, l'appareil adopté à Lyon, puis, plus tard, les appareils Persoz du 1^{er} type.

Au 19 septembre 1890, M. Cabanis, directeur en retraite de la Condition publique de Reims, demandait un brevet français pour une disposition d'étuve basée sur l'emploi de terre réfractaire au lieu de métal. La chambre de dessiccation est formée d'un grand pot en terre ayant des dimensions exceptionnelles, 80 centimètres de hauteur et 40 centimètres de diamètre. Le fond est percé d'un trou pour l'arrivée de l'air chaud, et *une série de petits orifices*, près du bord supérieur, en permettent l'évacuation. Un autre pot de dimensions plus grandes encore, sert d'enveloppe au premier en laissant entre les deux quelques centimètres d'intervalle. Les bords supérieurs des deux pots sont à même niveau et supportent la tablette de recouvrement qui est également en poterie. Le tout est enveloppé d'une chemise métallique.

L'appareil est-t-il réalisé, surtout comme il est décrit? On peut en douter. Mais à la même époque l'auteur modifiait des appareils Persoz-Rogeat, en leur appliquant à nouveau l'ancienne disposition du courant dessiccateur ascendant.

En voici la description d'après une transformation faite à titre d'essai dans une Condition du Nord (fig. 5).

On conserve l'enveloppe émaillée toute entière avec ses paysages et ses moutons; l'air chaud arrive tout droit du calorifère au fond d'un cylindre en tôle mince formant chambre de dessiccation, le traverse en s'élevant, s'échappe par dessus le bord supérieur, et redescend tout autour du cylindre jusqu'au fond qui forme chambre de départ. Un conduit placé *sur le côté* en permet l'évacuation. L'enveloppe de tôle émaillée est séparée de la chambre de dessiccation par un cylindre à paroi double également en tôle qu'on remplit de matières isolantes. Le tuyau d'arrivée d'air chaud, qui est assez long, est protégé par de la terre cuite contre le refroidissement. Quant au réglage, il est réduit à l'action d'un disque en tôle qui, en glissant sur le fond du cylindre, peut effectuer l'obturation partielle ou complète du trou d'arrivée d'air chaud.

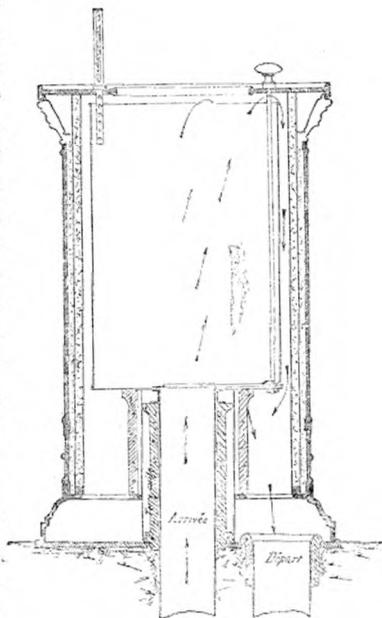


FIG. 5

Le courant direct ascendant a été employé depuis longtemps dans les appareils primitifs : les autres dispositions particulières sont décrites dans le brevet Storhay antérieur de 2 ans au brevet Cabanis, comme on l'a vu ci-dessus. Donc à part l'emploi de la poterie, il n'y a pas nouveauté, et l'on peut se demander si les intéressés toléreront les emprunts qui leur sont faits.

Il semble en résumé que l'unique préoccupation de l'auteur soit, non pas de mieux assurer une dessiccation parfaite et régulière, mais seulement de faire des *économies* de charbon, et de réduire le prix de la dessiccation d'une épreuve. C'est dans ce but qu'il amène par le plus court, sur le textile, l'air du calorifère avant d'en vérifier la température ; qu'il multiplie les enveloppes en terre cuite et autres, pour que l'extérieur de l'appareil ne devienne pas chaud, enfin qu'il enlève toutes les demi-heures les 450 grammes de textile placés dans l'appareil, estimant que la dessiccation *doit être terminée* complètement en trente minutes.

Ce qui est certain, c'est que ce court délai est souvent suffisant pour roussir l'échantillon avant qu'on puisse s'en apercevoir. Le thermomètre ne donne en effet que la température de l'air à sa sortie ; c'est un peu tard et cela n'indique nullement la température à l'arrivée sur le textile. Dans des étuves *semblables*, à *courant direct*, j'ai constaté 173° au fond de la chambre, alors que le thermomètre placé sur l'étuve, comme ici, n'indiquait que 105°. Aussi tous les constructeurs sérieux emploient exclusivement *le courant renversé* qui est plus rationnel et présente tout avantage.

A noter aussi que le réglage de température est à peu près nul et que le courant d'air chaud, attiré obliquement du côté du départ, se répartit inégalement dans la chambre de dessiccation. Toute cette tolérance, placée dans une enveloppe émaillée de Roegat, ne pèse environ que 40 kilogrammes.

5° *Appareils préparateurs*. — La dessiccation absolue est forcément une opération peu économique, puisque, vers la fin, le courant d'air chaud ne vaporise plus qu'une quantité très infime d'humidité. D'où également une durée assez longue de l'opération. Divers systèmes ont été imaginés dans le but d'abrèger le séjour du textile dans l'appareil, et parfois d'utiliser le courant dessiccateur encore très efficace à sa sortie.

Les *préparateurs Roegat* se composent d'une grande caisse rectangulaire où sont suspendus les lots : dans le fond débouche de l'air chaud, auquel il n'est pas ménagé d'issue. Cette disposition est sans efficacité et ne peut évidemment utiliser l'air sortant des étuves de conditionnement ; il n'y aurait plus de tirage.

Une disposition, spéciale à Lyon, consiste en une banquette circulaire, placée contre les appareils, et à l'intérieur du demi-cercle formé par six étuves. On y fait arriver directement de l'air chaud du calorifère ; un carneau le conduit ensuite à la cheminée.

Une autre disposition consiste à préparer la dessiccation des épreuves dans une sorte d'armoire chauffée d'une façon indépendante. Comme il faut absolument éviter de roussir, la température ne s'y élève guère qu'à 60 ou 70° c. C'est bien peu. En outre ces armoires étant à une certaine distance, le lot que l'on en retire, pour le placer dans l'étuve définitive, reste exposé quelques minutes à l'air ambiant, et reprend très rapidement. C'est donc bien inefficace, car, ce qui exige du temps, c'est précisément l'enlèvement des dernières portions d'humidité.

Comme complément de son étuve, M. Storhay a également exposé une disposition générale permettant d'utiliser réellement l'air encore chaud qui sort des étuves (fig. 6).

Douze étuves sont disposées sur un grand cercle, ou six étuves sur la moitié de ce cercle. A l'intérieur un passage, limité au nécessaire, est réservé pour les pesées et les autres manutentions. Enfin, au centre, une banquette circulaire, où débouche directement l'air de chaque étuve, permet de préparer sans frais la dessiccation à 100° c. environ, chaque lot étant placé vis-à-vis l'étuve où il doit se finir. L'air chaud parcourt ainsi le minimum de chemin entre l'étuve et le préparateur, et le transfert de l'un dans l'autre n'exige que deux secondes. Après avoir de nouveau été utilisé, l'air s'échappe à la cheminée par un orifice placé vers le bas.

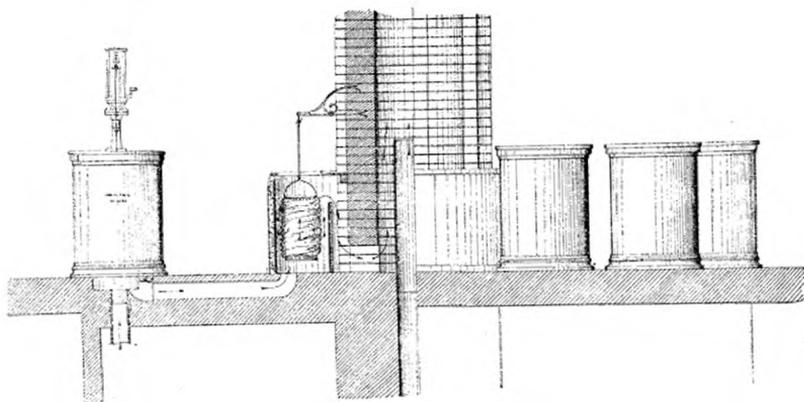


FIG. 6.

A l'extérieur du cercle des appareils sont les tables, les supports et autres accessoires (fig. 7 et 8).

Les différents systèmes d'étuves, décrits ci-dessus, peuvent être disposés pour servir alternativement de préparateurs ou de finisseurs. Ils sont alors combinés deux à deux, chacun recevant d'abord l'air chaud de son conjugué, puis l'air

chaud direct du calorifère. [Cette disposition est appliquée dans quelques établissements d'Italie, et elle est du reste assez facile à réaliser. Mais c'est compliquer

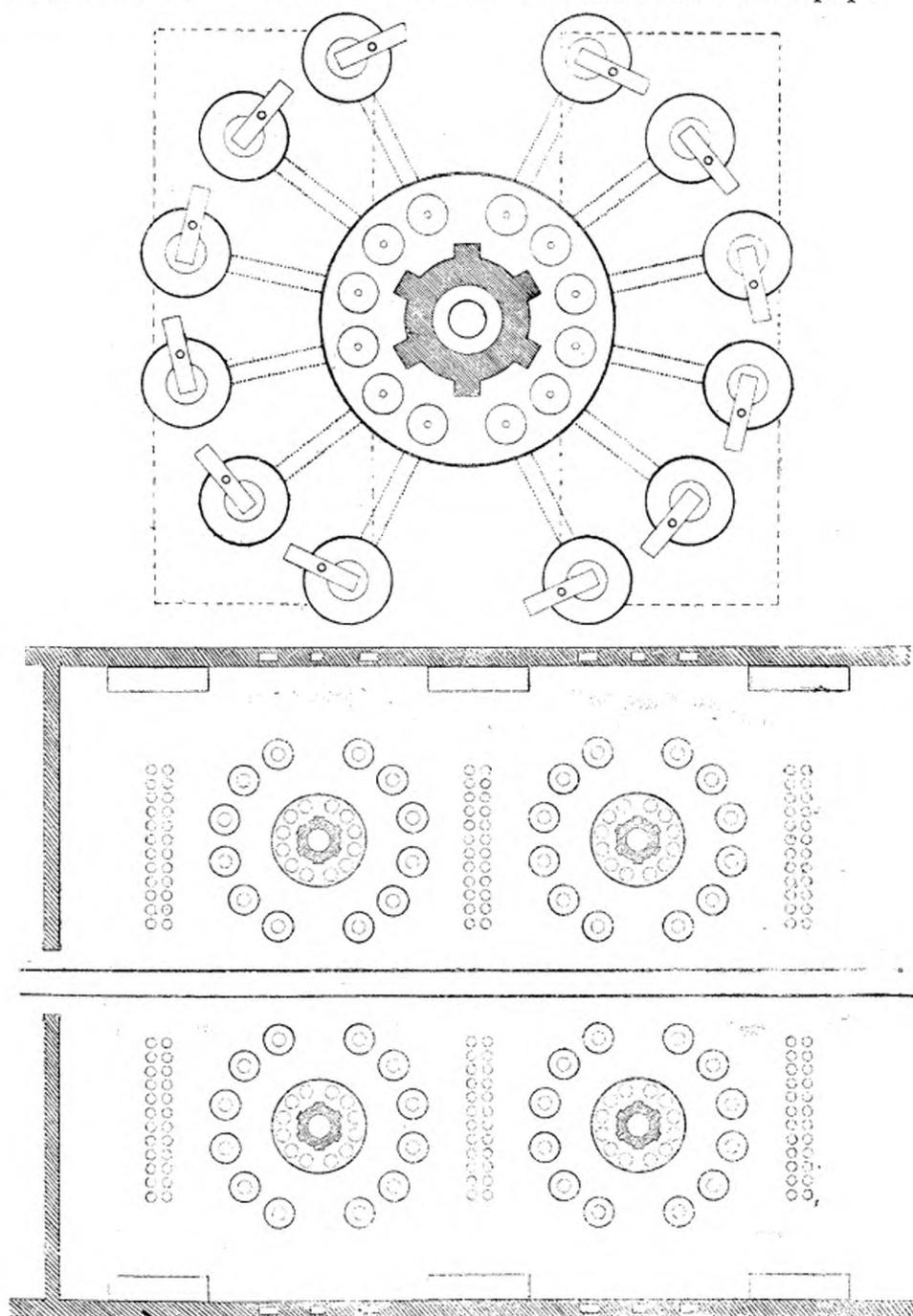


FIG. 7-8

quelque peu l'installation, et il ne semble pas que cela présente beaucoup d'avantages, sauf peut-être pour une Condition publique très peu importante, ou un établissement industriel.

III. — Appareils chauffés au gaz.

Au premier abord, l'emploi du gaz, pour chauffer les appareils de conditionnement, paraît très séduisant. Mais il s'en faut qu'il offre les plus grands avantages au point de vue de la facilité et de la régularité du fonctionnement, comme le supposait autrefois un auteur. En général, la température est peu facile à régler, même à peu près, et c'est dans cette catégorie que l'on constate *les plus grandes irrégularités de fonctionnement*. Cela ne veut certes pas dire qu'un appareil à gaz est fatalement défectueux ; mais plus qu'un autre il exige

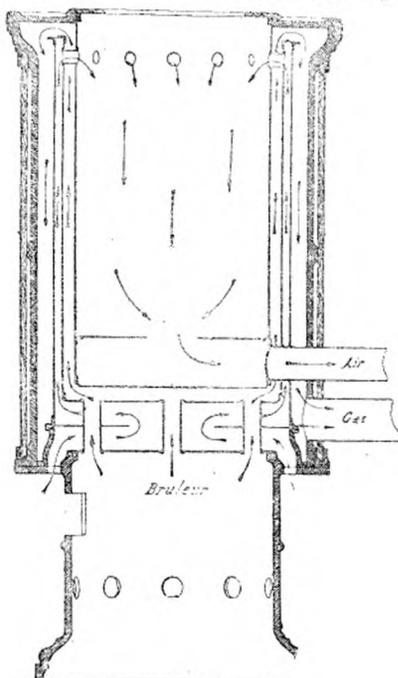


FIG. 9

des dispositions spéciales bien comprises, et ce n'est pas dans certains articles de pacotille ou d'exportation à bon marché que l'on peut les rencontrer.

À cela il faut ajouter que le prix du gaz en rend le chauffage plus dispen-

dieux, que chaque appareil est chauffé à part et demande une surveillance spéciale; enfin un oubli, une négligence, peut amener une explosion.

Cependant il est des circonstances où l'emploi d'une étuve à gaz est indiqué, surtout un petit modèle, c'est lorsqu'il s'agit d'un laboratoire, d'une filature, où l'on n'a besoin de faire des épreuves que d'une façon intermittente. Mais encore est-il bien peu de systèmes qui soient à conseiller.

1° *Etuve à gaz de la Condition de Bâle.* — Cette étuve est appliquée au conditionnement de la soie. Nous en empruntons la description à l'essai de M. Persoz sur le conditionnement des soies (fig. 9).

L'étuve proprement dite est placée sur un socle en fonte où se trouve le brûleur. Les gaz de la combustion traversent les tubes qui garnissent la caisse d'arrivée de l'air froid, s'élèvent entre la paroi mince de la chambre de dessiccation et l'espace annulaire où monte l'air qui s'échauffe et redescendent entre cette dernière et l'enveloppe extérieure. L'air circule d'abord dans la caisse qui surmonte le socle, s'élève dans un espace annulaire d'où il se déverse par une série de tuyaux dans la partie supérieure de la chambre de dessiccation.

Dans cette étuve le textile est chauffé par rayonnement tout autant, sinon plus, que par courant d'air; aussi n'est elle guère applicable qu'à la soie.

2° *Etuve à gaz Ratti.* — Au-dessus du brûleur est une caisse en cuivre où l'air, entrant par un point de la circonférence, fait de nombreux circuits jusqu'à ce qu'il arrive au centre; de là il passe dans le faux fond de la chambre de dessiccation, y pénètre par une multitude de petits trous, s'élève jusque près de l'ouverture et de là descend derrière l'enveloppe pour s'échapper par deux orifices inférieurs (fig. 10).

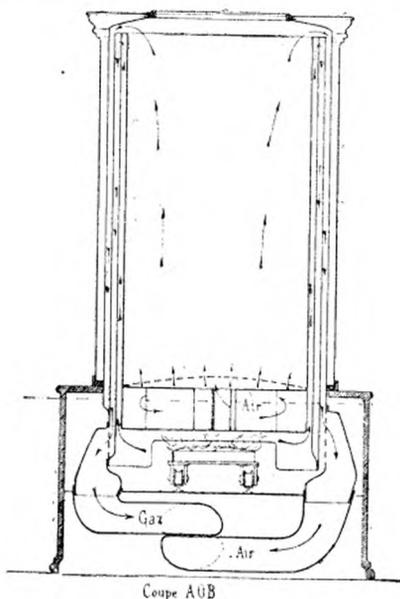
Les gaz de la combustion, après avoir léché le fond de la caisse à air, montent autour de cette caisse, puis le long des parois de la chambre de dessiccation, et redescendent ensuite dans un espace annulaire extérieur et concentrique au premier.

Comme le précédent, cet appareil consomme relativement peu de gaz, environ 300 à 500 litres à l'heure; mais là aussi la température est loin d'être uniforme sur tout le textile, et elle est plus élevée encore à la partie inférieure du laboratoire: la laine y roussit très souvent.

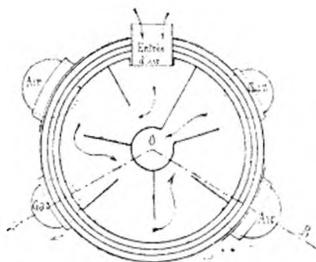
D'une construction également soignée, il présente l'inconvénient d'être très difficilement démontable.

3° *Appareil à gaz, système Sée.* — Il se compose tout simplement d'une chambre de dessiccation avec faux fond où pénètre l'air à chauffer et avec brûleur en dessous, d'un cylindre-enveloppe en tôle et d'une tablette en fer percée à son centre d'une ouverture pour introduire le textile. L'air chaud passe du faux fond dans le laboratoire par un orifice central, y chemine en s'élevant et s'échappe

par un orifice latéral vers la partie supérieure. Les gaz de la combustion s'élèvent entre l'enveloppe et la chambre, et s'échappent vers le haut par un tuyau concentrique et extérieur à celui de l'air chaud. C'est en deux mots l'appareil Ratti dont on aurait supprimé la moitié de la circulation, avec la symétrie en



Coupe AUB



Coupe horizontale CD

FIG. 10. — APPAREIL RATTI

moins. Aussi sa dépense est elle plus que doublée. D'après les auteurs une fois que le thermomètre indique la température voulue, il faut éteindre le gaz et fermer toutes les circulations d'air et de gaz, puis attendre que la balance n'indique plus de changement de poids. Mais alors que devient l'humidité restant dans l'échantillon ?

Avec cet appareil et ce procédé il n'est pas possible de conditionner exactement. Or une dessiccation approximative ne peut donner d'indication ayant grande utilité, puisque une différence de 2 % peut changer un bénéfice réel en perte notable.

4° *Appareil à gaz, système Marshall.* — Cet appareil, postérieur au précédent, n'en est qu'une copie défectueuse. Fabriqué à très bon marché, il a trouvé des acquéreurs en Angleterre où il se construit. Les pitoyables résultats qu'il donne, ont fait abandonner l'usage de l'appareil par la plupart de ceux qui l'ont acheté et leur ont donné du conditionnement une idée inexacte et défavorable. On ne peut que le regretter vivement, car ces expertises sont à peine connues en Angleterre, et cela ne peut que retarder dans ce pays l'installation de Conditions publiques dont l'urgente utilité, je dirai même la nécessité, est incontestable.

5° *Appareils à gaz Storhay.* — a) L'appareil breveté déjà décrit, placé sur un foyer calorifère au gaz, donne encore toute satisfaction au point de vue de la régularité et de la rapidité. Le calorifère à gaz est chauffé par un brûleur formé d'une série de becs Bunsen. Les gaz de la combustion passent dans les tuyaux qui traversent une caisse à air, de là s'élèvent puis descendent dans deux espaces annulaires concentriques, se réunissent dans une chambre formée par le socle au-dessous du foyer et s'échappent enfin à la cheminée. L'air circule absolument en sens inverse des produits de la combustion, pénètre en dernier lieu dans la caisse à air exposée au coup de feu, et débouche enfin dans le fond de l'étuve proprement dite.

La consommation de gaz est un peu élevée, et au point de vue de l'économie, il est préférable de placer l'étuve sur un petit foyer à étages Michel Perret : la dépense en combustible devient à peu près insignifiante.

b) Dans une deuxième disposition l'étuve et le calorifère à gaz sont réunis en un même appareil en conservant leurs dispositions spéciales. L'air qui doit être chauffé, est pris en quantité très facile à régler, sur le pourtour de la galerie ajourée, et s'échauffe au contact de la grande surface de chauffe présentée par la circulation des gaz de combustion. La dépense de gaz se trouve ainsi réduite au tiers.

Il existe deux modèles de ce type : l'un de la dimension générale adoptée pour les Conditions publiques ; l'autre, plus réduit, pour dessécher environ 100 grammes de textile. Ce dernier modèle est destiné aux laboratoires et aux filatures qui conditionnent les échevettes de numérotage afin d'avoir le numéro exact du fil.

6° *Appareils à gaz divers essayés à Lyon.* — La Condition publique de Lyon exposait également les plans de plusieurs systèmes d'étuves à gaz essayés à l'établissement. Tous ces appareils ont présenté dans leur fonctionnement des

inconvéniens plus ou moins nombreux qui les ont fait écarter. Mais ils ne laissent pas de présenter quelque intérêt, et nous les passerons rapidement en revue.

a) L'appareil Rogeat, essayé par M. Adrien Perret, l'ancien directeur de la Condition de Lyon, rappelle le système Persoz-Rogeat primitif : l'air dessiccateur agit de bas en haut. L'air à chauffer est pris sur le pourtour inférieur par un faisceau de tuyaux, qui l'amènent en haut de l'espace annulaire formant

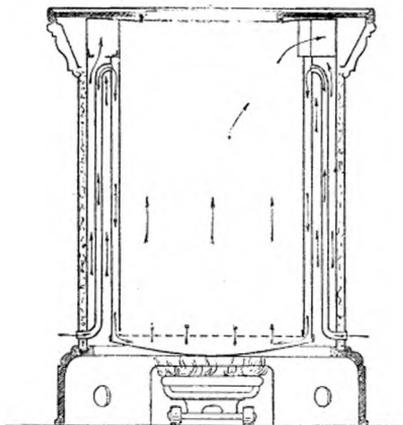


FIG. 11. — APPAREIL ROGEAT

l'enveloppe de la chambre de dessiccation. Il descend dans cet espace, arrive au coup de feu dans le faux fond de la chambre et y pénètre par une série de petits orifices. L'air et les gaz s'échappent par la partie supérieure. La consommation de gaz est d'environ 1500 litres (fig. 11).

b) L'appareil à gaz breveté de MM. André et Legrand présente une disposition moins favorable, les surfaces de chauffe étant réduites, ce qui augmente la consommation. Le brûleur est une double couronne à gaz, placée au-dessous d'une cuvette en cuivre. L'air arrive à la cuvette par une série de tuyaux rayonnant entre cette cuvette et la paroi extérieure de l'appareil et chauffés par la flamme ou les produits de la combustion. De là l'air pénètre dans le faux fond, puis dans la partie inférieure de la chambre de dessiccation.

L'air et le gaz qui s'échappent par la partie supérieure, sont de nouveau utilisés dans un préparateur juxtaposé. L'air descend dans la chambre en la traversant de haut en bas, et les gaz circulent en descendant tout autour d'une moitié, puis en remontant autour de l'autre moitié.

c) Un dernier système enfin, reproduisant partie des dispositions de l'étuve André et Legrand, a été essayé par M. Testenoire, directeur de la Condition

des soies de Lyon. Le but était d'alimenter avec un seul calorifère à gaz quatre étuves de conditionnement et deux préparateurs. Au centre était placé le foyer calorifère à gaz, muni d'un puissant brûleur. On utilisait pour la combustion l'air chaud sortant des étuves. Les gaz de la combustion, sortant du calorifère, circulaient autour des appareils de conditionnement, puis autour des préparateurs, et descendaient enfin dans le carneau de départ placé dans le sol.

Tout cet ensemble est assez compliqué et nécessite quantité de tuyaux de raccord : les résultats des essais n'ont pas été favorables.

APPRÉCIATIONS GÉNÉRALES

Nous bornerons là cette description des appareils fondamentaux des Conditions publiques.

Si l'on considère que la qualité primordiale et essentielle d'une étuve est de donner sûrement et exactement l'humidité d'un textile, par suite de fournir une température aussi uniforme que possible, on sera à même d'apprécier pratiquement du moins les divers systèmes, et l'on reconnaîtra que les bons appareils sont très rares.

Sunt bona, sunt mala, sunt mediocria plura.

Il est donc très regrettable, surtout au point de vue du commerce et de l'industrie textiles, qui en sont les victimes, que quelques Conditions publiques aient été pourvues d'appareils absolument défectueux.

CONTROLE SUPÉRIEUR DU CONDITIONNEMENT

Il y a là une lacune à signaler dans notre législation. Les poids et les mesures sont contrôlés d'une façon très effective ; le poids conditionné des textiles ne l'est pas du tout en réalité : l'exactitude en dépend du directeur ou plutôt d'une administration locale, qui représente les intérêts locaux, que des intrigues peuvent induire en erreur.

Il y a bien des statuts approuvés par décret, ce qui donne aux expertises d'une Condition officielle une autorité légale. Mais qui prouve que les règles prescrites sont observées ? Qui peut jamais prouver, dans un cas donné et après coup, que ces règles ont été violées ? Il ne faut pas que l'approbation officielle couvre injustement des erreurs et des illégalités, et pour cela il serait indispensable qu'il fut institué, outre le conseil local de surveillance, un *contrôle et une sanction efficaces*, relevant directement de l'autorité centrale représentée par le ministère du commerce, il faudrait, en un mot, que toutes les Conditions publiques, officielles ou non, fussent à la lettre visitées et vérifiées assez fréquemment, par un inspecteur relevant seulement du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Il serait d'ailleurs très logique d'assimiler par cette mesure les Conditions publiques aux autres branches de l'administration, et les frais en seraient nuls en les faisant supporter par les divers établissements au prorata du chiffre brut de leurs recettes annuelles, lesquelles s'élèvent en France à plus de un million.

Accessoires des appareils de conditionnement.

Les accessoires comprennent surtout les ustensiles qui servent à préparer et à suspendre les textiles dans les appareils de conditionnement.

Nous ne parlerons plus des balances dont il a déjà été question aux appareils de pesage.

Quand on conditionne de la laine peignée, le dévidage et la manutention des rubans se font sur un trafusoir, ou poteau en bois, muni d'une ou deux branches, à 1^m,80 au-dessus du sol. Les mèches allongées sur une table en bois, ou mieux en marbre, sont enroulées autour d'un panier métallique en treillis, dont le poids est exactement équilibré d'avance sur la balance d'appareil.

S'il s'agit de filé, les écheveaux sont accrochés aux branches d'une étoile ou à la circonférence d'une couronne également tarée exactement.

La dessiccation des cotons bruts, des laines brutes ou lavées et des blouses se fait plus difficilement. Le plus ancien panier est un cylindre à treillis, de 25 centimètres de diamètre, et 50 centimètres de hauteur. On le remplit de la matière textile. La dessiccation s'y fait très lentement, et on peut même affirmer qu'elle n'est jamais poussée à fond.

Un autre type, déjà meilleur, se compose de deux cylindres concentriques en treillis: le textile est placé dans l'espace annulaire.

Enfin le modèle qui offre le plus de surface au contact du courant d'air chaud est le panier à étages, système Storhay, qui double les surfaces de dessiccation. Créé en 1888, il est employé avec succès en France et en Angleterre, et réduit de 50 à 75 % le temps nécessaire à la dessiccation des blouses et des laines lavées.

III. — Appareils de titrage et de numérotage.

Pour établir la finesse d'un fil quelconque, on forme avec ce fil un certain nombre d'échevettes d'une longueur déterminée et bien juste, puis on établit exactement le poids de chacune de ces échevettes. De la moyenne des poids on déduit le titre ou le numéro, suivant qu'il s'agit de la soie ou d'un autre textile.

Nous commencerons par les appareils qui conviennent plus spécialement à la soie, et dont les modèles réduits étaient exposés par Lyon.

I. — *Banque de grèges.*

Parmi les divers fils de soie, le titrage des grèges présente des difficultés particulières et nécessite un dévidage préalable qui se fait sur la banque de grèges. Les flottes à essayer sont d'abord placées sur un trafusoir et bien arrondies à la main, puis disposées avec soin sur des tavelles à huit branches. Chaque branche est composée de deux parties pouvant rentrer l'une dans l'autre, de façon qu'on puisse accommoder le périmètre de la tavelle à tous les guindrages. Le fil de grège est alors dévidé et enroulé sur une bobine en bois en longueur suffisante pour fournir une échevette d'essai. Ce dévidage se fait à une vitesse variable suivant les sortes, mais toujours avec une lenteur relative de 5 à 40 tours par minute.

II. — *Eprouvette à titrer.*

C'est sur cet appareil qu'on forme les échevettes de titrage. Il se compose d'une série de *tavelles mesureuses*, à périmètre bien uniforme et bien exact, sur lesquelles sont formées les échevettes d'essai. Chaque tavelle est formée de six branches légères en bois de noyer, fixées sur un moyeu en bois par une extrémité, et dirigées suivant des rayons. L'extrémité extérieure est élargie à 6 ou 7 centimètres parallèlement à l'axe de la tavelle, afin que les fils puissent s'y enrouler sans trop se superposer. L'axe en fer qui traverse le moyeu porte un petit tambour en bois ainsi qu'un petit pignon en métal. Enfin une des branches est pourvue d'une articulation qui en se repliant, desserre l'échevette et permet de l'enlever facilement.

A chaque tavelle correspond un compteur de tours actionné à *volonté* par le pignon de la tavelle. Un tour complet du cadran correspond à 500 mètres. Tous les 500 mètres ou même tous les 250 mètres, un déclenchement relève brusquement l'axe de la tavelle et arrête son mouvement. Le compteur est construit suivant le périmètre de la tavelle mesureuse, qui pour la soie est généralement de 1 mètre, parfois de 1^m,25: le nombre de tours correspondant à 500 mètres est donc suivant le cas de 500 ou de 400.

On a même construit des éprouvettes pour la laine et le coton avec périmètre de 1^m,4285; le nombre de tours est alors de 70 pour 100 mètres, ou 350 pour 500 mètres.

Les tavelles sont disposées en ligne, par série de 6, 10 ou même 12, au-dessus d'un arbre moteur, le plus souvent mû à la main par l'intermédiaire d'un renvoi à manivelle. Cet arbre porte de grandes poulies en bois, situées au-dessous des petits tambours de tavelle; mais le mouvement n'a lieu que lorsque l'axe abaissé amène le contact entre le tambour et sa poulie.

Au-dessus des tavelles mesureuses, le fil à essayer est placé soit sur bobines, provenant de la banque de grèges, soit sur tavelles légères s'il est en échevettes. Le fil passe d'abord sur une bague de verre, puis dans une queue de cochon,

enfin dans un anneau fixé à un va-et-vient qui le répartit uniformément sur la tavelle mesureuse. Lorsqu'on dévide de la soie, ce qui se fait toujours avec une lenteur relative, la queue de cochon est soutenue par le fil. Si ce dernier vient à rompre, la queue de cochon retombe et agit, par un mécanisme très simple, sur un déclanchement qui produit l'arrêt immédiat de la tavelle mesureuse.

Le dévidage se fait plus vite pour les autres fils; mais alors, pour prévenir des erreurs inévitables, il est indispensable de ne prendre que les échevettes formées sans rupture pour établir le numéro.

D'après ce qui précède on comprend que cet appareil ne puisse être appliqué qu'à la soie ou aux fils de laine ou de coton d'une finesse suffisante. Encore faut-il pour avoir une tension convenable du fil, le faire passer, non sur une seule baguette de verre, mais bien sur deux ou trois s'il est possible.

Quant aux gros fils, l'éprouvette à titrer ne peut servir à en déterminer le numéro. Le manque de tension suffisante et la superposition du fil sur la tavelle donneraient des résultats erronés.

III. — *Dévidoir Piat.*

Lorsqu'on doit numéroter de gros fils, il est bien préférable, pour éviter l'erreur provenant de la superposition du fil, de réduire les échevettes d'essai à 200 et même à 100 mètres, quitte à augmenter leur nombre.

Dans ce cas le dévidoir Piat, entièrement construit en métal et assez portatif peut parfaitement convenir. Son périmètre assez grand, 1^m,428, son compteur qui marque tous les 50 mètres à l'aide d'un timbre, et la possibilité d'y faire d'un coup cinq échevettes, le rendent d'un emploi commode. La tavelle mesureuse est assez large pour que les cinq échevettes, étalées par un va-et-vient, s'y juxtaposent facilement.

IV. — *Dévidoir à fil juxtaposé en hélice.*

Ce dévidoir, destiné aux gros fils, a pour but d'éviter toute superposition de fil. Comme les dévidoirs de fabrique, il est formé de six barres disposées aux angles d'un hexagone régulier. Le va-et-vient est simplement remplacé par un mouvement continu et insensible *dans le même sens*, de sorte que tous les tours de fils d'une échevette viennent se juxtaposer les uns à la suite des autres, en formant une hélice.

Cet appareil n'est employé qu'à Roubaix.

V. — *Numéroteur mathématique du D^r L. Olivier.*

Il est regrettable que ce dévidoir ne figurât pas à l'Exposition, car sa construction est vraiment originale et intéressante. Il se compose de deux cylindres parallèles superposés, de façon que le supérieur soit un peu en arrière du premier. Le cylindre inférieur en bronze, tourné très exactement à un périmètre déter-

miné de 714, 2 millimètres remplace la tavelle mesureuse des autres appareils; le cylindre supérieur, en zinc, a un diamètre de 190 millimètres; une partie de sa surface peut se replier vers l'intérieur en pivotant autour de deux charnières disposées suivant une génératrice du cylindre. Enfin un compte-tour avec sonnerie tous les 100 mètres, est relié à l'arbre du cylindre inférieur.

Le fil à mesurer est accroché à un bouton noyé dans le cylindre en zinc, et l'appareil peut être mis en marche. Qu'il provienne d'une bobine ou d'un porte échevette, le fil passe d'abord dans une queue de cochon reliée à un va-et-vient à mouvement uniforme, s'applique ensuite sur le cylindre en bronze pendant un quart de tour, passe entre les deux cylindres, et s'enroule sur le cylindre en zinc.

La superposition des fils est ainsi supprimée, et le dévidage se fait avec une tension régulière et très uniforme, sans les a-coups et les chocs inévitables des tavelles à 6 pans. On peut faire 5 échevettes d'un seul coup. Il est évident que le mesurage se fait très exactement quelle que soit la grosseur du fil, et c'est en effet ce que j'ai reconnu par des expériences comparatives de plusieurs mois.

VI. — *Dévidoirs du commerce.*

Il serait sans intérêt de passer en revue les dévidoirs en bois et en métal, plus ou moins soignés, et plus ou moins bon marché qu'on trouve un peu partout. D'une exactitude douteuse ils sont généralement complétés par une romaine qui indique le numéro directement. La romaine doit être écartée pour les opérations qui demandent une grande précision. Aussi ces appareils ne peuvent donner qu'un résultat d'autant moins approximatif que le fil est plus fin.

VII. — *Appareils accessoires.*

Les appareils complémentaires des dévidoirs comprennent en premier lieu les balances pour établir les poids des échevettes, et les appareils de conditionnement pour reconnaître le poids sec du fil et écarter l'erreur provenant d'un excès ou d'un manque d'humidité. Les unes et les autres ont déjà été décrites. Je noterai seulement que les balances, devant parfois peser des échevettes de quelques grammes, doivent être très sensibles et justes, et les poids bien exacts. Quant aux étuves de conditionnement, au lieu du type des Conditions publiques, il vaut mieux employer un petit modèle spécial bien régulier à gaz ou à vapeur.

À l'atelier de titrage se rapportent encore divers outils, tels que un grand dévidoir pour mettre en échevettes le fil sur cannettes ou sur bobines, les porte-échevettes pour gros fils à grand guindrage, etc.

IV. — Appareils pour le décreusage de la soie et le lavage des laines et des cotons.

Il ne s'agit ici, bien entendu, que du décreusage de un ou plusieurs échantillons ainsi que cela se pratique dans les Conditions publiques.

Ces opérations ne comportent pas d'appareils ayant un caractère bien particulier.

Le décreusage de la soie se fait dans des bassines en cuivre, chauffées soit au charbon, soit de préférence au gaz ou à la vapeur. Un grand bac à rincer avec eau en abondance, un trafusoir, quelques sacs en toile, et un ou plusieurs appareils de conditionnement complètent l'atelier. Cet outillage est d'autant plus invariable qu'il y a pour le décreusage de la soie un procédé officiel, seul applicable dans les conditions publiques.

Nous avons vu que pour les autres textiles, le lavage qui doit les débarrasser de leur charge, ne se fait pas suivant des règles tracées par des statuts et règlements. Jusqu'aujourd'hui le Comité consultatif des Arts et Manufactures n'a pas approuvé de méthode générale, sans doute parce que le procédé généralement employé n'offre pas de garantie complète dans tous les cas qui peuvent se présenter, et que sa valeur dépend pour beaucoup du directeur qui l'applique. Aussi les résultats de lavage donnés par les Conditions publiques n'ont jusqu'ici qu'une valeur simplement officieuse, par conséquent récusable.

Un atelier de lavage comprend en résumé :

1° Un grand récipient destiné à chauffer l'eau à 100° environ, est suffisant pour alimenter les différents bacs.

2° Une série de cuiviers en bois ou en cuivre étamé pour les trempages à l'acide, à la soude, et pour les rinçages ;

3° Des tamis, non en zinc comme le faisait certain établissement, mais en cuivre étamé, ou plus simplement en soie ou en crin ;

4° Enfin un trafusoir, et une ou plusieurs étuves.

Lorsque l'atelier de décreusage ou de lavage a une certaine importance et qu'on dispose d'un moteur à proximité, l'installation d'uneessoreuse peut rendre grand service pour le rinçage et le séchage.

L'impureté de l'eau dont on peut disposer, exige en certains cas une installation particulière, soit pour corriger l'eau et l'amener à 2 ou 3 degrés hydrotimétriques, soit, ce qui est infiniment préférable, pour procurer de l'eau distillée en abondance. Mais ce serait sortir de notre sujet que de nous y arrêter.

V. — Appareils divers.

Les expertises particulières, énoncées au chapitre V de la première partie, comportent l'installation d'un *petit laboratoire spécial* dans les Conditions publiques de quelque importance qui sont dirigées en outre par un homme ayant les connaissances techniques suffisantes. Il va sans dire qu'il ne s'agit pas ici d'un laboratoire complet de physique et de chimie : l'outillage doit en être restreint au matériel nécessaire pour effectuer les expertises bien déterminées qu'il peut être utile de faire pour reconnaître l'état ou la nature d'un textile.

Ce laboratoire doit comprendre au moins deux pièces à proximité l'une de l'autre, et autant que possible près du bureau du directeur : la première, où se feront les lavages en petit et les manipulations chimiques ; la seconde, réservée pour les divers instruments qui ne peuvent séjourner sans grave inconvénient dans la première pièce où l'on ne peut éviter les vapeurs diverses.

Nous nous bornerons à noter les instruments spéciaux à notre sujet, et nous laisserons de côté les balances et le matériel ordinaire que tout chimiste est en état de choisir.

I. — *Sérimètre-dynamomètre.*

Comme son nom l'indique il concerne plus spécialement la soie, mais il peut également servir pour l'essai des fils fins de laine ou de coton. Il a pour but de déterminer à la fois l'élasticité limite d'un fil et sa résistance à la traction.

L'instrument se compose d'une caisse en bois de 1 mètre environ de hauteur dans laquelle se trouve une partie du mécanisme. À la partie supérieure se trouve le dynamomètre à ressort dont l'aiguille indique sur un cadran extérieur l'effort produit. Vers le bas est un poids dont la chute est guidée par une rainure et une plaque extérieure, et d'autre part réglée par un moulinet à ailettes. Un bouton à pince est relié au dynamomètre, et un second au poids curseur, de façon que la distance est de 0^m,50 quand le poids est au haut de sa course. Un index gradué donne la longueur de course du poids.

Le fil étant tendu entre les deux boutons, on déclanche le poids qui descend avec une lenteur suffisante. La rupture du fil met en liberté un enclanchement qui arrête le poids instantanément. Le cadran supérieur donne le poids de rupture en grammes, et l'index inférieur, l'allongement élastique maximum de 50 centimètres. En doublant on obtient l'élasticité limite par mètre.

Cet instrument est construit entre autres par la maison Ducretet, dont la remarquable exposition à la classe XV, a obtenu justement un grand prix.

II. -- *Sérimètre Testenoire.*

On sait que les dynamomètres à ressort sont très sujets à variations. M. Testenoire, directeur de la condition de Lyon, a apporté au sérimètre ordinaire diverses améliorations que lui ont suggéré sa longue pratique et ses connaissances techniques spéciales. L'amélioration la plus importante consiste dans le remplacement du dynamomètre à ressort par un dynamomètre à levier, heureusement combiné, qui donne à son appareil un degré de précision supérieur. Il a été décorné à M. Testenoire une médaille d'argent.

III. -- *Appareil phrosodynamique Alcan.*

Cet appareil bien connu est dû au regretté professeur du Conservatoire des Arts et Métiers, M. Michel Alcan, et figurait à la classe 54.

Cet appareil, d'un volume relativement restreint, permet d'expertiser des fils de forces bien différentes. L'élasticité et la ténacité sont mesurées à l'aide d'un dynamomètre à poids et à levier ; on peut également y déterminer le degré de torsion d'un fil, et par suite rechercher à quel degré correspond la résistance maximum de ce fil.

Cet appareil a obtenu une médaille d'argent.

IV. -- *Dynamomètre Perreaux.*

M. L.-G. Perreaux, constructeur de l'appareil Alcan, est l'auteur d'un puissant dynamomètre à ressort dont il a fait deux modèles : l'un de la force de 600 kilogrammes, l'autre de la force de 100 kilogrammes maximum. Ces appareils ont pour but de mesurer exactement la ténacité et l'élasticité, ces deux propriétés qui constituent la qualité et la valeur d'un textile.

Destinés plus particulièrement à l'essai des tissus, ces appareils conviennent également pour certains gros fils et les fils à carot.

Ils figuraient à l'exposition de M. Perreaux, classe XV, à laquelle le jury a décorné une médaille d'or.

V. -- *Appareil Daniel Holzach.*

Cet appareil, construit par MM. Wenner et Gutmann à Zurich, est destiné à mesurer d'une *façon continue* l'élasticité et la résistance d'un fil donné. D'une conception ingénieuse, il permet également de déterminer rapidement la régularité du fil, la meilleure torsion qui lui est applicable, et la tension moyenne limite qu'il peut supporter sans se rompre.

VI. -- *Compteur d'apprêt.*

Cet instrument bien connu permet de reconnaître exactement le degré de torsion d'un fil deux bouts de 50 centimètres, et aussitôt après, s'il s'agit de soie, le filage de l'un des bouts.

L'appareil se compose d'une boîte d'environ 80 centimètres de longueur renfermant le mécanisme. A gauche sur une borne est un bouton-pince maintenu par un fort ressort et ne pouvant tourner ; à droite et à une distance qui donne au fil pincé une longueur de 50 centimètres, est un bouton-pince, dont la tige horizontale pénètre dans une boîte, et auquel on peut donner un rapide mouvement de rotation dans un sens ou dans l'autre à volonté. La boîte renferme le mécanisme qui permet de donner la rotation rapide, ainsi que deux compte-tours, l'un pour le retors, l'autre pour le filage.

Entre les deux boutons le fond de la boîte est garni d'un large bourrelet en velours sombre.

VII. — *Appareils divers.*

Nous ne ferons que citer les loupes, microscopes, compte-fils, etc., dont l'usage et l'emploi sont très connus.

Mais nous croyons devoir insister sur l'étuve de conditionnement petit modèle, dont l'usage est trop rare au laboratoire, et que beaucoup de chimistes ignorent. Veut-on connaître le poids absolument *sec* d'une substance ? Ce ne sont pas les étuves qui manquent pour la dessécher. Mais après ? L'opérateur la porte vivement sur une balance, et en prend le poids le plus rapidement possible. Ce n'est jamais exact à certaines températures, car d'abord on ne peut vérifier si la dessiccation était complète, et le fut-elle dans l'étuve, en sortant, la matière se refroidit rapidement de plusieurs degrés, et reprend une quantité très appréciable d'humidité avant que la pesée soit effectuée.

L'appareil de conditionnement présente cet avantage capital que la pesée se fait dans l'étuve même de dessiccation. Le type à gaz, à réglage rationnel de température, de la grandeur destinée à 30 grammes de textile, convient particulièrement pour l'usage du laboratoire.

TROISIÈME PARTIE

Installation générale.

Le développement des Conditions publiques, a tellement dépassé, toutes les prévisions, que les installations premières, d'ailleurs défectueuses, sont devenues bien souvent insuffisantes. De grands travaux de construction ont dû être faits

à Lyon ; Roubaix et Tourcoing ont reconstruit de toutes pièces de nouveaux établissements au lieu et place des anciens.

Aujourd'hui, grâce à l'expérience acquise, il est possible de tracer des règles générales pour la distribution de ces établissements. Nous allons brièvement résumer les diverses parties d'une Condition publique complète, puis nous indiquerons les installations les plus intéressantes par leur originalité ou leur importance.

En premier lieu, il faut toujours se ménager la possibilité d'agrandir plus tard, quelque certain qu'on puisse être de faire suffisamment grand. Une Condition publique est par certains côtés un établissement industriel, dont la prospérité est étroitement liée à celle de l'industrie locale ; de plus, son mouvement et ses opérations augmentent à mesure que ses expertises sont plus connues et mieux appréciées ; enfin des faits, trop fréquents dans l'industrie, démontrent à quelle gêne extrême on est souvent réduit, lorsqu'au début on s'est mesuré trop parcimonieusement le terrain.

Une Condition publique aujourd'hui comporte deux groupes de locaux bien distincts :

- 1° Les magasins et leurs dépendances ;
- 1° Les ateliers d'expertises et les bureaux.

I. — *Magasins et dépendances.*

Les magasins ont une importance bien plus considérable lorsque les textiles, généralement expertisés dans l'établissement, se composent de laine ou de coton. L'usage d'accorder quelques jours de magasinage gratuit aux marchandises expertisées, a été très apprécié par le commerce, et il est arrivé que, pour attirer la clientèle, certaine Condition en est arrivée aujourd'hui à faire en réalité concurrence aux magasins généraux, par les facilités qu'elle accorde pour un magasinage indéfini.

A Roubaix, les marchandises expertisées ont droit à un magasinage gratuit de quinze jours ; passé ce délai, elles sont déposées d'office aux entrepôts, contigus à l'établissement. A Tourcoing, on accorde vingt-cinq jours de magasinage gratuit, et, au bout de ce temps, il suffit de faire effectuer un nouveau pesage de la marchandise pour avoir droit de nouveau à vingt-cinq jours. Vu la taxe de pesage commune à Roubaix et à Tourcoing, le magasinage revient donc à 20 centimes par 100 kilogrammes et vingt-cinq jours, soit 0 fr. 24 par 100 kilogrammes et par mois, y compris pesage et assurance.

Les magasins comportent les locaux suivants :

1° Un emplacement couvert, contigu aux magasins et permettant aux camions de venir s'accoter aux quais de déchargement. La longueur des quais est à calculer d'après le travail que l'on doit pouvoir faire en même temps, et la

cour doit être assez grande pour permettre à un certain nombre de voitures d'attendre leur tour.

2° Un emplacement spécial affecté aux déchargement et rechargement, pesage, déballage et manutentions diverses des colis : c'est la partie des magasins qui est adjacente à la cour des camions ; elle est bordée de quais dont le niveau général est de 1^m,10 à 1^m,30 plus élevé que celui de la cour.

3° Une étendue suffisante de magasin, en arrière de l'emplacement précédent, pour y ranger facilement en dépôt les marchandises qui doivent séjourner à la Condition.

4° Des locaux cloturés pour le prélèvement des épreuves, leur pesage immédiat, et le relevé de certaines tares.

5° Un local pour le décaissage et le rencaissage des filés en cannettes, en bobines, en pelottes, etc.

6° Un magasin pour fournitures générales, toiles, cordes, ficelles, papiers d'emballage, pointes, etc.

7° Un dépôt pour les débris de papier, ficelles, balayures et déchets, dont l'importance est assez considérable.

8° Un vestiaire pour les employés de magasin.

9° Enfin, s'il y a lieu, écurie et remise pour le service du factage.

Les cabinets indispensables doivent être à proximité du magasin et d'accès facile à surveiller.

Les magasins doivent être bien éclairés et prendre jour au Nord ; il faut les abriter également et contre l'humidité et contre la chaleur qui dessécherait les marchandises : ce dernier point est particulièrement important.

La partie réservée au dépôt doit être d'autant plus grande que les lots séjournent peu de temps, et qu'on ne sait guère d'avance la durée du magasinage. On ne peut donc guère empiler un lot, et encore bien moins deux lots l'un sur l'autre.

Quand on le peut, il est prudent d'isoler les magasins de l'autre groupe de bâtiments.

II. — *Ateliers d'expertises et bureaux.*

Ce deuxième groupe comprend les locaux de la Condition publique proprement dite : en voici l'énumération :

1° *Bureaux divers* : pas perdus pour le public, caisse, bureau du directeur, bureaux des employés aux calculs et à la rédaction des bulletins, archives, bureau des entrées et des sorties, etc., tout cela variant naturellement suivant l'importance et les convenances locales.

2° *Atelier des étuves de conditionnement.* Cet atelier doit être très éclairé. Une ventilation intelligente, et un choix judicieux et impartial des appareils, sont plus efficaces, pour y maintenir une température convenable, que des di-

mensions exagérées. Il y a lieu d'être étonné que dans une grande Condition, récemment construite, on ait totalement écarté la ventilation.

Lorsque les étuves sont chauffées par calorifères, cet atelier doit être au-dessus du local des foyers.

3° *Atelier de titrage.* Un bon éclairage est de rigueur. Si l'établissement comporte un moteur, il sera avantageux de l'avoir à proximité pour donner un mouvement mécanique et régulier à l'éprouvette à titrer, à la banque de grèges et à certains dévidoirs. Il serait également utile d'y avoir quelques étuves pour le conditionnement des titrages de laine et de coton.

4° *Ateliers de décreusage et de lavage.* On doit y ménager un écoulement facile des eaux, et installer une cheminée avec une large hotte au-dessus des bassines.

5° *Laboratoire.* Comme nous l'avons vu, il faut au moins deux pièces bien séparées, et aussi près que possible du bureau du directeur.

6° *Locaux divers,* comprenant les salles du moteur et du générateur, un petit atelier de réparations, un petit magasin de fournitures, produits chimiques, etc.

7° *Logements du directeur et du concierge.*

Hâtons-nous d'observer qu'il s'agit là d'une Condition importante et complète. Il est évident qu'un petit établissement, surtout quand il n'expertise qu'une sorte de textile, peut réduire de beaucoup cette installation.

Quand le tonnage des marchandises est notable, et qu'il donne lieu à beaucoup d'expéditions ou d'arrivages, il est de l'intérêt du commerce, et par suite de la Condition, qu'elle soit reliée, si possible, à la gare par un raccordement. Il n'est pas nécessaire pour cela que la Condition prenne alors la responsabilité des expéditions : ce n'est pas à conseiller. Mais les intéressés ne laisseront pas d'en retirer grand avantage, si l'exploitation du raccordement est faite par un intermédiaire, ainsi que cela est organisé à Roubaix. On aurait tort d'objecter, comme je l'ai entendu, que le raccordement profite presque exclusivement aux acheteurs étrangers à la ville où se trouve la Condition.

CONDITION DE LYON

Cette condition publique, la première en date, s'est en outre maintenue au premier rang comme importance, comme organisation et comme procédés. Ce résultat est dû pour beaucoup à l'administration large et intelligente de la Chambre de commerce de Lyon, qui ne recule pas devant les sacrifices, et a toujours su choisir des hommes de valeur pour être à la tête de son établissement.

Et ce n'a pas été sans peine, comme on pouvait le voir par les plans et les tableaux qui figuraient à l'Exposition. Très à l'étroit sur un emplacement devenu insuffisant, les bâtiments ont dû se développer en hauteur. Comme la Condition

de Lyon ne reçoit pour ainsi dire que des soies, un espace assez restreint suffit pour les magasins à rez-de-chaussée.

L'établissement est situé sur un terrain carré de 30 mètres environ de largeur, et 45 à peu près de profondeur. Contre le fond sont adossés en ligne une série d'ateliers secondaires. Sauf sur la face, le pourtour du terrain restant est consacré à la circulation des voitures, qui entrent par une porte et sortent par l'autre. La partie centrale est occupée par un vaste bâtiment à trois étages de 23 mètres front à rue, et de 30 mètres de profondeur. Au milieu est une cour vitrée éclairant l'intérieur.

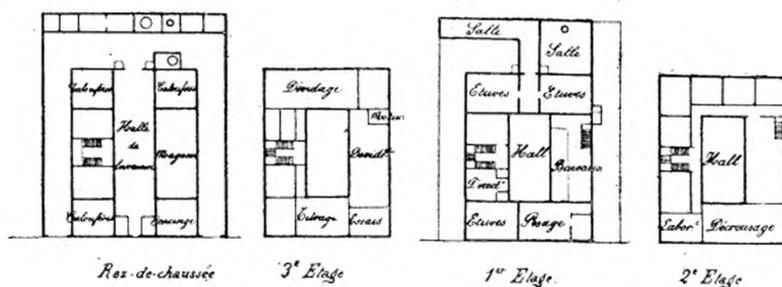


FIG. 12. — CONDITION DE LYON

On rencontre au rez-de-chaussée les magasins, les calorifères; au premier, les bureaux, les ateliers des étuves, le pesage; au second, des laboratoires, petits magasins, ateliers importants de décreusage; enfin, au troisième, un moteur à gaz, les ateliers de titrage et de dévidage, et un petit appartement. Plusieurs escaliers et des monte-charges assurent de faciles communications entre les étages.

Enfin, la façade est d'un style sobre, convenant bien à la destination de l'établissement.

CONDITION DE ROUBAIX

Devenue absolument insuffisante, l'ancienne Condition publique de Roubaix a été reconstruite sur un nouveau terrain très spacieux, près du chemin de fer, à côté des vastes Magasins généraux de Paris, et aussi à proximité que possible de Tourcoing, où elle a beaucoup de clients.

Bien qu'il soit entièrement à rez-de-chaussée sur cave, cet établissement rappelle par sa disposition d'ensemble la Condition de Lyon. Les voitures qui amènent les marchandises, font le tour du grand bâtiment qui renferme tous les services, entrant par un côté, sortant par l'autre. Mais, en avant de ce grand bâtiment, est une cour, qui est séparée de la rue par un grand pavillon, habita-

tion du directeur et du concierge. Ce pavillon est percé d'un large passage couvert, à double voie, pour l'entrée et la sortie des voitures.

Sur la face du bâtiment, au centre, se trouvent les divers bureaux, puis un vestibule pour le public, le bureau du directeur et les archives. Cette partie est surmontée d'un étage occupé par une vaste pièce où s'est réuni, en 1885, un congrès de directeurs de conditions publiques et de membres des Chambres de commerce. En arrière des bureaux et au centre, les étuves sont installées dans une très belle salle de 21 mètres de longueur, de 13 mètres de largeur, et d'une

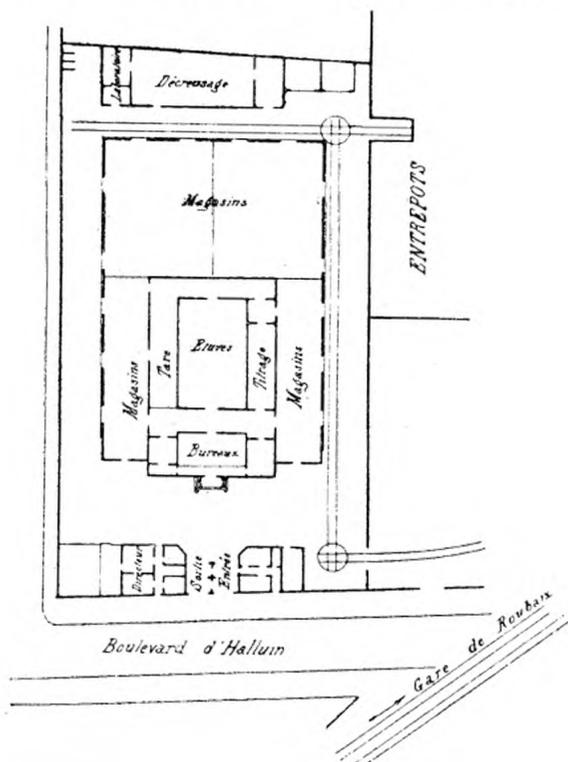


FIG. 13. -- CONDITION DE ROUBAIX

hauteur heureusement proportionnée. Il y a là quarante-huit appareils de conditionnement symétriquement disposés en huit groupes de six étuves. A droite se trouve l'atelier de titrage, puis ceux de dévidage, de tare, de lotissement et pesage des épreuves. Enfin le reste est occupé par des magasins assez vastes pour qu'on n'ait pas besoin des caves du sous-sol.

Le fond du terrain est, comme à Lyon, occupé par une ligne de constructions

peu profondes, renfermant un petit laboratoire, l'atelier de décreusage, le moteur, la chaudière, l'épuration des eaux et l'écurie.

Le raccordement par voie ferrée sur la gare, passe sur le terrain des Magasins généraux.

Cette disposition est sujette à quelques critiques. Il y a beaucoup de terrain consacré à la circulation des camions, et ces larges passages couverts sont exposés en plein aux vents. Le magasin a dû être divisé par des cloisons, car de violents courants d'air s'y produisaient. Le vestibule du public, placé devant les bureaux, rend les bureaux très mal éclairés. Enfin la situation dominante et le grand emplacement attribué aux logements du directeur et du concierge sont hors de proportion avec leur importance toute secondaire.

Par contre il faut reconnaître que la situation générale de l'établissement a été habilement choisie, sur un large boulevard, sans pente, près de la voie ferrée et tout contre d'immenses magasins généraux. La salle d'appareils, dont l'importance est capitale, est placée au centre des services et cette situation présente des avantages spéciaux.

CONDITION DE TOURCOING

Trop à l'étroit et mal installée depuis longtemps dans un bâtiment délabré, la Condition publique de Tourcoing va pouvoir prendre enfin possession en 1891 du grand bâtiment qui devait déjà être terminé le 1^{er} novembre 1889.

L'emplacement a une surface nette de 70 ares, supérieure de 8 ares à celle de la Condition de Roubaix, mais par contre la forme en est assez irrégulière.

Le terrain en trois parcelles a coûté 287,000 francs prix d'achat; les constructions s'élèvent à 400,000 francs environ, et les installations diverses, lorsqu'elles seront terminées, porteront à 800,000 francs le total de la dépense.

Ces frais ne sont pas exagérés relativement aux revenus que rapporte à la Ville cet établissement. En 1889 il lui procurait un bénéfice net de 190,000 francs; malgré l'abaissement de 30 % fait sur la taxe de pesage.

Au point de vue de la situation générale, la Condition est placée en pleine ville, et près de la gare; mais elle n'a pas, comme à Roubaix, la proximité des grands magasins généraux, non plus que l'avantage d'un raccordement avec la voie ferrée.

Dès 1887, M. Storhay, alors directeur de la Condition, fut chargé d'étudier le plan général à adopter. La disposition d'ensemble qu'il proposa tout d'abord consistait en une vaste halle pour les camions, aboutissant à la rue par un des petits côtés, et entourée sur les trois autres par les magasins; les bureaux et les ateliers étaient groupés dans un corps de bâtiment distinct. Le directeur parvint à la faire adopter malgré sa nouveauté, et le 3 septembre 1888, son dernier plan était remis à l'architecte chargé de l'exécuter. On n'y fit que des modifications

secondaires et très discutables. Les figures 14 et 15 reproduisent les deux derniers plans; la figure 15 est conforme à l'exécution, et reproduit les modifications de détail faites en cours des travaux.

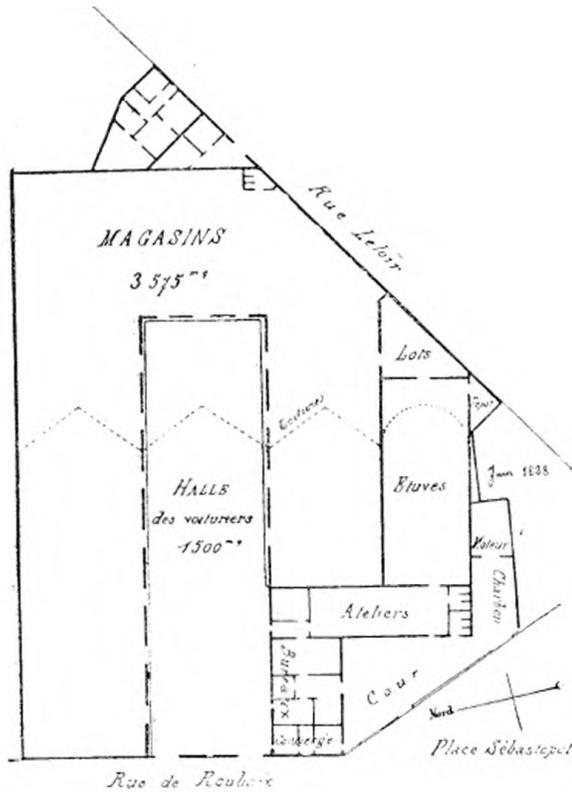


FIG. 14

La grande halle s'ouvre à l'Ouest, en face de la nouvelle percée projetée; autour de la halle s'étendent les magasins, qu'un grand mur latéral sépare des ateliers de conditionnement et de titrage.

Tout l'ensemble est construit sur des caves dont le niveau inférieur de 1 mètre environ à celui de la rue de la Gare. Sur cette rue, derrière les magasins, est une courette de service pour l'entrée des charbons.

Près de la porte de sortie des camions, se trouvent deux anciennes maisons, que la commission a préféré conserver et qui sont affectées aux bureaux et au logement du directeur. On eut pu tirer bien meilleur parti de ces 900 mètres carrés de terrain, et le plan général y eut beaucoup gagné.

On peut en outre critiquer :

Le fâcheux emplacement choisi par la Commission pour l'entrée des camions, sur une voie à forte pente qui descend jusque la ville basse et vers Roubaix ;

Le manque de ventilation à la salle des étuves et à la cave des calorifères, bien qu'elle eut été très facile à ménager ;

La toiture de la salle des appareils qui donne à cette large pièce un aspect lourd et carré, et le plafond vitré qui rend le service incommode les jours de soleil jusqu'à ce qu'il soit couvert de poussières.

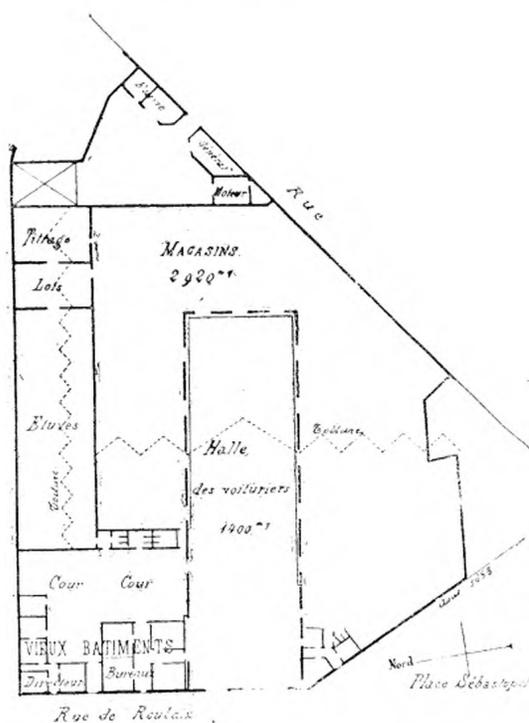


FIG. 15.

On avait demandé à l'architecte chargé de l'exécution, de donner à l'extérieur de l'établissement « un cachet monumental et artistique » ; il ne semble pas utile d'apprécier comment il a réalisé cette condition. C'est du reste affaire de goût.

APPRÉCIATION GÉNÉRALE

En résumé les exemples ci-dessus montrent deux dispositions absolument contraires. La première, bien caractérisée à Roubaix et à Lyon, consiste à faire

circuler les voitures qui amènent ou viennent reprendre les marchandises, autour d'une grande construction dont le niveau est surélevé, et où sont groupés les magasins, les ateliers et les bureaux.

Dans la seconde disposition au contraire, on réserve, pour l'accès et le stationnement des voitures, une large et profonde halle couverte, qui est entourée par les divers services et forme comme un prolongement de la voie publique, au milieu des magasins. Cette halle, aboutissant par deux ou trois portes sur la rue, exige moins de surface et présente divers avantages.

Une disposition intermédiaire et qui, en certains cas, mérite la préférence, est celle qui a été adoptée pour la Conditoin de Fourmies. L'ensemble des bâtiments forme un grand rectangle en façade sur la rue par un des petits côtés. En tête sont les bureaux et les ateliers; en arrière s'allongent les magasins. Sur l'un des grands côtés s'étend une cour de 12 mètres de largeur, et mieux de 15 ou 16 mètres, qui cotoie les magasins et vient aboutir à la rue par une porte près des bureaux, et parfois, quand il est possible, par une autre porte de sortie placée au fond de la cour. On peut abriter le tout sous un toit, ou se borner par économie à placer un large auvent le long des quais des magasins.

La deuxième et la troisième disposition se prêtent mieux à des agrandissements quand on peut acquérir les terrains avoisinants.

Chaque système a ses avantages et ses inconvénients : ce sont les circonstances locales qui seules peuvent décider si l'on doit donner la préférence à l'un ou à l'autre.

Organisation et contrôle des Conditions publiques.

Pour donner plus d'autorité et de garantie aux résultats de leurs expertises, les Conditions publiques en France soumettent leurs statuts à l'approbation du Président de la République, et leurs règlements à celle du préfet.

Les statuts stipulent toujours que l'établissement sera placé sous la *surveillance* de plusieurs membres de la Chambre de commerce, ou, lorsqu'il appartient à une ville, sous la *surveillance* d'une commission prise mi-partie dans le conseil municipal, mi-partie dans la Chambre de commerce. Cette commission ne peut offrir qu'une garantie relative de l'application intelligente et impartiale des règles et des statuts.

Il est évident en effet qu'on ne peut exiger des membres de ces commissions toutes les connaissances techniques que le directeur doit posséder; puis le soin

de leurs propres affaires ne leur permet de disposer que d'un temps très limité. Il ne leur est donc pas possible de tout contrôler à fond. Mais ce qui est bien plus regrettable, c'est qu'une commission, ou une partie de ses membres, transforme son rôle de *surveillant* en celui d'*administrateur*, en abusant de sa situation pour usurper la direction. Qu'arrivera-t-il alors? Si le directeur maintient quand même l'observation des règles, l'exécution loyale des expertises, malgré son droit et la légalité de sa gestion, il succombera fatalement. S'il tient à conserver sa place malgré tout, il subira toutes les exigences quelles qu'elles soient. Et alors *rien ne garantit que des intérêts locaux, et même des intérêts personnels, ne prévaudront pas contre toute justice.*

Sans doute il appartiendrait au commerce et à l'industrie textiles de provoquer et de réclamer des améliorations. Malheureusement, cette initiative ne peut provenir des intéressés, car ils sont les derniers à savoir combien ils peuvent être lésés. Il n'y a donc que les Chambres de commerce, ou plutôt que le Comité des Arts et Manufactures de Paris qui puisse y remédier efficacement.

Dans tous les cas, on arrive à cette conclusion, déjà formulée, que le contrôle des Conditions publiques est insuffisant et ne répond plus aux immenses intérêts qui dépendent de leurs expertises.

Et c'est ici le lieu de rectifier une erreur trop répandue qui pourrait discréditer cette institution si utile. Une Condition publique n'a point pour but de favoriser des intérêts locaux ou de grossir les recettes d'une municipalité. Sa destination est d'un caractère plus général et bien plus élevé. C'est en quelque sorte un tribunal industriel appelé tous les jours à se prononcer sur des questions du plus haut intérêt, ayant donc besoin d'une réelle indépendance pour respecter strictement les droits de tout industriel, soit que ce dernier habite la même ville soit qu'il demeure à cent lieues de la Condition publique.

Il faudrait donc en premier lieu que le directeur d'une Condition publique fut assimilé aux autres fonctionnaires, qu'il fut choisi et nommé *en réalité*, non plus par un pouvoir local, mais bien par l'autorité supérieure, enfin qu'il fut assuré d'une autorité et d'une stabilité plus grande par un rattachement plus direct au ministère du Commerce.

Ceux qui désirent approfondir cette question de réglementation des Conditions publiques pourront consulter :

Essai sur le conditionnement, le titrage et le décreusage de la soie, par M. Jules Persoz.

La Monographie de la Condition de Lyon, par M. Adrien Perret, 1878.

Les comptes rendus de la Chambre de Commerce de Paris, 1884.

Les renseignements pratiques sur les Conditions publiques, parus dans le *Bulletin de la Société industrielle du Nord*, 1888, III^e trimestre.

Notes sur les Conditions publiques, publiées dans l'*Industrie textile* 1887 et 1888.

CONDITIONS PUBLIQUES ACTUELLES

Nous terminerons cette étude résumée par l'énumération des Conditions publiques actuelles en France et à l'étranger, par ordre d'ancienneté :

France. — Lyon, Avignon, Saint-Etienne, Nîmes, Paris, Reims, Aubenas, Marseille, Privas, Roubaix, Ganges, Tourcoing, Amiens, Valence, Montélimar, Fourmies, Calais Saint-Pierre, Saint-Chamond.

Italie. — Turin (3 établissements), Milan (3 établissements), Udine, Bergame, Gênes, Côme, Florence, Lecco, Brescia, Ancône, Pesaro.

Belgique. — Verviers, Hoboken.

Allemagne. — Créfeld, Elberfeld, Aix-la-Chapelle.

Angleterre. — Londres, Manchester.

Autriche. — Vienne.

Suisse. — Bâle, Zurich.

J. STORHAY,

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES.

LA PHOTOGRAPHIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

H. FOURTIER

AVANT-PROPOS

En écrivant cette sorte de revue de la photographie au Champ de Mars en 1889, notre intention n'est nullement de faire une œuvre à l'usage des photographes, remplie de formules et de descriptions des procédés, plus étendu, notre but est de marquer à quel point est arrivée la découverte de Niepce et de Daguerre; sans nous arrêter à toutes les stations du chemin péniblement parcouru, nous montrerons seulement les grandes lignes suivies. Nous espérons que pour le photographe cette étude sera profitable en ce qu'elle lui remémorera les travaux passés et lui indiquera la voie des perfectionnements, à ceux qui ne pratiquent pas cet art si passionnant, elle leur montrera en quoi il consiste, ses ressources, ses moyens d'action, et les phases par lesquelles il a dû passer.

Nous avons divisé notre travail en quatre grandes parties : dans la première, *l'œuvre de la photographie*, nous avons voulu montrer la part considérable que la photographie a prise peu à peu dans notre vie moderne, il nous a paru utile de résumer en un court chapitre les travaux du premier congrès photographique, dont les conséquences sont très importantes pour l'avenir de cet art. Congrès dans lequel on a cherché pour la première fois à codifier, à réglementer d'une façon uniforme toutes les parties de la photographie qui jusqu'alors étaient par trop soumises à l'arbitraire des constructeurs ou des inventeurs. Enfin une rapide excursion à travers la classe 12 et dans les différentes sections du Champ de

Mars et des Invalides, montrera l'importance prise par la photographie dans toutes les sciences et toutes les industries.

Dans la deuxième partie : *la technique de la photographie*, nous étudierons la fabrication du type initial, qu'on nomme l'image négative ou phototype : nous décrirons les instruments nouveaux, les procédés et en général tous les appareils qui servent à la production de ce phototype, non pour en expliquer le mode d'emploi, ce qui n'est pas dans notre cadre, mais pour montrer les progrès faits, au besoin les desiderata.

L'étude de la production de l'image définitive, le *positif*, fera l'objet de la troisième partie : soit que ce positif doive être tiré à un petit nombre d'exemplaires, d'après les procédés de phototirage sur papier à l'argent ou au platine, soit que l'épreuve doive être reproduite à un grand nombre d'exemplaires, par des procédés industriels en employant les encres grasses qui servent d'habitude à la typographie ou à la gravure.

Enfin dans la quatrième partie nous passerons en revue les diverses applications de la photographie, nous indiquerons la part si grande qu'elle tend à prendre de plus en plus dans la science, l'industrie et les arts; nous montrerons l'importance énorme des services qu'elle rend en fournissant des documents d'une exactitude indéniable à tel point, et ce n'est pas là son moindre mérite, que le Congrès astronomique n'a pas hésité à confier à la plaque photographique le soin de dresser un catalogue absolument sûr des innombrables étoiles de la voûte céleste.

Enfin il est un dernier point que nous devons indiquer, c'est la reproduction des couleurs de la nature, grand problème abordé plus d'une fois, pas encore résolu, mais que l'avenir verra certainement résoudre.

C'est encore une toute jeune science, que la photographie, elle célèbre son cinquantenaire en 1889, et les immenses progrès déjà accomplis font présager pour l'avenir des progrès plus grands encore : il est même à noter qu'au fur et à mesure qu'elle progresse, elle simplifie ses procédés en accroissant la rapidité et le fini de ses productions. La variété de ses applications, les ressources de tous genres qu'elle offre, font que peu à peu elle sort du domaine de l'art documentaire dans lequel on a voulu trop la reléguer, pour entrer résolument dans le domaine de l'art pur, c'est une constatation que nous aurons plus d'une fois à faire en étudiant la classe 12.

PREMIERE PARTIE

L'ŒUVRE DE LA PHOTOGRAPHIE

I. — Le Cinquantenaire de la Photographie.

SOMMAIRE. — La genèse de la photographie. — La chambre noire et l'objectif. — L'action de la lumière. — Le développement. — Positifs et négatifs. — Les préparations sensibles. — Le gélatino-bromure. — L'œuvre du collodion humide. — Le tirage des épreuves. — L'influence et l'extension de la photographie.

Alors que l'Exposition universelle de 1889 fêtait d'une merveilleuse manière une des grandes étapes de notre histoire sociale, la photographie célébrait non sans éclat le cinquantenaire de sa divulgation.

Reléguée au premier étage du Palais des Arts Libéraux, classe 12, l'exposition de photographie était moins visitée peut être par la masse du gros public, car elle ne présentait aucune de ces énormes machines aux multiples rouages en mouvement, qui ont le don d'attirer et de retenir la foule, mais, pour les initiés, elle offrait un champ d'études des plus intéressants. C'était la constatation évidente d'un chemin énorme parcouru en un temps bien court: c'était l'affirmation d'une suite continue d'efforts et de labeurs couronnés par une complète réussite.

Lorsque dans cette mémorable séance du 3 juillet 1839, Arago venait annoncer à la Chambre des députés l'étonnante découverte de Niepce et de Daguerre, qui soulevait dans tout le monde savant une indescriptible émotion, lorsque le grand astronome avec son éloquente et persuasive diction énumérait les merveilles qu'allait enfanter le nouvel art naissant, pouvait-il croire qu'en si peu de temps les promesses d'avenir qu'il entrevoyait se trouveraient aussi complètement réalisées ?

Quel triomphe pour le génie humain de penser qu'une chose aussi fugitive, aussi insaisissable qu'une image formée par la lumière seule, allait pouvoir être fixée d'une manière durable à l'aide de procédés fournis par la physique et la chimie. Et cependant, alors qu'on admirait les épreuves miroitantes de la plaque

Daguerrienne, obtenues avec tant de soins, tant de peines, tant de fatigues, surtout pour le modèle, pouvait-on prévoir qu'il viendrait un jour où, rapide comme la lumière elle-même, la plaque sensible s'impressionnerait dans des temps si courts que les Muydbrige, les Marey, les Londe pourraient fixer en des instants infiniment petits une phase d'un mouvement aussi prompt qu'il fut.

Il n'entre pas dans notre cadre de refaire l'histoire, déjà si souvent écrite, de la photographie, mais il convient de montrer l'esprit de sa genèse, indiquer les étapes successives qui ont été parcourues, noter dans quel sens ont été dirigés les efforts; dans ce rapide exposé, le lecteur saisira mieux toute la portée, tout l'intérêt de l'exposition de la classe 12.

La formation de l'image est du domaine de la physique, sa fixation du domaine de la chimie, il importe d'étudier la part d'intervention de l'une et l'autre science.

Depuis longtemps déjà, on savait que si on pratique sur une des parois d'une chambre obscure un trou de petites dimensions, vis-à-vis d'objets bien éclairés, sur la paroi opposée de la chambre, il se forme une image plus petite et renversée de ces objets : c'est là une découverte due au physicien napolitain Porta (1590).

Mais cette image, colorée de toutes les tonalités du sujet, était encore bien pâle et à contours indécis, on augmenta la clarté et la netteté en garnissant l'ouverture de lentilles convenables, on constitua ainsi ce qu'on nomme l'*objectif*: C'est alors que se placent les travaux du P. Kircher, de Nollet, de Lieberkuyn et de Charles. Mais l'œuvre n'est parachevée que lorsqu'un opticien de Londres, Dollon (1758) découvre le moyen pratique d'obtenir l'*achromatisme* par une heureuse disposition de verres de densités différentes; il empêche ainsi la dispersion de la lumière par l'appareil optique et évite la formation de ces franges irisées qui altéraient les contours de l'image et celle-ci se forme dès lors avec toute la netteté possible sur l'écran.

Telle est à grands traits la première part de la physique, il avait fallu trois siècles d'efforts pour arriver au but désiré.

Il s'agissait maintenant de fixer cette image : le problème souvent abordé devait être résolu une première fois par Niepce et Daguerre.

Depuis longtemps on savait que la lumière avait une action chimique très prononcée sur certains corps: elle produisait le noircissement des uns (sels d'argent) ou l'insolubilité des autres (bitume de Judée, etc), il importait donc de remplacer l'écran blanc insensible, sur lequel on recevait d'habitude les images de la chambre noire, par un autre écran enduit d'une couche capable d'être décomposée par les parties lumineuses de l'image, il fallait en outre que cette décomposition soit en rapport avec les intensités de la lumière, considérable dans les parties brillantes et de moins en moins profonde avec les pénombres et les ombres, de manière à obtenir le modelé des objets.

Après une exposition plus ou moins longue l'effet chimique de la lumière était produit, l'image s'était en quelque sorte imprimée dans la couche sensible, mais noyée au milieu des parties non impressionnées, elle était encore invisible, on avait ce qu'on appelle l'*image latente*. L'action chimique de la lumière devait donc être complétée par certains réactifs chimiques, destinés à donner à l'image toute sa vigueur, tel est le but du *développement*; enfin il restait à débarrasser l'écran des parties encore impressionnables pour que l'image put supporter sans décomposition l'effet du grand jour: cette nouvelle opération chimique porte le nom de *fixage*. Toute cette série de manipulations doit se faire bien entendu dans une chambre obscure ou tout au moins éclairée par une lumière sans action sur la couche sensible.

Or si cette image latente est développée de telle sorte qu'aux parties éclairées du modèle, correspondent des parties blanches sur l'épreuve et réciproquement, le but cherché est atteint: tel était le mode opératoire du procédé de Daguerre; qui employait une feuille de cuivre plaquée d'argent. On n'obtenait ainsi qu'une seule épreuve, ayant en outre le grave défaut d'être inversée à la façon des images qui se forment dans les miroirs.

Peu après, Fox Talbot, en Angleterre, obtint l'image non plus sur une plaque métallique, mais sur une feuille de papier transparent sensibilisé d'une façon spéciale; après exposition à la lumière, le développement faisait naître sur le papier insolé, une image dans laquelle tous les blancs, tous les brillants du modèle sont représentés par des parties noires et, réciproquement, les parties obscures sont traduites sur l'épreuve par des blancs. On a donc ainsi une image inversée au point de vue des tonalités et on l'appelle pour cette raison le *négatif*. De cette première épreuve on peut obtenir par contact et exposition à la lumière une contre-épreuve sur papier sensible qui fournit par développement un négatif par rapport à l'épreuve type, mais avec des teintes relatives vraies par rapport au modèle, c'est ce qu'on nomme le *positif*: de plus, l'image étant symétrique du négatif se trouve redressée.

La première épreuve négative va dès lors nous servir à faire autant d'images positives qu'il sera nécessaire et dans tel moment qu'il nous plaira. La photographie entre ainsi dans une nouvelle phase et des recherches nombreuses tendent à améliorer les premiers procédés.

Au papier on substitue, comme support, des plaques de verre, la couche sensible est constituée par une mince pellicule de coton-poudre qu'on obtient en couvrant la surface du verre par une solution de pyroxyle dans l'éther et l'alcool. L'évaporation des dissolvants laisse une couche transparente et adhérente au verre dans l'épaisseur de laquelle on forme par une série de réactions chimiques un sel d'argent apte à être impressionné par la lumière. C'est déjà un énorme progrès et le procédé *au collodion humide* reste seul en faveur pendant de longues années, bien que nombre d'expérimentateurs aient cherché à le modifier soit en

constituant un collodion sensible par lui-même (*émulsions*) soit qu'on s'efforce de produire des plaques toutes prêtes à l'avance et capables de se conserver longtemps (collodion sec, procédé Taupenot, etc.).

Enfin vers 1878, on reconnaît que le bromure d'argent a une sensibilité plus grande que le chlorure, et, incorporé dans la gélatine, il forme une couche à la fois plus tenace, plus sensible et plus facile à conserver à l'état sec.

Le principe de la *maturation* qui exalte la rapidité du produit, comme nous le verrons plus loin (1) permet d'abrégier la pose et alors naissent tous les appareils destinés à régler, en des temps très courts, l'admission de la lumière, et qu'on nomme *obturateurs instantanés*.

Les opticiens, d'autre part, s'efforcent de trouver des combinaisons optiques donnant plus de clarté, élargissant le champ et embrassant des angles de plus en plus grands.

Le bagage du photographe se simplifie au fur et à mesure; au verre trop lourd, trop fragile, on tend à substituer de minces plaques de cellulose transparente, on forme des rouleaux de longues bandes pelliculaires qui se déroulent à intervalles réguliers devant l'objectif.

Grâce à la lanterne de projection, qui a subi de nombreux perfectionnements, on s'aperçoit qu'on pourra éviter en voyage l'emploi des chambres de grand modèle, on ne fait plus que de petits clichés qui, grossis plus tard par l'appareil de projection, permettent d'aborder ce qu'on appelle l'*agrandissement*, et qui consiste à recevoir cette image agrandie sur un papier sensible qui subit les manipulations décrites plus haut.

Ces petites chambres ont un faible volume, un poids restreint, sont munies d'obturateurs rapides et d'objectifs qui ne demandent aucune mise au point préalable, on peut par suite les tenir à la main et les déguiser sous toutes les formes possibles qui déroutent l'attention des spectateurs et permettent de prendre à leur insu telle vue, telle scène qu'on désire.

Telle est à grands traits, l'œuvre accomplie en cinquante ans pour l'obtention du négatif: mais il est juste d'insister sur ce point que la révolution principale date de 1878, c'est-à-dire de l'apparition des procédés secs sur gélatine.

Grande avait été pourtant l'œuvre du collodion humide, grâce à lui on avait pu réunir de nombreux documents, mais aussi avec quelle peine! Dans une éloquente conférence faite au début de l'Exposition de 1889, M. Londe définissait ainsi le rôle qu'avait rempli le collodion.

« Le collodion humide a constitué un réel progrès sous le rapport de la rapidité de l'impression et a ouvert un nouveau champ aux recherches; mais il a un inconvénient très sérieux, ainsi que son nom l'indique du reste. Il faut employer la plaque aussitôt après sa préparation; car au bout de quelques minutes, elle

1. Voir chapitre IV, 2^e partie.

perd sa sensibilité. On ne peut donc opérer qu'à côté du laboratoire, ou transporter tout un matériel lourd, encombrant et fragile, afin de remplacer celui-ci. Adieu donc les excursions, les voyages ! Cependant il s'est trouvé des industriels hardis, des amateurs intrépides qui n'ont pas craint d'aller promener l'appareil photographique un peu partout, même dans les pays les plus lointains ou sur les cimes les plus élevées. Ceux qui nous ont précédés dans la carrière photographique étaient bien moins favorisés que nous. Ils ont droit à notre admiration, parce qu'ils ont su tirer bon parti d'appareils et de procédés moins parfaits que ceux que nous possédons aujourd'hui (1) ».

Un autre défaut sur lequel le savant conférencier n'a point voulu appuyer est le suivant, c'est que sous l'influence des sels d'argent et des réactifs employés, les mains, quelques soins qu'on prenne, ne tardent pas à se couvrir d'une couleur d'un noir violacé, souvent fort difficile à faire disparaître. Serait-ce bien là la raison qui pendant si longtemps a fait tenir la photographie en une sorte de défaveur bien imméritée. Mais lorsque, grâce au gélatino-bromure, la préparation des glaces sensibles put être entreprise par l'industrie, lorsque le matériel devint à la fois élégant et léger, la photographie prit une extension considérable, les amateurs se firent nombreux; on les vit se mettre à la tête du mouvement, réunissant leurs efforts, formant de toutes parts des sociétés et faisant, par leurs observations journalières, progresser à grands pas l'art qui les passionnait.

Dès lors commença une époque fiévreuse de recherches qui bat son plein à l'heure actuelle. On voulut des plaques plus sensibles, on s'efforça par tous les moyens d'augmenter cette sensibilité; on voulut des révélateurs plus puissants et les formules se firent légion: chaque découverte dans le champ si fertile de la chimie organique fut essayée comme agent photographique et c'est alors qu'on présenta comme succédanés de l'acide pyrogallique, l'hydroquinone, l'icongène, etc., etc.

Mais on s'aperçut bientôt que si la plaque sensible fixe avec une scrupuleuse fidélité les moindres détails des objets, elle a le grave défaut de rendre moins bien les valeurs ou plutôt la relation des couleurs entre elles: ainsi elle traduit par des teintes foncées le jaune et le rouge, et par des tons plus clairs la gamme des bleus et des violets. Il y a là une erreur d'interprétation, une sorte de *daltonisme* que l'on chercha à faire disparaître à l'aide de procédés spéciaux qu'on appela l'*orthochromatisme* ou *isochromatisme*.

Tandis que par tous ces travaux, on s'efforçait de perfectionner l'image négative, on s'occupait activement de l'épreuve positive. Il y avait de multiples problèmes à résoudre: simplification du tirage, inaltérabilité des épreuves et leur multiplication par des procédés industriels.

1. Conférence de M. Albert Londe, directeur du service photographique à la Salpêtrière, sur l'évolution de la photographie, faite à l'Association française pour l'avancement des sciences.

Dès le début, Nicéphore Niepce avait cherché à produire des épreuves se tirant par des procédés analogues à ceux qu'emploie la gravure ; Fox Talbot au contraire obtenait par des moyens chimiques une contre-épreuve du négatif sur un papier sensibilisé au sel d'argent. Ce dernier procédé qui donna le plus rapidement des résultats relativement simples et certains, fut longtemps et est encore employé. Mais on constata bientôt que les images portaient en elle un germe de destruction ; peu à peu elles pâlissaient et s'effaçaient avec le temps ; alors parurent les procédés au platine et au charbon qui semblent mieux assurer la conservation du document photographique, toutefois ces procédés souvent coûteux, toujours longs, ne pouvaient convenir à une production industrielle, on revint à la voie qu'avait indiquée Niepce, on chercha à former à l'aide de la lumière soit des planches gravées en creux se tirant par les procédés de la gravure en taille douce ou de l'aqua-tinta, soit des planches en relief se tirant par les procédés de la typographie et alors on vit naître ces innombrables procédés qui s'appellèrent héliogravure, photogravure, photolithographie, similligravure, photoglyptie, Gillotage, etc., etc.

Au cours de notre étude nous reviendrons en détail sur toutes ces questions mais ce que nous tenons à faire ressortir dès maintenant, c'est la part de plus en plus grande que la photographie a prise dans la vie moderne et que M. Londe définissait avec humour dans sa conférence :

« La conséquence des différents progrès dont nous avons parlé a été la diffusion de la photographie dans toutes les classes de la société. Le photographe primitif, en bérêt et en veston de velours, aux doigts noircis par le nitrate d'argent, devient l'exception, et si au début on voyait d'assez mauvais œil ceux qui s'occupaient de photographie, ce préjugé est en train de disparaître. Il faut reconnaître en effet que bien des déclassés se jetaient dans cette profession nouvelle où il ne paraissait pas nécessaire d'avoir des connaissances bien étendues.

» Aujourd'hui il n'en est plus de même et ceux qui arrivent n'obtiennent ce résultat que par leur savoir, leur travail ou leur talent.

» L'industrie des portraits, qui longtemps a été la seule application n'est plus rien à côté des industries qui ont pour but la transformation du document photographique. M. Davanne, dans son remarquable rapport sur l'Exposition universelle de 1878, parlait déjà d'un chiffre d'affaires dépassant 30 millions, rien que pour la France. Ce chiffre est plus que certainement triplé maintenant ; 20 000 personnes vivaient de la photographie à cette époque ; il y a probablement aussi de ce côté une augmentation analogue. Car la photographie n'est plus seulement une industrie, un auxiliaire précieux des diverses sciences, mais encore une occupation, un passe temps pour beaucoup.

» A la suite des facilités offertes par les nouveaux procédés, s'est créée une catégorie de personnes faisant de la photographie en amateurs. Des gens du

monde, des têtes couronnées, des dames même, ne craignent pas de manier l'appareil et l'objectif. La chambre noire est entre leurs mains un instrument docile qui leur sert à traduire leurs compositions tout comme le leur permettrait le pinceau ou le crayon. C'est en considérant la photographie comme un moyen nouveau pour reproduire les scènes variées de la nature ou les compositions habilement disposées, que le sentiment artistique peut prendre une place qu'on ne saurait lui retirer.

» L'amateur n'est plus fraction négligeable : il a du reste pour réussir bien des avantages. Le plus souvent son budget spécial est bien fourni et il ne se refuse pas l'appareil presque toujours coûteux qui lui paraît nécessaire dans tel ou tel cas. Il a généralement des loisirs, et il saura attendre pendant des heures et même quelquefois des jours que l'effet qu'il cherche se réalise. Le praticien, l'industriel, ne peuvent évidemment opérer ainsi ; il leur est, de plus, difficile de se livrer à des études, à des recherches originales. L'amateur peut au contraire aborder ces travaux, s'il a soif de nouveau et de progrès. A ce point de vue, son influence peut être très grande et ses découvertes seront utiles non seulement pour ses collègues, mais aussi pour les praticiens.

» Ces derniers sont, par la force des choses, tant soit peu rétifs aux divers progrès qui les obligent à modifier leur matériel ou leur manière de faire. La routine est si forte ! Quand on pense que le gélatino-bromure a mis des années pour forcer la porte des photographes et pourtant s'il est une branche de la photographie où la rapidité de l'impression soit nécessaire, c'est bien l'industrie des portraits, afin d'éviter ces poses raides et empruntées que prend presque toujours le modèle. Et soyez certain que parmi ceux qui l'ont enfin adopté, à leur corps défendant du reste, il en est encore beaucoup qui regrettent le collodion humide.

» Enfin à côté de ceux qui font de la photographie une industrie ou une distraction, nous voyons le groupe de savants qui ont trouvé en elle un nouveau procédé de recherche et d'analyse.

» Il n'y a pas encore bien longtemps que dans certaines grandes administrations, l'employé convaincu de se livrer aux charmes de la photographie était mal noté. Aujourd'hui, la photographie a droit de cité dans les services de l'Etat, soit civils, soit militaires, dans les grandes administrations et compagnies. Nous la retrouvons partout, et si cet envahissement, du reste essentiellement pacifique, a été lent à se produire, il devient tous les jours de plus en plus considérable et la photographie prend de jour en jour plus de place dans notre existence quotidienne. »

Telle est, résumée à grands traits, l'histoire du développement de la photographie, tout en examinant l'Exposition universelle, nous relèverons les progrès accomplis et nous montrerons les desiderata qu'on doit attendre de l'avenir.

II. — Le Congrès photographique.

SOMMAIRE : Composition du Congrès. — Questions étudiées. — L'unité de lumière. — Foyer des objectifs. — Photométrie. — Vitesses des obturateurs. — Dimensions des plaques. — La nomenclature photographique. — Propriété artistique.

Avant d'entreprendre l'étude de la classe 12, il conviendra de résumer ici les travaux du premier congrès international de photographie et qui ont eu tout au moins le résultat de fixer le langage technique, de réduire à une nomenclature simple et rationnelle les innombrables termes créés par les divers inventeurs et dont le plus grave défaut était de désigner par des appellations diverses de mêmes applications de la photographie.

Il est assez intéressant de constater que le pays même où a été découvert la photographie et qui a su si généreusement en doter le monde entier, a été aussi le premier à provoquer un congrès international pour régler les diverses questions pendantes dans le monde photographique.

Le congrès a été tenu à Paris, du 6 au 17 août 1889; le Comité d'organisation avait été constitué par arrêtés ministériels des 17 juillet 1888 et 27 février 1889; dans la séance du 27 juillet 1888 la composition du bureau a été arrêtée, il comprenait les membres suivants :

COMITÉ D'ORGANISATION

Président

M. *Janssen*, Membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, Directeur de l'Observatoire d'astronomie physique de Meudon.

Vice-Présidents

MM. *Wolf* (Ch.), membre de l'Institut, astronome de l'Observatoire de Paris.
Davanne (A.), vice-président de la Société Française de photographie.

Secrétaire-Trésorier

M. *Pector* (S.), membre du Conseil d'administration de la Société Française de photographie.

Membres du Comité

- MM. *Audra* (A.), Trésorier de la Société Française de photographie.
Bardy (C.), directeur du laboratoire des contributions indirectes au ministère des finances.
Becquerel (E.) membre de l'institut.
Berthaud (M.), vice-président de la Chambre syndicale de la photographie à Paris.
Bordet (L.), chargé du cours de photographie à l'École des Ponts-et-Chaussées.
Chardon (A.), membre du Conseil d'administration de la Société Française de photographie.
Cornu, membre de l'Institut.
Darlot, constructeur d'instruments de précision.
Gauthier-Villars, éditeur.
Gobert, expert près les Tribunaux, membre du Conseil d'administration de la Société Française de photographie.
Guilleminot, fabricant de produits et d'appareils photographiques.
Hainque de Saint-Senoeh, membre du Conseil d'administration de la Société Française de photographie.
Henry (Paul), astronome, à l'Observatoire de Paris.
Henry (Prosper), astronome à l'Observatoire de Paris.
Lévy (G.), éditeur d'épreuves photographiques.
Londe (A.), préparateur de la clinique du système nerveux à la Salpêtrière.
Marey, membre de l'Institut.
Martin (Ad.), docteur ès-sciences.
Peligot, membre de l'Institut.
Perrot de Chaumeux, secrétaire général de la Société Française de photographie, avocat à la Cour d'appel.
Roger, chef du service photographique à la section technique de l'artillerie.
Sebert (le colonel), directeur du laboratoire central de la marine.
Vidal (Léon), président de la Chambre syndicale de photographie.
Villecholle (de), membre du Conseil d'Administration de la Société Française de photographie.

Ce Comité d'organisation prépara les travaux, établit le programme des questions à traiter au sein du Congrès et des Commissions choisies parmi ses Membres, furent chargées d'étudier les diverses questions et de fournir des rapports dont les conclusions devaient servir de bases aux discussions.

Le 6 août 1889, le Congrès était ouvert au Trocadéro et le bureau nommé ; il comprenait :

Comme présidents d'honneur : MM. de Blochouse (Belgique), Rutherford (Etats-Unis), Becquerel et Fizeau (France), Huggins (Angleterre), le prince de Molfetta (Italie), H. Gylden (Suède et Norvège).

Comme président du Congrès : M. Janssen.

Comme vices-présidents : MM. Davanne, Marey et Wolf (France), Petersen (Danemarck) et de Vylder (Belgique).

Comme secrétaires : MM. S. Pector, Léon Vidal et A. Londe (France), Wada (Japon), Stanoïewitch (Serbie).

Les diverses questions préparées par le Comité d'organisation et discutées par le Congrès sont les suivantes :

1^{re} question. — Unité et étalon pratique de lumière à adopter pour les usages photographiques.

Question annexe A. — Appréciation de l'intensité lumineuse dans les opérations photographiques.

Question annexe B. — Détermination de la sensibilité des plaques photographiques.

2^e question. — Uniformité dans le mode de mesure de la longueur focale des objectifs.

3^e question. — Mode d'indication de l'effet photométrique des diaphragmes des objectifs.

4^e question. — Mode de mesure du temps d'admission de la lumière réglé par les obturateurs photographiques.

5^e question. — Mode de fixer les pieds et d'adapter les objectifs sur les chambres noires.

6^e question. — Format des plaques et papiers photographiques et mesures pour faciliter l'emploi des appareils de projection.

7^e question. — Uniformité dans l'expression des formules photographiques.

8^e question. — Uniformité dans la désignation des procédés photographiques.

9^e question. — Formalités de douanes pour la circulation des plaques sensibles.

10^e question. — Protection de la propriété artistique des œuvres photographiques.

Ces diverses questions ont donné lieu au Congrès à d'intéressantes discussions, nous nous contenterons de résumer ici les résolutions et les vœux émis.

1^{re} QUESTION : *Unité et étalon pratique de lumière* :

On a adopté en principe l'unité lumineuse admise d'une façon générale par les physiciens, l'unité Violle (1), donnée par une source lumineuse produite par

1. Proposée à la suite du Congrès d'électricité de 1881, cette unité a été acceptée par la Conférence internationale réunie à Paris en 1884.

une surface mesurant 1 centimètre carré de platine incandescent au moment de sa solidification.

Cette lumière, possible dans un laboratoire de recherches, ne pouvait être employée d'une façon pratique, et le Congrès a dû choisir un type de lampe étalonnée d'après l'unité Violle ; il a proposé l'emploi d'une lampe à l'acétate d'amyle, dont la flamme entourée d'une gaine opaque ne serait visible que par une fente de dimensions données.

Les données de construction et d'emploi de la lampe ont été minutieusement étudiées par une Commission spéciale qui a été conduite à la création d'un type. D'autre part, comme les divers rayons colorés dont l'ensemble constitue la lumière blanche, n'ont pas la même action chimique sur les diverses substances sensibles, lorsqu'il y aura lieu de comparer deux sources lumineuses il a été spécifié qu'on emploierait les méthodes de *spectrophotométrie* en faisant porter la comparaison sur la région comprise entre les raies G et H qui se trouvent dans les parties bleues et violettes du spectre, parties qui produisent l'action maxima sur les sels d'argent.

Cette première question, fort délicate et très importante pour les applications photographiques, puisqu'il s'agit de déterminer exactement les constantes de l'agent principal de la photographie, n'a pu recevoir une solution réellement pratique. Les divers moyens adoptés appartiennent encore trop au domaine du laboratoire, il est à souhaiter que dans la suite on trouve un appareil réellement pratique qui fournisse sans peine l'unité cherchée.

LA QUESTION ANNEXE A : — *Appréciation de l'intensité lumineuse dans les opérations photographiques*, — qui aurait l'avantage de donner la valeur exacte du temps de pose, n'a pu être résolue d'une façon complète ; le Congrès a dû se borner à émettre un avis sur les données générales du problème, et à indiquer comme point de départ des recherches un photomètre analogue à celui qu'a proposé M. Mascart pour la mesure des éclaircissements.

LA QUESTION ANNEXE B : — *Détermination de la sensibilité des plaques photographiques* a donné lieu à de graves discussions. Pratiquement on s'est arrêté à la solution suivante :

1° On prendra pour mesure de la sensibilité d'une plaque photographique la durée d'exposition nécessaire, avec une lumière type, agissant dans des conditions bien déterminées et sans interposition d'aucun milieu absorbant, pour produire après développement une teinte grise d'un ton convenablement défini dit *ton normal*.

2° On adoptera pour ton normal le ton gris formé de quantités égales de blanc et de noir que l'on peut obtenir suivant la méthode indiquée par Chevreul, en faisant tourner rapidement un disque mi partie blanc et noir.

3° Comme conditions opératoires, le Congrès a préconisé l'emploi de la lampe à l'acé-

tate d'amyle placée exactement à 1 mètre de la plaque : celle-ci doit être démasquée par bandes successives de 5 en 5 secondes de telle façon que la dernière bande ne reçoive qu'une seule exposition, tandis que la première reçoit la totalité des expositions et les bandes intermédiaires un nombre régulièrement décroissant. Après exposition on développe et on cherche quelle est la bande qui correspond au ton normal : le numéro de cette bande multiplié par 5 donne le temps de pose exigé par la plaque et par suite sa sensibilité relative.

2° QUESTION : *Uniformité dans le mode de mesure de la longueur focale des objectifs.*

Cette question assez délicate et qui nous entraînerait à de trop longs développements, si nous cherchions à l'élucider complètement, a amené le Congrès à formuler les recommandations suivantes :

1° Les objectifs photographiques devront porter sur leurs montures les indications nécessaires pour faire connaître leur longueur focale principale et la position des points nodaux d'émergence et d'incidence.

2° La longueur focale, déterminée aussi rigoureusement que possible sera exprimée en millimètres à compter du point nodal d'émergence.

Deux appareils sont recommandés par le Congrès pour la mesure des foyers ; l'un est dû à M. Cornu, l'autre à M. le commandant Moessard. Le premier donne, par une série d'observations et de calculs, la valeur cherchée, le second, appelé par son inventeur *le Tourniquet*, fournit pratiquement cette distance focale et peut servir aussi à déterminer les données caractéristiques des objectifs.

3° QUESTION : *Mode d'indication de l'effet photométrique des diaphragmes des objectifs.*

La grandeur du diaphragme de l'objectif a une importance notable dans la détermination des variations du temps de pose : or cette valeur des diaphragmes avait été jusqu'alors laissée à l'arbitraire des constructeurs ; il y avait lieu de régler cette question et le Congrès a proposé d'adopter les principes de construction et de désignation suivants :

On adoptera pour *diaphragme normal* le diaphragme correspondant à l'admission de la lumière par une ouverture égale au dixième de la distance focale principale.

Ce diaphragme sera considéré comme correspondant à l'unité de pose pour des conditions d'éclaircissement déterminées et restant identiques à elles-mêmes : il sera désigné par le numéro 1.

Pour les autres diaphragmes le Congrès recommande d'adopter des dimensions donnant des nombres simples, 2, 4, 8, etc.

4° QUESTION : *Mode de mesure du temps d'admission de la lumière réglé par les obturateurs photographiques.*

La mesure de la vitesse des obturateurs est une question assez complexe, car si on ne considère que la vitesse mécanique, on commet une erreur par ce fait

qu'au début et à la fin de l'ouverture les quantités de lumière que laisse passer l'appareil sont trop faibles pour impressionner la plaque : on appelle *rendement* le rapport du temps d'ouverture utile au temps total d'ouverture, c'est ce rendement que seul il importe de connaître et il ne faut point oublier qu'il varie avec la sensibilité de la plaque et l'intensité de la lumière.

M. A. Londe a proposé une méthode d'une grande exactitude à notre sens et surtout très pratique. Elle consiste essentiellement à recevoir sur une plaque sensible (1) tombant avec rapidité, un pinceau lumineux passant par un trou très fin percé dans une plaque mince montée sur un électro-diapason. Le nombre des vibrations du diapason ayant été calculé, la trace du pinceau lumineux sur la plaque sensible prend la forme d'une sinusoïde dont chaque élément représente une vibration, soit un centième de seconde par exemple.

L'appareil étant monté, la source lumineuse est constituée par un foyer électrique d'intensité constante : on fait tomber la plaque sensible en même temps qu'on agit sur l'obturateur étudié, non seulement le nombre d'éléments de sinusoïdes enregistré donne la vitesse de l'obturateur mais par l'observation même des différents tons de la sinusoïde on peut en déduire le temps utile : le commencement et la fin de la courbe sont en effet plus pâles que le reste et indiquent que pendant un certain temps l'objectif n'est pas assez démasqué pour permettre à la lumière d'accomplir son œuvre complète.

Les cinquième et sixième questions relatives *aux vis de pied et à la grandeur des plaques* ont donné lieu à des résolutions qui ne nous paraissent pas devoir être écoutées de longtemps, car il s'agirait pour les fabricants de changer des types auxquels ils sont habitués. Il en est de même de la fixation des objectifs sur les chambres noires : une solution très pratique a été fournie par M. Molteni, nous aurons occasion d'en reparler.

Pour la grandeur des plaques le Congrès a décidé que la plaque normale serait le 18×24 , les formats deviendraient alors :

$$36 \times 48 \quad 24 \times 36 \quad 18 \times 24 \quad 12 \times 12 \quad 9 \times$$

la plus grande divisée en 2, 4, 8 et 16 parties fourniraient les plaques au-dessous. Cette division remplacerait la série actuelle qui est de :

$$30 \times 40 \quad 24 \times 30 \quad 18 \times 24 \quad 13 \times 18 \quad 9 \times 12$$

En ce qui concerne les plaques pour projection on adopterait le format uniforme de 8.5×10 .

7^e et 8^e QUESTIONS : *Uniformité dans l'expression des formules photographiques et uniformité dans la désignation des procédés photographiques.*

1. On a soin de choisir toujours des plaques de même fabrication et de sensibilité connue afin de rendre les observations comparables.

Le Congrès a admis que les formules photographiques seraient toujours désignées par les expressions et la notation usitées en chimie. Les solides indiqués par leur poids, les liquides par leur volume.

Nous regrettons qu'on n'ait pas en même temps prescrit de ramener toutes les formules à un poids déterminé d'eau, l'eau étant le véhicule le plus ordinaire: 100 centimètres cubes par exemple. Nous avons remarqué en effet bien souvent que des formules étaient présentées comme nouvelles, alors qu'elles avaient été simplement obtenues en multipliant par un même coefficient les divers termes d'une ancienne formule.

La nomenclature des procédés photographiques était une des premières nécessités; nombreux étaient les termes employés et très souvent ils ne servaient qu'à désigner les diverses variétés d'un même procédé. Afin de simplifier le langage photographique et spécifier nettement, comme en chimie, les méthodes employées, le Congrès a proposé d'adopter les règles suivantes :

1° L'expression *photo* sera employée, à l'exclusion du mot *héli*, pour la formation des mots désignant les procédés dans lesquels peut intervenir l'action d'une source de lumière quelconque et non pas seulement l'action de la lumière solaire. L'expression *héli* restera exclusivement réservée pour désigner les procédés dans lesquels intervient seulement cette dernière.

2° On conservera les expressions *positives* et *négatives* pour désigner respectivement les images dans lesquelles les effets d'ombre et de lumière sont semblables à ceux de la nature ou dans lesquelles ces effets sont renversés.

3° En ce qui concerne les *photographies* obtenues par la seule action chimique de la lumière, on distinguera sous le nom de *phototypes* les images produites directement par l'intermédiaire de la chambre noire. On appellera *photocopies* les reproductions de ces images par une nouvelle opération photographique comportant une simple application sur une surface sensible avec intervention de la lumière.

Enfin on désignera sous le nom de *photocalques*, les reproductions obtenues de la même façon à l'aide de dessins originaux non photographiques.

4° Les tirages photographiques ou *phototirages* obtenus par les procédés de l'impression mécanique que l'on peut désigner aussi sous le nom de *photo*, *printies*, seront distingués entre eux par les appellations suivantes :

On réservera, pour désigner ces différents procédés, les mots composés, formés en intercalant, entre les deux radicaux qui composent le mot *photographie*, les abréviations rappelant les caractères principaux de ces procédés particuliers.

D'après cette règle, on désignera par le mot *photocollographie*, les procédés de reproduction aux encres diverses dans lesquels on fait usage de substances colloïdes (gélatine, albumine, bitume, etc.), étendus sur des supports variés et rendus propres à l'encre par l'intervention de la lumière.

On emploiera le mot *photoplastographie* pour désigner les procédés dans lesquels une substance plastique, se déformant sous l'action de la lumière, réparti en épaisseurs convenables son encre gélatineuse colorée.

On adoptera le mot *photoglyptographie* pour désigner les procédés de gravure en creux par la photographie.

On désignera sous le nom de *phototypographie* les procédés de gravure en relief permettant l'emploi de la typographie.

On appellera enfin *photochromographie*, les procédés d'impression permettant d'obtenir la reproduction polychrome d'images photographiques.

5° Les désignations plus complètes des procédés ou opérations photographiques s'obtiennent, en principe, en ce qui concerne la langue française, en ajoutant aux mots génériques qui précèdent les indications nécessaires sur la nature de ces procédés ou opérations.

A cet effet on fera précéder des prépositions *à* ou *par*, suivant le cas les mots désignant la nature de la substance sensible employée ou celle du mode opératoire, et de la proposition *sur* les mots désignant la nature du support des préparations.

Les noms des auteurs, si on a à les indiquer, pourront être placés à la suite sous la forme : Procédé un tel.

Exemple : Phototype négatif, au collodio bromure d'argent, sur verre.

Photocopie positive, aux mixtions colorées (procédé Poitevin).

Photoplastographie, aux encres gélatineuses colorées (procédé Woodbury).

6° On réservera pour la désignation des applications diverses de la photographie à des buts ou à des usages spéciaux, les mots composés obtenus, en faisant précéder le mot *photographie* des radicaux désignant par abréviation ces applications particulières.

Exemple :

Chromographie, pour la reproduction photographique d'images successives prises à des intervalles de temps exactement mesurés.

Micrographie, pour la photographie des objets microscopiques.

Héliographie, pour la photographie de la surface solaire.

Spectrographie, pour la photographie des spectres donnés par les sources lumineuses.

Uranographie, pour la photographie des espaces célestes.

Chromographie, pour l'obtention directe et la reproduction des couleurs par la photographie, etc.

Il est à espérer que cette œuvre du Congrès passera dans la pratique courante, car elle aura le grand avantage de préciser et de rendre plus accessibles les termes photographiques.

La 9^e question avait pour but *l'étude des moyens pour prévenir les dété-*

riorations pouvant provenir de la visite en douane des papiers ou produits sensibles ; Le Congrès a formulé le vœu que des chambres obscures avec éclairage jaune ou rouge soient employées pour faire cette visite. Une étiquette de couleur spéciale (rouge) avec marque et légende particulière indiquerait la nécessité de faire la visite dans la chambre obscure. (Voir la planche).

Enfin, dans la 10^e question le Congrès a étudié les *moyens d'assurer la propriété artistique des œuvres photographiques*.

Il a adopté comme base de la législation à venir les résolutions suivantes :

1^o Le droit de propriété du cliché photographique est distinct du droit d'emploi de ce cliché.

2^o A défaut de convention spéciale, le cliché appartient à la personne qui l'a exécuté ou fait exécuter.

3^o En matière de portraits, le photographe ne pourra tirer aucune épreuve des clichés sans le consentement du modèle ou de ses ayants droits.

Ceux-ci ne pourront contraindre, quelque prix qu'ils en offrent, le photographe à leur livrer le cliché mais ils pourront en exiger la destruction moyennant indemnité.

4^o Les mêmes droits appartiennent à l'acheteur en ce qui concerne les photographies commandées.

Telle est à grands traits l'œuvre du premier congrès photographique ; d'importantes et utiles résolutions ont été prises, le chemin est tout tracé aux recherches futures, mais il y aura à lutter longtemps encore contre la routine industrielle avant qu'elles puissent toutes passer dans la pratique.

Varié dans parle **CONGRES de PHOTOGRAPHIE, PARIS 1889**

Transport des Plaques Les boîtes de plaques expédites à l'étranger porteront une marque spéciale, constituée par une étiquette ovale portant un soleil noir. Cette étiquette portera la légende suivante: **CRAINTE LA LUMIERE, SI BRILLA QU'EN PRESENCE DU DESTINATAIRE, dans la langue du pays expéditeur.**

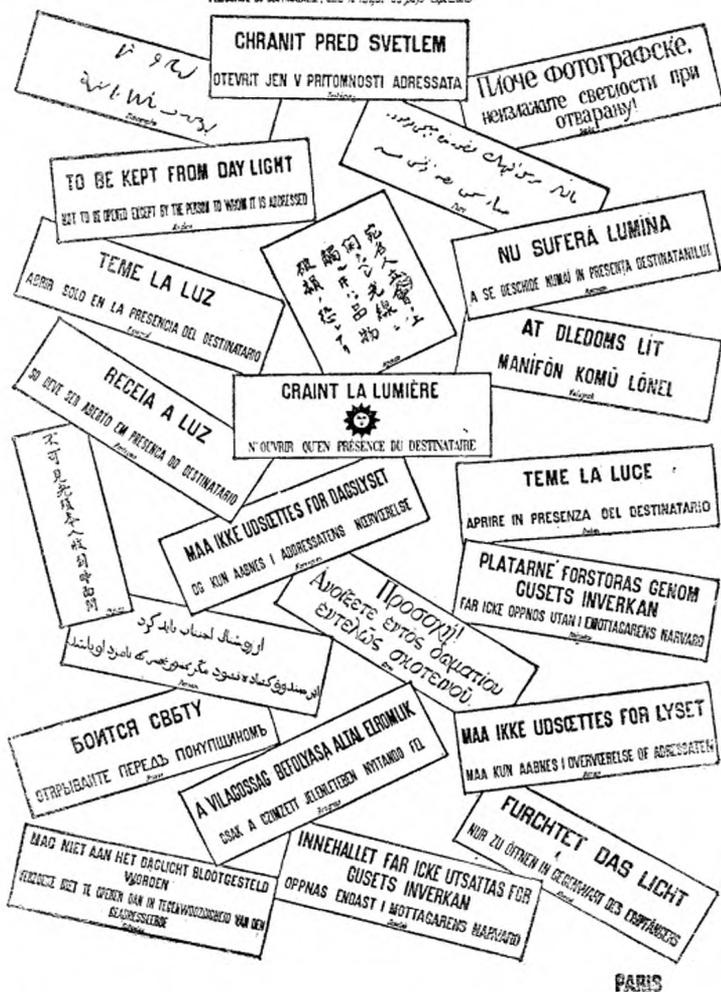


Fig. 1. — Étiquettes dans la plupart des langues pour produits photographiques sensibles, (Arrangement de M. Faler.)

III. — La Classe XII.

SOMMAIRE: La classe XII. — Les professionnels. — Les amateurs. — La pratique de l'instantané. — Les sociétés photographiques. — Épreuves scientifiques. — Tirages industriels. — Les sections étrangères. — L'œuvre de la photographie.

L'Exposition française de photographie, formant, comme nous l'avons dit, la classe XII, était située au premier étage du Palais des Arts libéraux; plus de trois cents exposants avaient présenté soit leurs œuvres, soit leurs appareils ou leurs produits chimiques, plaques, révélateurs, etc.

Nous regrettons beaucoup que dans cette exposition on ait confondu tout à la fois, les fabricants d'appareils, les photographes scientifiques, les professionnels et les amateurs. Ce sont là, à notre avis, quatre classes distinctes de producteurs dont les œuvres ne peuvent être jugées ensemble: en effet, les œuvres toutes spéciales qu'exposaient MM. Marey, Londe, Henry, par exemple, dans lesquelles on cherche surtout le document, sans se préoccuper exclusivement de l'art ou de l'habileté dans la technique, ne peuvent être mises, en aucune manière, en comparaison avec les œuvres artistiques de tel ou tel amateur ou avec les merveilleux portraits de tel professionnel dans lesquels l'art du retoucheur a dû inévitablement intervenir pour corriger les imperfections du travail ou plus souvent encore celles du modèle lui-même.

Quant à faire figurer les appareils qui doivent servir à l'obtention des clichés à côté des épreuves, ce nous semble un contre-sens aussi grand que celui qui consisterait à faire exposer au milieu des galeries du Salon de peinture les pinceaux ou les tubes de couleur de telle ou telle maison commerciale bien connue. Qu'on ne s'y trompe pas, la photographie n'est pas un art *mécanique* où la machine a la plus grande part; le goût de l'opérateur, sa connaissance des procédés, son habileté dans les manipulations, ont une part prépondérante dans la réussite finale, et journalièrement la preuve s'en fait sous nos yeux.

Mais cette confusion qui est un indice de la nouveauté de la photographie devra certainement cesser et le temps remettra les choses en place, avec la diffusion de plus en plus grande, l'emploi de plus en plus fréquent des procédés photographiques.

Nous n'examinerons, dans ce chapitre, que les épreuves, nous réservant de revenir plus tard sur les appareils et les produits lorsque nous étudierons la technique de la photographie.

Sept grands et somptueux salons marquent la place de nos professionnels les plus célèbres : c'est d'abord Nadar qui a réuni dans un luxueux et coquet arrangement tous les genres de photographie qu'il exploite. De merveilleux agrandissements sur papier Eastman, dans lesquels nous reconnaissons nombre de personnages célèbres, tapissent les murs ; un ingénieux tableau, mû par un mécanisme intérieur, change, à intervalle régulier, sous les yeux du spectateur, les épreuves exposées. Dans le fond de grands positifs sur verre, nous montrent les reines de la rampe dans leurs principaux rôles. En face les deux salons de Pirou et de Waléry et plus loin de Chalot et de Van Bosch montrent en quelle perfection est arrivée à l'heure actuelle l'industrie du portrait, qu'il soit exécuté en petit format, carte de visite, ou par agrandissement et même en épreuve directe en grandeur naturelle. Grâce à un emploi judicieux de la lumière, ces maîtres de la photographie arrivent à modeler les figures à leur gré, soit que par un éclairage venant d'en haut ils obtiennent des effets de clair-obscur à la Rembrandt, soit qu'ils adoucissent les ombres par des réflecteurs blancs ou modifient les clairs par des réflecteurs colorés ; c'est toute une science à laquelle vient en aide la retouche. Cette dernière opération, qui ne devrait être confiée qu'à des artistes, nous a malheureusement trop habitué maintenant à ne plus compter sur la fidélité de la photographie : trop de mains maladroites, en voulant corriger, n'ont fait que dénaturer.

Morgan et Lumière nous montrent dans leurs expositions le parti qu'on peut tirer de leurs produits : plaques ou papiers au gélatino-bromure. Ces noms sont assez connus pour que nous n'ayons pas à insister sur la valeur des œuvres exposées.

À côté d'eux nous citerons en passant les épreuves justement réputées de Liébert, Blanc, Chéri Rousseau, etc.

L'exposition des amateurs photographes n'était pas moins intéressante à examiner. Plus d'un grand tableau, composé de fort jolies épreuves, nous montrent à quels progrès sont arrivés maintenant ceux qui s'occupent comme passe-temps de la photographie ; nous citerons les remarquables marines instantanées de M. Grassin, en format inusité de 50×60 , les instantanés et les paysages de MM. Pector, A. Londe, M. Bucquet, etc. Au point de vue du paysage l'amateur montre généralement une grande supériorité sur les professionnels, il a le temps devant lui, n'est pas pressé par la production industrielle et peut attendre le moment favorable où il pourra photographier avec avantage tel ou tel sujet. En effet, en dehors, bien entendu, du choix judicieux du point de vue, tout est dans l'emploi d'un éclairage convenable ; à tel moment du jour, de l'année même, un sujet sera modelé plus harmonieusement qu'en tout autre temps, la lumière adoucie d'un temps à demi-couvert sera dans certains cas quelquefois préférable à un éclairage trop vif ou réciproquement. C'est là un point tout particulier à savoir bien discerner et qui constitue toute l'esthétique de la pho-

tographique. C'est aussi, hélas ! une chose trop peu observée et on tombe trop souvent dans ce *snobisme* si commun de croire que tout sujet, en tout temps, est tributaire de l'objectif.

Un autre genre de snobisme, contre lequel l'amateur fera bien de se garder, c'est l'emploi trop fréquent de l'instantané. Le plus souvent les poses des hommes ou des animaux, saisis pour ainsi dire *au vol*, n'ont rien de séduisant : la plupart du temps on n'obtient que des attitudes manquant en quelque sorte d'équilibre, qui ne sont, en réalité, que des passages rapides d'une position stable à une autre, et produisent les effets les plus disgracieux, d'autant plus disgracieux que notre notre œil, dont la perception est relativement lente, n'est pas habitué à les saisir. D'autre part, nous ne comprenons guère l'intérêt que peut présenter la représentation d'une phase d'un mouvement régulier tel que celui d'un train lancé à toute vapeur ; l'image qui en résulte nous montre un train absolument immobile, semblant au repos, et rien ne nous fait pressentir la difficulté de l'œuvre exécutée.

La photographie instantanée est un art documentaire et doit rester tel, sa nouveauté a déterminé chez les amateurs un engoûment qui s'amoindrira certainement, il viendra un temps où on ne demandera plus à la pratique de l'instantané qu'à donner aux vues la vie et le mouvement et on ne cherchera plus à ne faire exclusivement que les mouvements violents tels que les sauts, les courses, etc.

Les amateurs n'avaient pas seulement exposé individuellement, en plusieurs points, on observait de grands cadres ou des albums remplis des œuvres des jeunes sociétés photographiques.

C'est d'abord la *Société française de photographie*, où nous admirons les belles épreuves de M. Pector, les portraits au charbon et au platine de M. Hainque de Saint-Senoch. C'est la *Société d'excursions des Amateurs de photographie*, fondée par MM. Tissandier et Londe, dont le principal but, bien défini par son titre, est la recherche de sujets intéressants et l'étude en commun des procédés nouveaux. Un grand tableau et un énorme album remplis d'épreuves de toutes natures indiquent assez et la somme de travail accompli et la grande expérience des sociétaires.

Le journal, l'*Amateur photographe*, expose la plupart des épreuves aux encres grasses qui ont servi à illustrer son édition de luxe et dont les clichés ont été fournis par ses abonnés.

Mais la photographie n'est pas seulement œuvre parisienne et nous avons la preuve de l'intérêt qu'on y prend en province en feuilletant l'album de la *Société du Sud-Ouest de la France*, ou en examinant le grand cadre de la *Société photographique du Nord de la France*.

Dans l'art photographique, l'action des amateurs est incontestable, par leur

nombre, par leurs travaux ils lui ont donné une impulsion qui ne fait que s'accroître et sur laquelle il est juste d'insister.

L'œuvre scientifique de la photographie était largement représentée à la classe XII. Citons les épreuves astronomiques de MM. Janssen, Henry frères et Moussette : il est intéressant de constater que l'objectif photographique en se substituant à l'œil de l'astronome sert à former pour l'avenir des collections de documents irrécusables des phénomènes célestes.

MM. Tissandier et Ducom exposent des photographies faites en ballon et rien n'est plus intéressant que ces plans topographiques pris à grandes hauteurs et accusant avec une scrupuleuse fidélité les moindres reliefs du terrain.

M. Marey montre une série de remarquables épreuves faites à l'*Institut physiologique du Parc des Princes* et qui lui ont permis de fixer avec précision les règles du vol de l'oiseau et les diverses attitudes de l'homme ou du cheval dans la marche aux différentes allures.

M. Londe, directeur du service photographique à l'hôpital de la Salpêtrière, nous fait voir les applications de la photographie à la médecine : ce sont de magnifiques épreuves de préparations anatomiques ; ou par des images successives pris à intervalles réguliers, à l'aide d'un appareil spécial de son invention, il fixe les diverses phases d'une attaque nerveuse, ou par une série d'épreuves faites sur un malade depuis son entrée jusqu'à sa sortie de l'hôpital, il détermine en quelque sorte le *faciès* propre à chaque maladie. Enfin la collection est complétée par des nombreuses études sur des hypnotisées, sujet que nous voyons aussi étudié, au point de vue de la pose, par M. Audra.

La photomicrographie est représentée par les œuvres de M. Damaschino, Thouroude, Aimé Girard et Duchesne dont les magnifiques diatomées, malgré un grossissement énorme, sont d'une netteté étonnante.

Sur la galerie, sont exposées de nombreuses vues sur verre, vitraux, vues de stéréoscope ou de projections. Citons les scènes d'enfants de Bloch, les transparents de Lachenal et de Guillemot et les vues stéréoscopiques de Lévy que nous montre un appareil tournant bien souvent regardé par les visiteurs.

Signalons, en passant, les épreuves d'Attout-Taillefer qui montre dans une double série de clichés fait avec les plaques ordinaires et les plaques isochromatiques la supériorité de ce dernier procédé au point de vue de la fidélité dans le rendu des couleurs, sujet sur lequel nous reviendrons plus tard.

Mais une étude très intéressante à faire dans la classe XII est celle des divers procédés industriels de tirage. Au point de vue de l'inaltérabilité ; Braun, Bellingard de Lyon, Ladrey, Ferrand de Lille nous montrent tout le parti qu'on peut tirer du *charbon*, dans le même sens Poulenc expose de très belles épreuves au platine dont les tons noirs se rapprochent des teintes habituelles de la gravure.

Bloch et Patin exposent des épreuves en photoglyptie, autre *variétés* des gé-

latines colorées, procédé qui donne à la fois de très belles épreuves aux tonalités les plus variées, mais n'est point fait pour répondre aux exigences des gros tirages industriels.

Dans ce dernier ordre d'idées les procédés, qui ont certainement l'avenir devant eux, sont ceux désignés sous le nom général de *procédés aux encres grasses*. On obtient, à l'heure actuelle, de fort belles épreuves en tirage courant ainsi que nous le montrent Dujardin, Ch. Petit, Fernique, Michelet; le procédé entre même si bien dans la pratique courante, que plusieurs, parmi ceux qui l'emploient, ont cru devoir exposer dans la classe XI : *applications usuelles des arts et de la plastique*. Nous citerons dans ce cas Boussod et Valladon, Gillot avec son procédé de photogravure sur zinc, Peuchot, etc. Nous remarquons que si la photographie n'est pas toujours employée directement à produire le cliché gravé, elle sert tout au moins à remplacer le travail du dessinateur sur le bois, ainsi que nous le montre la maison Wallot frères.

Une variante des procédés aux encres grasses est mise à la portée des amateurs par M. Raymond qui expose son autocopiste photographique permettant de n'employer qu'un matériel restreint.

Enfin, il est assez curieux de voir combien la photographie peut avoir de multiples applications en examinant les épreuves sur bois et sur cuir d'Abel, ou sur soie de Dreyfus, les photominiatures de Darrier, les photographies émaillées au four de Mathieu Desroches ou du comte de Roydeville.

Nous n'avons pas eu l'intention dans cette rapide excursion à travers la classe XII de noter et décrire toutes les œuvres exposées, notre but a été seulement de montrer l'importance des travaux exécutés, et faire ressortir la part des professionnels et celle de plus en plus prépondérante des amateurs. Nous regrettons toutefois que dans une telle exposition, le public n'ait pas été mis au courant *de visu* des multiples opérations qui concourent à la formation de l'image; il eut été intéressant que les constructeurs eussent fait ressortir dans un petit atelier et les difficultés de la fabrication des lentilles optiques, et le montage des objectifs, etc., ou encore les procédés mécaniques qui servent à coucher les plaques sensibles, etc. Dans la grande galerie des machines, le public suivait avec curiosité les diverses opérations des tirages photomécaniques et il est certain que des exhibitions comme celles que nous signalions plus haut auraient excité un vif intérêt et auraient attiré les visiteurs dans les salles trop souvent désertes de la classe XII.

Nous venons d'étudier la section française de photographie, nous ne pouvons que citer brièvement les expositions étrangères ne relevant que les œuvres remarquables par leur nouveauté.

Dans les Etats-Unis nous citerons les procédés de photogravure de MM. Gebbie et Husson, le spectre solaire de plusieurs mètres de long obtenu par M. Roland par des procédés spéciaux. En Angleterre, Watson expose ses chambres

extra-légères qui, par une construction habile, se réduisent à un minimum possible de volume, les objectifs si connus de Dallmeyer, de Ross, etc. En Suisse, les procédés isochromatiques de Boissonas, etc., etc.

Mais ce que nous constaterons surtout, c'est l'emploi de plus en plus fréquent de la photographie : il est peu d'appareils, peu d'installations industrielles qui ne soient commentées pour le visiteur par de grandes photographies.

Au Palais de l'alimentation, Potin, avec une série de vues stéréoscopiques, montre au visiteur l'importance de ses ateliers ; à côté de lui, Menier fait connaître les procédés employés dans ses usines de Noisiel ; Decauville, ses installations de Petit-Bourg, etc.

A l'ethnographie, le nouvel art fournit des documents précieux, telles ces merveilleuses épreuves au platine que nous admirons dans la section australienne, nous initiant à la vie misérable des naturels, nous en faisant connaître les types, les ustensiles, les travaux.

L'archéologie lui demande des reproductions exactes des découvertes qu'elle est appelé à faire journellement, et dans le Palais de la Tunisie, à l'Esplanade des Invalides, les murs sont tapissés de photographies : lampes funéraires, médailles romaines ou carthaginoises, vues d'ensemble de ruines accompagnées de vues de détails, etc.

Toutes les sciences, tous les arts sont tributaires de la photographie soit que les premières lui demandent des traces durables de phénomènes éphémères, comme les clichés photographiques de MM. Jansenn, Henry, Moussette, ou des amplifications comme dans les épreuves photomicrographiques que nous avons déjà signalées ; les seconds profitent de la simplicité d'emploi, de la fidélité et surtout de la possibilité de multiplication des épreuves pour répandre la connaissance de leurs œuvres uniques.

Au Trocadéro, à côté de l'Exposition des monuments français, de nombreuses photographies commentaient les détails représentés par de grands moulages. Du reste, le plaidoyer en faveur de la photographie n'est plus à faire ; la découverte de Nicéphore Niepce et de Daguerre a peu à peu si bien accompli son œuvre que maintenant la photographie est partie intégrante de notre vie, après avoir été une curiosité scientifique dans ses premiers temps, elle est devenue, à l'heure actuelle une nécessité indéniable.

DEUXIÈME PARTIE

LA TECHNIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE

I. — Les Objectifs.

SOMMAIRE. — Objectifs et chambre noire. — Achromatisme. — Aplanétisme. — Diaphragme. — Objectifs doubles. — Rectilinaires. — Grands angulaires. — Les foyers physiques et chimiques. — Les lentilles : convexes, concaves, *ménisques*. — Le flint et le crown. — Taille des lentilles. — Classification des objectifs. — Les diverses sortes de diaphragmes. — L'iris.

On sait qu'on appelle *objectif*, en photographie, la combinaison de lentilles destinée à former sur la plaque dépolie de la chambre noire, l'image nette des objets extérieurs.

Porta et plus tard Nicéphore Niepce, au début de ses études, se servaient de simples lentilles bi-convexes, mais on s'aperçut bientôt que pour améliorer l'image, lui donner toute sa pureté, il y avait lieu de chercher des combinaisons de lentilles mieux appropriées et dès lors commença une longue suite d'études dont le résultat fut la création de nombreux types d'objectifs destinés à parer aux divers défauts des systèmes optiques. Nous allons rapidement passer en revue ces défauts et nous montrerons par quels artifices les opticiens sont parvenus à les éviter ou à les corriger.

Si on examine l'image produite par une lentille simple, on remarque qu'elle est frangée sur tout son pourtour d'une bande irrisée, qui rend les contours moins nets : ce phénomène, connu en physique sous le nom de *dispersion*, tient à l'inégale réfrangibilité des rayons colorés, dont l'ensemble forme la lumière blanche. Ces divers rayons étalés par un prisme fournissent cette magnifique bande colorée, appelée *spectre solaire*, et composée de sept couleurs principales dont les noms ont été réunis mnémotechniquement dans le vers suivant :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Ce défaut des lentilles porte le nom d'*aberration chromatique*; on a reconnu qu'en associant une lentille bi-convexe à une lentille concave faite en un verre ayant un pouvoir dispersif de sens inverse au premier, on arrive à corriger ce défaut et on a ainsi un système de verres dits *achromatiques*.

D'autre part, une lentille convexe unique donne une image parfaitement nette au centre, mais qui s'étale en perdant de plus en plus de sa netteté, c'est-à-dire en devenant *floue* ainsi qu'on dit en langage photographique; ce défaut, appelé *aberration de sphéricité*, provient de l'inégale réfraction des rayons passant par les bords de la lentille, on le corrige en associant à la lentille convergente une lentille divergente; un objectif dans lequel l'aberration de sphéricité est complètement détruite est dit *aplanétique*.

L'image formée par un tel système de lentilles n'est pas plane, elle se forme sur une surface sphérique, on *aplatit* cette image, dont la courbure est due aux rayons passant par les bords de l'objectif en diminuant l'ouverture de ce dernier, ce qui se fait en plaçant en avant de lui une plaque opaque percée d'un trou circulaire: c'est ce qu'on nomme un *diaphragme*.

Le diaphragme, dans les objectifs du genre aplanétique, augmente d'autant plus la surface de netteté de l'image, en langage photographique la *couverture*, que son ouverture est plus petite. Dans les objectifs non aplanétiques, non seulement le diaphragme augmente la surface couverte, mais il augmente aussi la netteté générale; c'est là une distinction importante à faire entre ces deux genres d'objectifs.

Mais si la netteté augmente avec la petitesse de l'ouverture, il en résulte aussi que l'image est moins éclairée: afin d'augmenter la *clarté*, par suite la *rapidité* de l'objectif, on a été conduit à la construction d'objectifs à double système de lentilles, le premier situé en avant du diaphragme, le deuxième en arrière, on désigne généralement du nom de *rapides* cette classe d'objectifs pour indiquer cette nouvelle qualité. Les objectifs doubles répondent aussi à une autre desideratum dont voici le principe: si avec un système simple de lentilles on produit sur le verre dépoli l'image d'un carré quadrillé, on s'aperçoit que les côtés du carré sont courbes, ce défaut, la *distorsion* est encore causé par les rayons marginaux, on le corrige à l'aide d'un diaphragme placé contre la lentille. Si on éloigne le diaphragme en avant de l'objectif les côtés du carré s'incurvent de nouveau et sont dans ce cas *convexes* (distorsion en barillet); si au contraire le diaphragme est placé en arrière de l'objectif les côtés du carré prennent une courbure concave (distorsion en croissant). D'où il ressort qu'en plaçant un diaphragme entre deux systèmes de lentilles identiques, les deux genres de distorsions arrivent à se compenser et les lignes restent droites: les objectifs construits sur ces principes portent les noms de *symétriques*, *rectilinéaires*, etc.

Il importe encore dans l'étude d'une combinaison optique d'obtenir de la *profondeur de foyer*, c'est-à-dire de fournir des images nettes d'objets situés

dans des plans différents en profondeur: on arrive à ce résultat par une courbure convenable des lentilles et par l'emploi des diaphragmes.

Il est souvent indispensable d'avoir des objectifs qui permettent de reproduire des objets de taille élevée, églises, monuments, sans que l'on soit obligé de reculer beaucoup l'appareil, ce qui n'est pas toujours possible. Les objectifs qui donnent ce résultat, obtenu en diminuant le rayon de courbure des lentilles, portent le nom générique de *grands angulaires*.

Enfin, dans la construction des objectifs, il est un point sur lequel l'opticien doit porter toute son attention, c'est d'obtenir la concordance des foyers physiques et chimiques. Nous avons dit que la lumière blanche était le résultat du mélange des sept sortes de rayons colorés (1), or il a été reconnu que ces rayons n'ont pas tous la même activité physique et chimique; la première concourt à la formation des images sur le verre dépoli de la chambre noire, la seconde détermine sur les couches sensibles, employées en photographie, le commencement des réactions que le développement est chargé d'achever, ainsi que nous l'expliquerons au chapitre V. Les rayons qui donnent à l'image physique son maximum de clarté sont les rayons jaunes, orangés et rouges, ceux qui au contraire donnent le maximum d'effet chimique sont les rayons violets. Comme ces divers rayons sont différemment réfractés par les lentilles, ils peuvent former leur foyer, c'est-à-dire leur point de concentration, à des distances différentes de la lentille, de telle sorte que le verre dépoli ayant été exactement placé au foyer physique de manière à avoir une image nette, lorsqu'on la remplace par la glace sensible, on s'expose à avoir une *image chimique floue*, le foyer chimique se trouvant en deçà ou au delà de la plaque.

Dans les premiers temps de la photographie, on déterminait par tâtonnement la valeur de l'écartement des deux foyers, puis une fois la *mise au point* achevée on avançait ou on reculait l'arrière de la chambre noire de la quantité reconnue nécessaire. Par l'emploi de verres de densités différentes ou par des courbures appropriées on est arrivé à corriger ce défaut.

Les lentilles employées en photographie appartiennent à trois types principaux: la lentille convexe, concave et ménisque.

La lentille convexe ainsi que son nom l'indique a une forme bombée: si les deux surfaces sont bombées de part et d'autre du plan central, on a la lentille bi-convexe (A), si une des faces est bombée, l'autre plate on a la lentille plan-convexe (B). Ce système optique caractérisé par une plus grande épaisseur, au

1. Nous disons sept sortes de rayons colorés, bien que les théories modernes tendent à ramener les couleurs fondamentales au nombre de trois: le rouge, le jaune et le bleu; admettant que les autres couleurs proviennent de la combinaison de deux couleurs voisines; mais comme en photographie chacune de ces sept couleurs a son action bien marquée, nous préférons garder l'ancienne nomenclature.

centre que sur les bords, est dit *convergent* parce qu'il a la propriété de réunir les rayons pour les concentrer en un point appelé foyer.

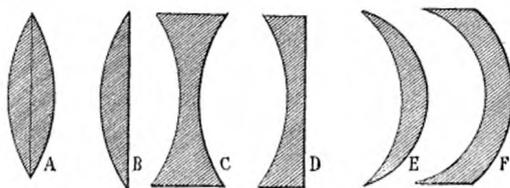


Fig. 1. — Les divers genres de lentilles.

La lentille concave, c'est-à-dire à surface en creux, sera dite bi-concave ou plan-concave suivant que les deux surfaces seront en creux (C), ou l'une creuse et l'autre plane (D). Ce système dioptrique, caractérisé par une moins grande épaisseur au centre que sur les bords, est appelé *divergent* parce que les rayons lumineux qui l'ont traversé ont tendance à s'écartier les uns des autres.

Le ménisque est une lentille dont l'une des faces est convexe, l'autre concave; si le rayon de courbure de la face concave est plus grand que l'autre, les deux surfaces se rencontrent et la coupe d'une telle lentille a la figure d'un croissant: c'est un ménisque convergent à bords plus minces que le centre (E).

Si au contraire, le rayon de courbure de la face concave est plus petit que l'autre, les deux faces ne peuvent se rencontrer et on a un système divergent dans lequel l'épaisseur est plus grande aux bords qu'au centre (F).

Pour former un système de lentilles achromatiques, on associe ensemble des verres d'inégale réfraction: on appelle l'un *flint-glass* ou verre lourd, l'autre *crown-glass* ou verre léger (1). Le premier est en cristal à base de plomb, l'autre un verre à base de chaux et potasse. La fonte de ces verres demande un temps long et des précautions toutes spéciales. Il faut que le verre soit très transparent, limpide et surtout bien homogène; on conçoit en effet que si le verre présentait dans son épaisseur des densités différentes, les rayons lumineux inégalement réfractés ne pourraient concourir à un même foyer. On arrive à produire un verre convenable pour l'optique en employant des matières très pures qui sont fondues dans un creuset spécial à ouverture latérale, construit de façon à empêcher les fumées du four de s'introduire dans l'intérieur, ce qui nuirait à la limpidité du verre.

Lorsque la masse est fondue, ce qui demande de 8 à 12 heures, on introduit

1. Le nom anglais du premier peut se traduire par verre de cristal, par comparaison avec le cristal de roche à cause de sa grande transparence: l'autre signifie verre-couronne, rappelant ainsi la fabrication du verre à vitre en cylindre soufflé (en anglais, couronne), le crown-glass a une composition très voisine en effet du verre à vitre.

dans le creuset un cylindre en terre réfractaire et à l'aide de barres de fer dont le bout recourbé s'engage dans le cylindre, on brasse énergiquement la matière : cette opération est répétée au moins six fois d'heure en heure, pendant quelques minutes ; enfin on chauffe le four à haute température durant 5 heures, ce qui fluidifie la masse et permet aux bulles gazeuses de se dégager, on opère alors un dernier brassage qui dure environ 2 heures, puis on laisse le four se refroidir lentement, ce qui demande environ 8 jours. Au bout de ce temps, on retire le creuset, on le casse et on débite le bloc de verre à la scie. Nous avons tenu à donner ces explications pour montrer quelles difficultés présentait la production d'un verre convenable bien homogène.

Les plaques de cristal sont découpées en disques, dégrossies au grès mouillé, puis on leur donne la forme voulue en usant les surfaces dans des outils en laiton garni d'émeri mouillé de plus en plus fin. Les surfaces convexes s'obtiennent dans des coupes appelés *bassins*, les surfaces concaves sont formées à l'aide d'outils ayant la forme d'une calotte sphérique et qu'on nomme *balle*; les uns et les autres sont vissés sur un arbre vertical auquel l'ouvrier, à l'aide d'une manivelle et d'une série de roues; imprime un rapide mouvement de rotation. La lentille est ensuite tournée sur ses bords, ce qu'on nomme *déborder*, on vérifie son centrage, enfin on la polit à l'aide de papier de soie et de rouge d'Angleterre dont on garnit suivant le cas le bassin ou la balle. Toutes ces opérations qui demandent des vérifications continuelles sont très délicates et exigent de la part de l'ouvrier beaucoup de soin. Il est regrettable qu'un atelier de ce genre n'ait pas été monté à l'Exposition pour mettre le public au courant des multiples et intéressantes opérations de la taille du verre.

Les lentilles sont réunies entre elles à l'aide de Baume du Canada, résine dont l'indice de réfraction est très voisin de celui du verre: une goutte ayant été posée dans la lentille concave, préalablement chauffée, on applique sur elle la lentille convexe et on assure l'exacte juxtaposition en faisant tourner la lentille inférieure tandis que l'on presse sur l'autre, l'excès de baume est ainsi rejeté; les lentilles sont alors montées sur le barillet qui se visse sur la monture de l'objectif; dans certaines combinaisons les lentilles ne sont pas collées ensemble mais séparées l'une de l'autre par un anneau de laiton de hauteur convenable, de manière à ménager entre elles une couche d'air.

Ces diverses explications données, il nous sera possible de classer les différents objectifs actuels.

L'objectif simple (lentille bi-convexe en crown, lentille plan-concave ou mieux bi-concave⁽¹⁾ en flint) avec tube diaphragmé à l'avant a été la première combinaison employée: très bon pour le paysage, il a l'inconvénient d'être trop lent pour le portrait étant donné surtout le peu de sensibilité des premières couches.

1. Cette combinaison élargit le champ de netteté.

Il fut bientôt remplacé par une combinaison double, inventée par Petzwal, en 1850. Ce dernier objectif très lumineux à l'inconvénient d'avoir peu de profondeur de foyer, il ne convient donc qu'au portrait.

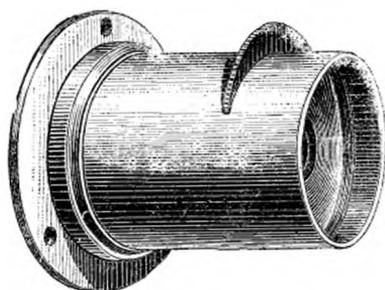


Fig. 2. — Objectif pour paysage.

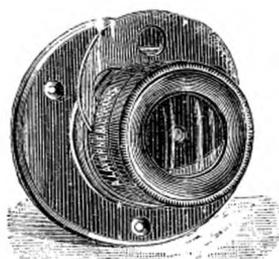


Fig. 3. — Objectif grand angulaire à diaphragme tournant.

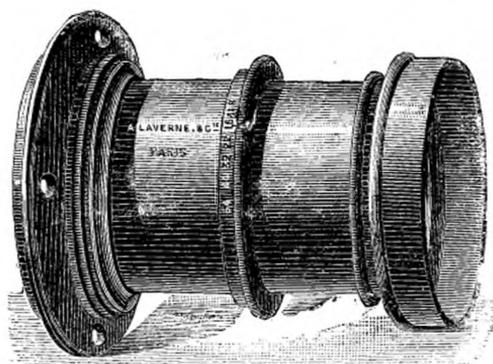


Fig. 4. — Panorthoscopique Laverne (paysage, groupes, portraits)

C'est alors que furent proposés successivement les rectilinéaires, l'euryscope de Voigtlander, les antiplanats de Steinheil, les triplet, les panorthoscopiques de Laverne, etc.

Avec la rapidité croissante des plaques, on put revenir à la combinaison simple à deux ou trois lentilles accolées, on obtint ainsi le rapid Landscape de Dallmeyer; ces objectifs ont le grand avantage de donner des images très brillantes.

Il ne nous est guère possible d'entrer dans le détail de ces divers objectifs qui figuraient à l'Exposition, nous avons voulu seulement montrer leur variété et le but spécial de chacun d'eux. Nous devons cependant signaler une diversité spéciale d'objectifs connue sous le nom de *trousse*, et présentée pour la première fois par M. Darlot : cet objectif comprend une série de lentilles qui peuvent se visser sur l'avant de la monture, permettant de faire varier les combinaisons de

manière à se prêter à tous les cas de la pratique: M. Français avait aussi exposé une trousse sur ce principe.

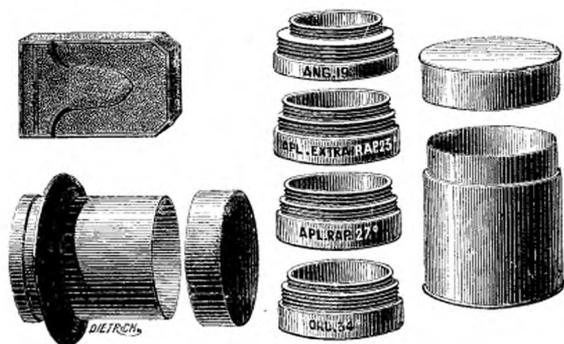


Fig. 5. — Trousse d'objectifs

On a vu d'après ce qui précède, l'importance qu'avait le diaphragme. Son emplacement précis a donné lieu à de nombreuses recherches surtout en ce qui regarde l'objectif simple. Dans l'objectif symétrique, il se place entre les deux verres et à égale distance de chacun, dans les objectifs dissymétriques il se place de manière à partager l'espace compris entre les deux verres en parties proportionnelles aux distances focales des deux systèmes de lentilles.

La plupart du temps les diaphragmes consistent en une plaque de laiton mince qui se glisse dans une fente à coulisse ménagée sur la monture de la lentille.

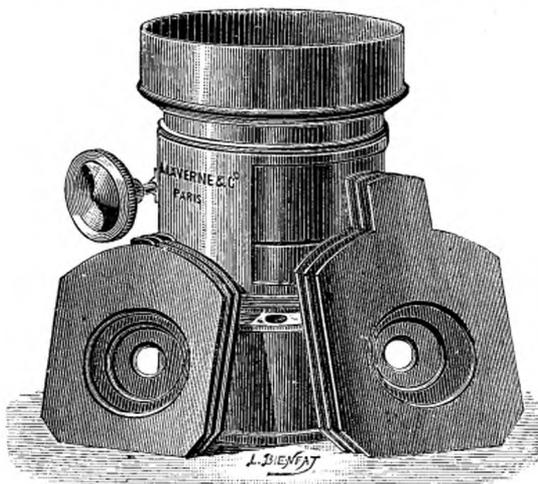


Fig. 6. — Objectif double genre Petzwal avec diaphragmes à languette et à onglée.

Ces diaphragmes, munis d'une petite languette faisant saillie sur le corps de l'objectif est destinée à en faciliter la manœuvre, portent aussi le nom de *vannes droites*: on appelle diaphragme à *onglée* des vannes de même construction dans lesquelles la languette est remplacée par une petite équerre métallique qui sert à manœuvrer le diaphragme à l'aide de l'ongle, d'où leur nom.

Ces diaphragmes ont l'inconvénient de former plusieurs petites pièces qui,

bien qu'enfermées dans un écrin, peuvent être facilement perdues: pour parer à cet inconvénient, *Harrison* a proposé de réunir toutes ces plaquettes par un axe commun percé dans la languette, la vanne enfoncée dans la rainure de l'objectif sert à maintenir toutes les autres. Dans le même ordre d'idées, *Hermagis* a monté ses diaphragmes à pivot sur le corps de la monture de l'objectif, on relève les vannes non utilisées: de ce fait il se produirait une ouverture sur le tube, par où pourraient passer des rayons de lumière, si un anneau plat intérieur, manœuvré par des boutons ne venait combler ce vide.

Dans les objectifs très diaphragmés par construction, tels que les grands angulaires, la série de trous du diaphragme est percée sur une rondelle de cuivre fixée à pivot sur la monture et disposée de telle sorte que le centre de chaque trou puisse être amené à coïncider avec le centre optique: on obtient ainsi ce qu'on nomme un *diaphragme tournant* (fig. 3).

Dans la classe XII, on remarquait dans la vitrine de M. Laverne, une forme spéciale et très commode de diaphragme nommé « Iris » à cause de la similitude de son fonctionnement avec celui de l'iris de l'œil. Il est formé par une série de languettes de cuivre, manœuvrées par une bague d'entraînement de telle sorte que lorsqu'on tourne dans un sens, les languettes convergent toutes vers le centre, diminuant de plus en plus l'ouverture et inversement. Un index et une graduation indiquent à l'opérateur le diamètre de l'ouverture du diaphragme dans chaque position de la bague. On obtient donc ainsi une ouverture polygonale, mais avec 16 lamettes, le polygone est assez proche du cercle circonscrit pour qu'il n'en résulte aucun inconvénient. Ce diaphragme iris, dont l'idée première est due au P. Kircher et a été essayée par Niepce, a reçu de la part de son dernier constructeur de tels perfectionnements qu'on peut le considérer comme un appareil absolument nouveau.

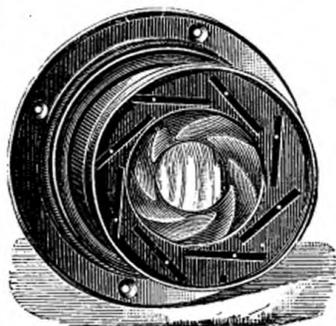


Fig. 7. — Coupe montrant la disposition du diaphragme iris Laverne.

II. — L'Instantané et les Obturateurs.

SOMMAIRE. — Le bouchon. — Classification des obturateurs et des instantanés. — Le temps utile de pose. — Position de l'obturateur. — Forme de l'ouverture. — Définition de l'instantané. — Les obturateurs à guillotine; à vannes; à volet. — Obturateurs Guerry simple et double volet. — Obturateur tournant, modèle de Londe-Dessoudeix. — Obturateurs centraux. — La pratique des instantanés.

L'obturateur proprement dit est l'appareil qui sert à fermer l'objectif: le plus simple qu'on désigne plus communément sous le nom de *bouchon* se compose

généralement d'une sorte de capsule en carton ou en métal, garnie intérieurement de velours et qui se place sur la partie antérieure de l'objectif, la bonnette. Le bouchon, manœuvré à la main, était plus que suffisant au début de la photographie avec la lenteur des objectifs et des plaques, tant que les poses se comptèrent par minutes et même par secondes: mais plus tard avec la rapidité croissante des préparations sensibles et la plus grande clarté des objectifs, on dut recourir à des appareils mécaniques auxquels on donna le nom peut être un peu prétentieux d'*obturateurs instantanés*; d'autant plus que nombre d'entre eux sont à vitesses variables.

L'établissement de ces appareils a été l'objet, surtout dans ces dernières années, d'une étude considérable, les modèles varient à l'infini, mais tous peuvent se classer en quatre grandes catégories :

- 1° La guillotine ;
- 2° Le disque tournant ;
- 3° Le volet :
- 4° L'obturateur central.

Dans la première catégorie, l'obturateur se compose d'une lamelle rigide glissant dans une monture et égale au moins à trois fois le diamètre des lentilles; elle est percée dans sa partie médiane d'une ouverture au moins égale à celle de l'objectif. Au début de l'opération l'obturateur est armé, c'est-à-dire que la lamelle est remontée de manière que la partie pleine inférieure fasse obturation, un déclie la maintient dans cette position: en agissant sur ce déclie, soit au doigt soit au moyen d'un piston pneumatique actionné par une poire en caoutchouc, la guillotine libérée tombe, démasque rapidement l'objectif et la partie pleine supérieure obture à son tour. La guillotine peut bien entendu agir verticalement ou horizontalement et être actionnée par un ressort ou par la force de la pesanteur.

La deuxième catégorie comprend les obturateurs dans lesquels un disque ou une portion de disque, un secteur, percé d'une fenêtre convenablement placée, tourne autour d'un pivot dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif: le mode de fonctionnement est assez semblable à celui de la guillotine.

Dans la troisième catégorie, l'obturateur fonctionne à la façon d'un volet de fenêtre, d'où son nom.

Dans ces trois classes on remarque que l'ouverture de l'objectif se fait graduellement de la périphérie au centre et réciproquement pour la fermeture: si on double ou on multiplie les lamelles obturatrices en ayant soin de leur donner des mouvements inverses, l'ouverture se fait du centre à la périphérie et la fermeture inversement, d'où une quatrième catégorie d'obturateurs appelés, pour cette raison, *obturateurs centraux*.

Il est à noter que dans tous ces appareils la pose se divise en trois parties: la première comprend le temps écoulé entre le commencement de l'action jusqu'à l'ouverture complète, la deuxième comprend l'espace pendant lequel l'objectif est

entièrement démasqué, la troisième, le temps de fermeture. Or c'est seulement dans la deuxième phase que l'objectif travaille avec son maximum d'intensité et M. Londe a justement proposé d'appeler cet instant le *temps utile de pose* par opposition au *temps total*, qui comprend l'ensemble des trois parties. Sans que nous cherchions à entrer dans l'étude approfondie, faite avec grand soin par M. Londe (1), on conçoit que plus le rapport du temps utile de pose au temps total est grand, plus l'obturateur a un meilleur *rendement*.

D'autre part, l'emplacement de l'obturateur a une importance très grande ; il peut en effet occuper les trois positions suivantes : en avant de l'objectif, en arrière ou entre les deux lentilles : si on remarque que tout obturateur fonctionne avec un mouvement accéléré, à cause des inerties premières à vaincre, c'est-à-dire tel que l'instant d'ouverture est toujours plus grand que l'instant de fermeture, si on place l'obturateur à l'avant, en général le ciel, c'est-à-dire la partie la plus lumineuse, sera découvert le premier et posera plus longtemps que les terrains moins éclairés, ce qui va à l'encontre de la théorie générale de la pose : l'effet inverse se produira si l'obturateur est placé à l'arrière : sans vouloir entrer dans tous les détails que comporte cette question, il nous suffira de dire qu'il a été reconnu qu'en plaçant l'obturateur aussi près que possible du diaphragme, c'est-à-dire, dans la majorité des cas, entre les deux lentilles, on obtient le meilleur résultat.

La forme elle-même de l'ouverture a donné lieu à de nombreuses discussions et nous dirons en décrivant les principaux types d'obturateurs les diverses raisons qui ont amené le choix de telle ou telle forme. Mais avant d'entrer dans cette étude, il convient de poser d'une façon bien nette ce qu'on doit entendre par *instantané*.

Bien que ce mot désigne à la vérité une durée aussi courte que possible du temps, en photographie il faut lui donner une signification plus étendue et nous admettrons, quelque bizarre que paraisse au premier abord cette classification, qu'il y a trois sortes d'instantanés. Dans la première espèce nous classerons les scènes dans lesquelles les mouvements peu vifs de la foule ou des animaux à reproduire nous permettent une pose rapide mais d'une durée mesurable : cette première vitesse facilement obtenue avec la plupart des obturateurs varie du $\frac{1}{20}$ au $\frac{1}{40}$ de seconde.

Dans la seconde classe, nous placerons les scènes présentant une plus grande vivacité de mouvement, des hommes, des chevaux marchant au pas : la vitesse de translation du sujet étant plus grande, nécessitera une pose plus rapide.

Enfin les scènes à mouvements très vifs, chevaux au galop ou au trot, hommes

1. A. Londe. — *La photographie instantanée ; théorie et pratique* — chez Gauthier-Villars et fils.

sautant, nécessiteront une pose plus courte encore, au maximum $\frac{1}{150}$ de seconde: les obturateurs donnant cette vitesse sont assez rares et généralement compliqués.

Il ne faut pas oublier que la rapidité d'impression des plaques est fonction de la lumière, plus le soleil décroît dans sa course, plus on se rapproche des temps sombres de l'hiver, moins on est en droit de se servir de grandes vitesses si on

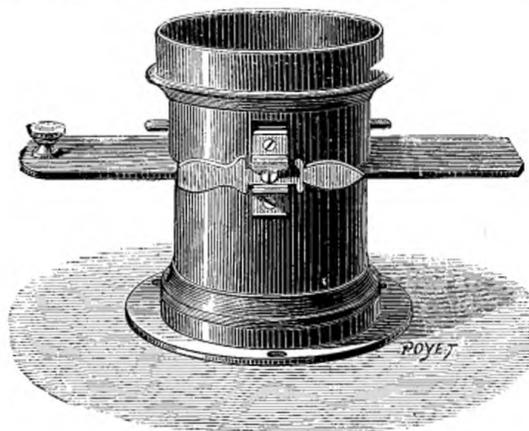


Fig. 8. — Guillotine simple, Laverne.

veut obtenir une bonne image: enfin il est nombre de cas où on ne peut faire de l'instantané, il en résulte pratiquement qu'un bon obturateur doit donner la pose à volonté et des vitesses variables jusqu'à un maximum aussi grand que possible. Seul un instrument de ce genre pourra se prêter à la multiplicité des cas qui peuvent s'offrir à l'opérateur.

La forme la plus simple de

l'obturateur à guillotine nous est donnée par la figure 8: les fentes pratiquées sur le corps de l'objectif servent de coulisses à la lamelle métallique: on a ainsi un minimum possible de poids et de volume.

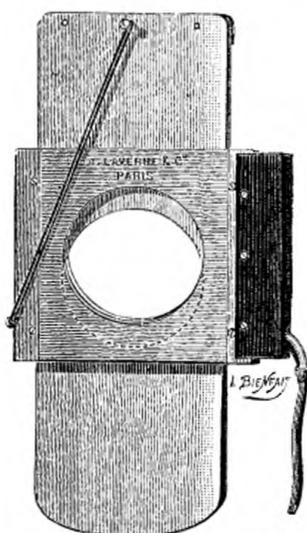


Fig. 9. — Guillotine.

La guillotine a été très étudiée dès les débuts de la photographie, et a donné lieu à une infinité de modèles, tel est par exemple celui que nous montrons dans la figure ci-contre: il se fixe sur la bonnette de l'objectif et est actionné par un ressort en caoutchouc, un déclic pneumatique sert à le faire fonctionner à distance. Mais on a remarqué que dans ces divers modèles, qui comportent l'emploi d'une ouverture ronde, le centre était plus posé que les bords; on a cherché à remédier à cet inconvénient en employant une ouverture rectangulaire dont les bords opposés ont une forme rentrante, tantôt circulaire, tantôt triangulaire. La répartition de la lumière est faite d'une manière plus uniforme, les bords reçoivent l'action lumineuse pendant un temps plus considérable qu'auparavant et l'épreuve y gagne en vigueur.

Si au lieu d'une lame percée d'une ouverture, on emploie une vanne opaque ayant un mouvement alternatif de bas en haut puis de haut en bas, on constitue une nouvelle espèce de guillotine, dite à vanne, et sur ce principe ont été construits de nombreux modèles, nous citerons entre autres, le suivant, dû à M. Laverne et exposé par lui à la classe XII (fig. 10).

Cet appareil comprend en principe une lame obturatrice qui s'introduit dans la fente réservée aux diaphragmes ; cette lame en acier très mince est actionnée par un ressort en spirale qui fait tourner une bielle entraînant une tige solidaire de la lame. Cette tige se termine par un piston léger se mouvant dans un corps de pompe qui surmonte l'appareil. Le corps de pompe est coiffé d'un chapeau pouvant tourner autour d'un axe central et percé d'un trou circulaire qui démasque plus ou moins dans sa rotation une ouverture triangulaire ménagée à la partie supérieure du corps de pompe. L'obturateur étant armé, en faisant tourner un bouton qui bande le ressort spiral, lorsqu'on agit sur le déclic pneumatique le piston remonte et comprime l'air dans le corps de pompe ; si l'ouverture supérieure est complètement dégagée, l'air s'échappe sans opposer de résistance à l'action du ressort et le piston monte

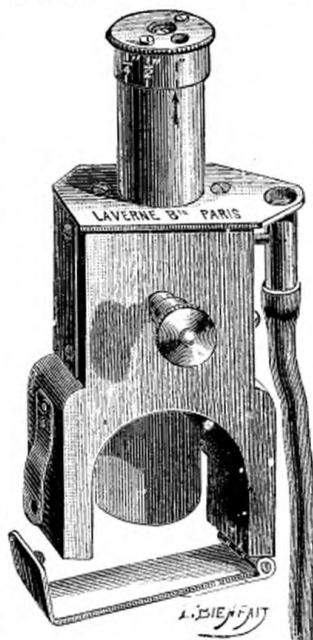


Fig. 10. — Obturateur Laverne à vanne.

et descend avec toute la vitesse que le ressort est capable de lui imprimer. Inversement, plus l'ouverture sera obstruée moins l'air pourra s'écouler ou rentrer avec facilité, l'action du ressort sera retardée et on conçoit que le piston formera ainsi une sorte de frein à air permettant de faire varier dans d'assez larges limites le temps de pose ; une graduation gravée sur le chapeau indique les diverses vitesses qu'on peut ainsi obtenir.

Parmi les nombreux modèles de ce genre nous citerons l'ingénieux obturateur de M. Fallier dont la construction simple est indiquée par les figures 11 et 12.

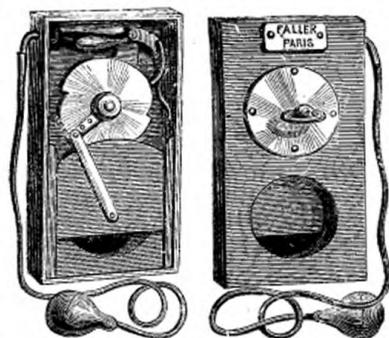


Fig. 11
L'obturateur Fallier. — Fig. 11, vue du mécanisme intérieur. — Fig. 12, aspect extérieur.

Dans la classe des obturateurs à volet nous citerons l'obturateur Guerry (fig. 13) :

c'est là un des premiers modèles proposés, il n'a pas une grande vitesse, mais est

très convenable pour le travail dans l'atelier et possède cet avantage qu'il est toujours prêt à fonctionner sans l'opération préparatoire de l'armé.

Placé sur la bonnette de l'objectif, où il est maintenu par un secteur de caoutchouc et une pièce en V actionnée par une vis, il comprend essentiellement un léger volet en velours tendu sur un cadre de fil de fer. En pressant sur une poire en caoutchouc on détermine la rotation de l'axe du volet et celui-ci reste soulevé tant que la pression sur la poire persiste, on obtient donc à la main toute pose voulue, ou une pose instantanée peu rapide peut-être, mais suffisante en général dans l'atelier.

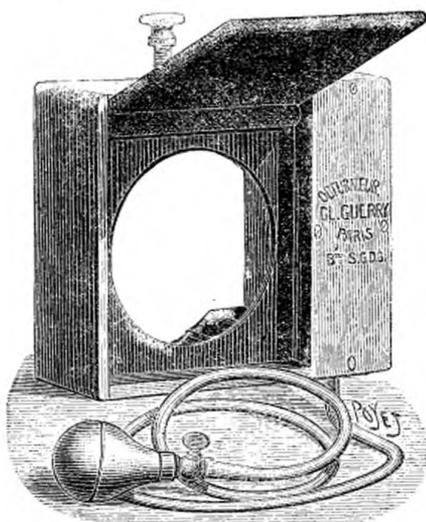


Fig. 13. — Obturateur Guerry à volet simple.

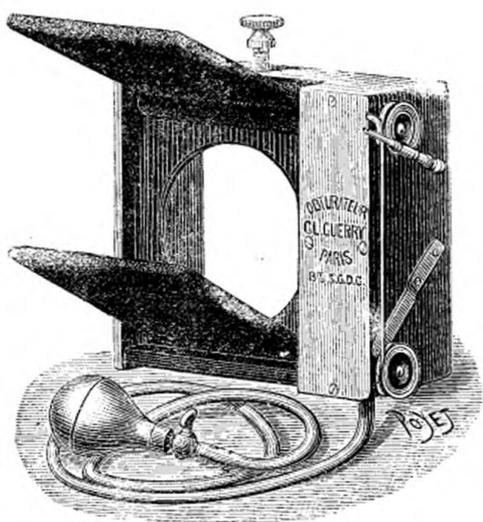


Fig. 14. — Obturateur Guerry à double volet.

On a cherché à augmenter la vitesse de cet obturateur en employant un double volet (fig. 14). Le deuxième volet placé au bas de l'appareil face au premier est au préalable rabattu en avant ; lorsqu'on presse sur la poire en caoutchouc le volet supérieur se relève, mais aussitôt grâce au déclanchement qu'on voit sur le côté de l'appareil, le volet inférieur se referme et le premier volet retombe alors à son tour. La vitesse est ainsi augmentée, mais un des avantages du premier modèle est perdu, car il faut armer l'obturateur chaque fois qu'on doit s'en servir.

Dans la classe des obturateurs tournants nous signalerons l'obturateur à disque se composant d'une lame circulaire en cuivre percée d'une fenêtre et placée contre le diaphragme à la façon des diaphragmes tournants ; elle est actionnée par une lame de ressort d'acier, en tournant le disque dans un sens on bande le ressort, une pression sur un déclie amène une vive rotation du disque qui démasque rapidement l'objectif ; mais avec de tels appareils on ne peut obtenir qu'une vitesse répondant à notre première catégorie d'instantanés.

L'obturateur tournant qui donne les meilleurs résultats et jouit pour cette raison de la plus grande faveur dans le public photographe, est celui qui a été construit par M. Dessoudeix sur les indications de M. A. Londe (fig. 15).

Il se compose essentiellement d'un secteur percé d'une fenêtre trapézoïdale forme la plus convenable, ainsi que l'a démontré M. Londe pour avoir une impression égale sur toute la plaque. Ce secteur est mû par un ressort à boudin en fil d'acier qui, fixé par une de ses extrémités s'enroule sur la gorge d'une poulie faisant corps avec le secteur; la tension du ressort est déterminée par une manette qui peut se placer sur diverses encoches donnant des vitesses de plus en plus grandes, et l'obturateur est armé à l'aide d'un petit levier qu'on tourne à

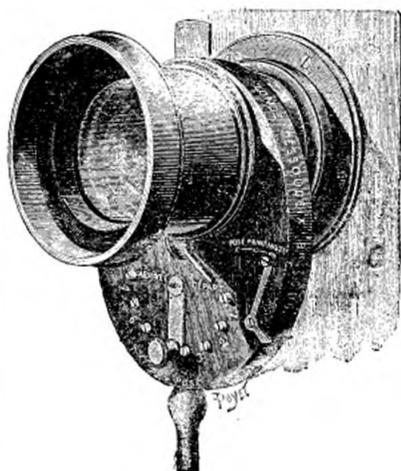


Fig. 15. — Obturateur Londe Dessoudeix.

la main; à ses deux positions extrêmes les deux mots *départ* et *arrivée* indiquent par l'inspection seule du levier l'état dans lequel se trouve l'obturateur. En agissant sur une poire en caoutchouc on détermine la rotation du secteur qui tourne d'un quart de cercle de gauche à droite. Des dispositifs spéciaux empêchent tout mouvement de rebondissement, ou permettent de maintenir ouvert l'appareil pendant la mise au point. Cet obturateur a été construit de telle sorte que toutes les pièces sont interchangeables, ce qui n'a pu être obtenu que grâce à une très grande précision dans la construction.

La combinaison des diverses classes d'obturateurs entre elles a donné lieu à de nouveaux modèles: tel par exemple l'obturateur Mendoza qui comprend une guillotine à vanne et un volet; dès que la vanne est remontée par une pression sur la poire, elle libère le volet qui, actionné par un ressort de caoutchouc, retombe aussitôt. Cet appareil se monte sur la bonnette d'objectif.

Si deux lames de guillotine sont mues en sens inverse par un ressort on a un obturateur central. Ce dispositif a été employé par MM. Thury et Amey, par Zion, par Irumberry avec des moyens mécaniques différents; il en est de même pour deux secteurs tournant en sens inverse (fig. 16 et 17).

Entrer dans la description des différents obturateurs nous entraînerait en dehors de notre cadre; qu'il nous suffise de dire qu'on a proposé des obturateurs à lames multiples formant une sorte d'iris, on a même construit des modèles formant à l'intérieur de la chambre une calotte sphérique à la manière de ces rideaux qui servent à obturer dans les wagons la lumière des lampes; l'ingéniosité des constructeurs s'est exercée à l'envi pour produire les modèles les plus

divers, mais il convient d'ajouter qu'en général on n'a obtenu que des vitesses insuffisantes.

Nous ne pouvons terminer ce chapitre relatif aux obturateurs sans dire quel-

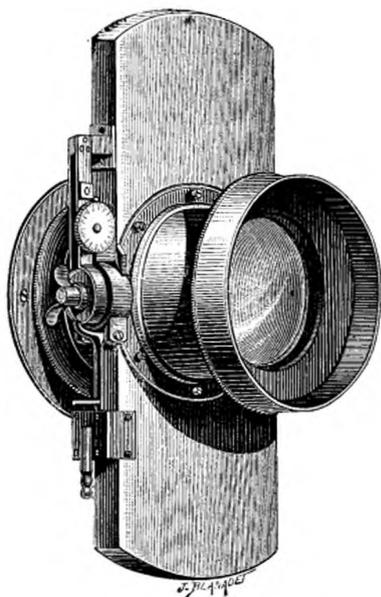


Fig. 16. — Obturateur Thury et Amey.

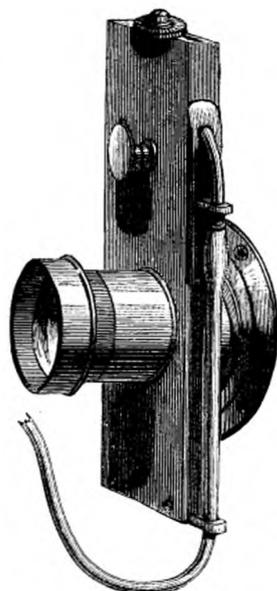


Fig. 17. — Obturateur Zion.

ques mots sur la pratique des instantanés, il nous semble qu'à l'heure actuelle on est trop porté à n'admettre que ce genre, et il en résulte bien souvent que, sous prétexte de document vrai, on n'obtient que des épreuves manquant de grâce. Si on réfléchit que les divers mouvements de l'homme et de l'animal, sont composés d'états stables d'une certaine durée que notre œil est apte à saisir, mais séparés par des mouvements rapides dans lesquels l'équilibre est rompu, lorsque la photographie nous reproduira une phase de ces derniers mouvements nous aurons une image à laquelle nous ne sommes pas habitués et qui nous paraîtra par cela même fautive ou ridicule.

Si on recherche un document scientifique, comme M. Marey, l'étude de ces images est des plus féconde en enseignements divers, mais, au point de vue artistique seul, on ne peut que les trouver disgracieuses.

L'immobilisation d'un équilibre instable manque de naturel et nous ne pouvons nous empêcher d'être étonné en voyant des peintres de valeur accueillir avec faveur des documents qui devraient rester dans le domaine de la science.

Dans les derniers Salons on nous a montré des chevaux dans des attitudes qui sont vraies certainement, qu'un objectif a pu saisir au vol, mais que n'a jamais vu un œil humain, à cause de sa lenteur d'impression.

Mais la pratique de l'instantané devient du « snobbism » comme disent nos voisins, lorsque le photographe s'efforce de reproduire une phase d'un mouvement régulier continu; faire un bon cliché d'un train lancé à toute vapeur est certainement une difficulté de pratique, mais au point de vue art le train photographié au repos eut donné la même impression, le même cliché, plus net surtout.

Certes on donne aux épreuves une sorte de vie en saisissant rapidement une scène animée, mais de là à ne pratiquer que l'instantané il y a tout un abîme. En examinant les épreuves exposées au Champ de Mars, nous avons fait souvent cette réflexion et tout en reconnaissant dans beaucoup de cas, les difficultés vaincues, nous n'avons pas toujours pu admirer certains tableaux où les contorsions d'un sauteur, les attitudes incroyables de certains animaux étaient reproduits avec vérité sans doute, mais aussi sans nulle grâce.

III. — Les Appareils.

SOMMAIRE. — Les chambres noires. — Les viseurs. — Appareils à main. — Les appareils automatiques. — Les appareils réglables. — Les appareils à mise au point. — Chambres panoramiques. — Le cylindrographe. — L'appareil Benoist. — La chambre automatique d'Enjalbert.

Les chambres noires sont assez connues dans leurs dispositions générales pour que nous puissions nous dispenser de les décrire : dès le début de la photographie, les formes principales ont été déterminées et depuis 1855, où M. Davanne inventait le soufflet tournant, il n'y a pas eu de perfectionnement réel. Tout l'effort des constructeurs a porté surtout sur l'allègement de l'ébénisterie et la diminution de volume. Avec les procédés secs, les châssis en particulier, ont pu être singulièrement amincis et disposés de telle sorte que chacun puisse contenir deux plaques dos à dos. La simplification du matériel a été imposée par cette considération que le photographe, pour avoir ses préparations sensibles faites longtemps à l'avance, cherchait de plus en plus à étendre le champ de ses excursions et qu'il fallait par suite rendre le matériel aussi portatif que possible. Aussi avons nous remarqué à l'exposition, nombre de chambres plates qui, fermées, pouvaient être contenues dans un sac de volume très réduit.

Les trépieds ont été allégés autant que possible, mais le besoin de légèreté de

simplification est devenu tel qu'on en est arrivé rapidement à vouloir supprimer le trépied et nombre de chambres dites *à main* ont été successivement inventées. Ce résultat a été rendu possible par la grande sensibilité des plaques et l'emploi

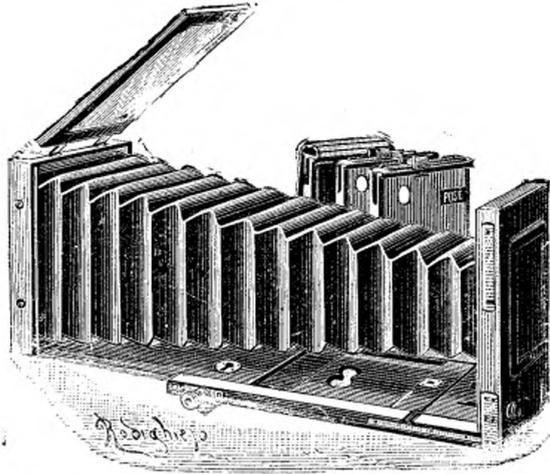


Fig. 18. — Chambre perfectionnée à soufflet tournant et long tirage.

des obturateurs. D'autre part les objectifs, dits *à foyers fixes*, c'est-à-dire calculés de telle sorte qu'ils donnent une image parfaite depuis 10 mètres jusqu'à l'infini ont permis d'éviter l'opération si longue de la mise au point et par suite de supprimer l'emploi du gênant voile noir.

Pour guider le photographe, lui donner le moyen de vérifier si sa chambre est convenablement dirigée, les appareils ont été munis d'une petite chambre auxiliaire très réduite qu'on nomme le *visueur* (fig. 19).

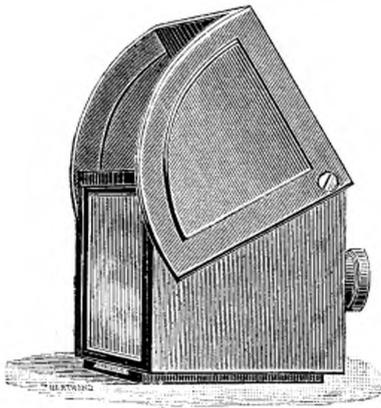


Fig. 19. — Viseur Dessoudex.

Les premiers viseurs, connus aussi sous le nom *d'iconomètres*, se composaient de deux plaques verticales, convenablement espacées et percées l'une, du côté de l'œil, d'un petit trou de visée, l'autre d'une fenêtre aux dimensions réduites des plaques. Cet appareil trop rudimentaire pour les nouvelles chambres a été remplacé par une toute petite chambre en métal, munie d'un objectif simple dont l'image est renvoyée sur un verre dépoli horizontal par une glace à 45°. Ce viseur fixé sur la chambre et convenablement réglé sert non seulement à diriger l'objectif sur le point voulu, mais aussi à déterminer la portion de paysage qui doit

impressionner la couche sensible : on appelle cette opération *la mise en plaque*.

Nous signalerons aussi, comme viseur, l'emploi de lentilles biconcaves enchassées dans une monture percée d'une fenêtre carrée et qui permettent la visée directe ; nous reviendrons sur ce sujet au chapitre VII.

Grâce à ces divers perfectionnements un matériel nouveau a pu être créé : il est caractérisé par les conditions suivantes : il n'y a plus de mise en station, l'appareil très léger est tenu à la main, plus de mise au point, un mécanisme ou des dispositions spéciales permettent le changement rapide des plaques en pleine lumière. Mais ces appareils, destinés à surprendre en quelque sorte la vie, ne devaient plus laisser soupçonner leur mission par leurs dehors ; le moyen de saisir une scène avec tout son imprévu, son abandon naturel, lorsque les futurs patients voient les apprêts d'un photographe indiscret. Dans cet ordre d'idées les constructeurs ont montré une ingéniosité sans pareille. C'est ainsi par exemple que M. Enjalbert enferme sa chambre complète dans une enveloppe qui lui donne l'aspect d'un colis postal ; un autre modèle *l'Alpiniste* indique qu'il peut servir aux excursions en montagne, si difficiles qu'elles soient.

Très nombreux sont les modèles de ces chambres à main : les Américains toujours si nets, si carrés, dans leur langue de peuple jeune, ont baptisé ce genre d'appareils du nom de *déetectives* et le nom est juste, car ce sont bien là des agents de la police secrète, dont l'œil inquisiteur fouille partout, sans qu'aucun uniforme ne vienne déceler leur profession véritable ; l'appellation a paru si vraie qu'elle est passée chez nous dans le langage photographique.

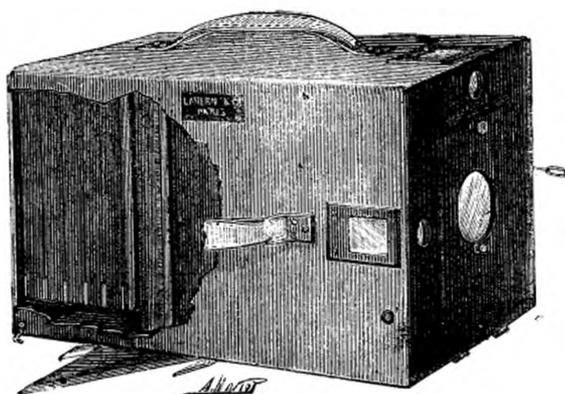


Fig. 20. — Déetective Laverne.

Une partie de ces chambres comporte l'emploi de châssis, comme celle qu'expose M. Laverne (fig. 20), d'autres sont munies de *boîtes à escamoter*, sorte de châssis comportant plusieurs glaces superposées qu'une disposition mécanique fait successivement passer au foyer de l'objectif : tels sont *l'Ommigraphe* de Hanau,

le *Rapide* de Darlot, la *Merveilleuse* de Faller, l'*Automatique* de Molteni (fig. 22 et 23), etc.

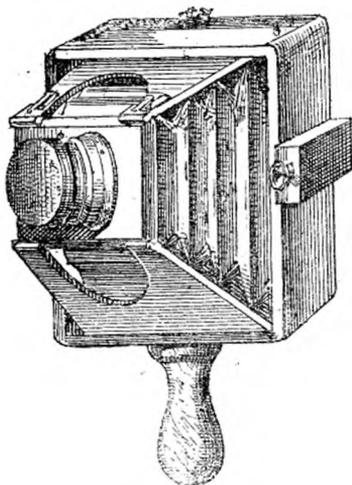


Fig. 21. — Le velocigraphe.

Un autre genre de détectives emploie les rouleaux pelliculaires, la préparation sensible, ainsi que nous le verrons plus loin, est étendue sur un support souple enroulé sur une bobine et l'appareil pour chaque pose, fait passer devant l'objectif une nouvelle surface lorsqu'on agit sur un bouton : sur ce principe est construit le *Kodak* exposé par M. Nadar (fig. 31).

Enfin nombre de chambres peuvent être très réduites, en raison même de la petitesse de l'image ; beaucoup d'entre elles en effet donnent de petits clichés de 4 sur 4 centimètres. Tels sont l'*Invisible* de Faller, la *Chambre secrète* de Stirn qui affectent la forme d'une boîte ronde très plate munie près d'un des bords d'un minuscule objectif ; ces chambres peuvent être dissimulées sous les vêtements et travailler sans éveiller les soupçons de personne.

Dans le même genre d'idées M. Schaeffner expose un *photo-livre*, M. Le Roy un *photo-carnet* (fig. 25). A signaler aussi la jumelle photographique et le photosphère de M. Conti.

Nous ne pouvons entrer ici dans la description de tous ces appareils dont le nombre s'accroît chaque jour, ce qui démontre bien leur nécessité.

Pour donner au lecteur une idée de leur valeur propre, nous les classerons en trois grandes catégories.

1° Les appareils dits automatiques : ils sont basés sur une construction spéciale de l'objectif telle que la mise au point est faite une fois pour toutes par le constructeur et permet de saisir les objets depuis une distance environ égale à

DÉTECTIVES DIVERSES

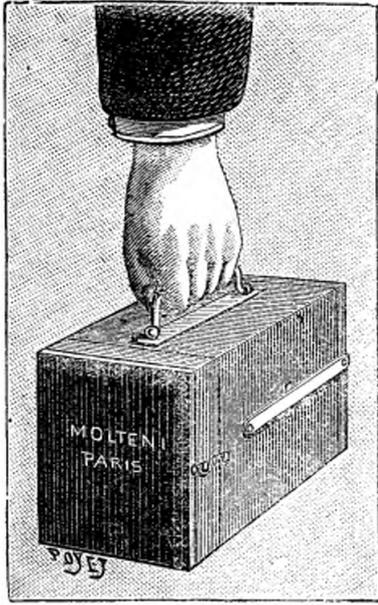


Fig. 22. — L'automatique de Molteni fermé.



Fig. 23. — L'automatique de Molteni déployé.

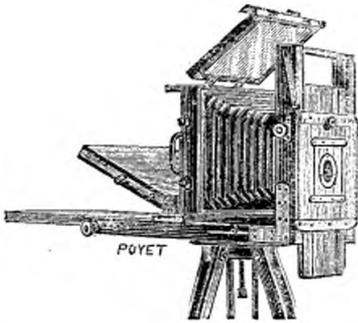


Fig. 24. — La Merveilleuse de Fallar.

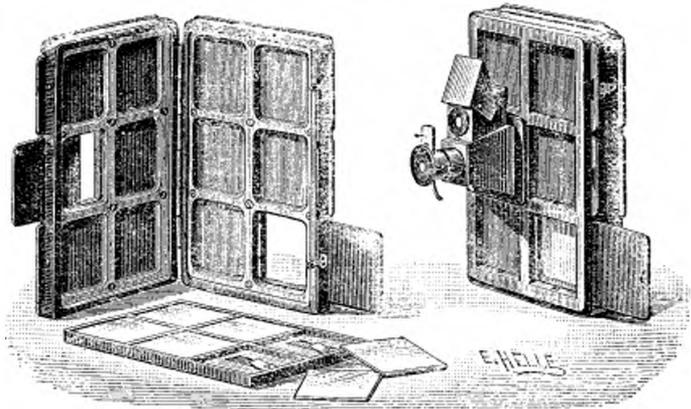


Fig. 25. — Le photo-carnet Le Roy.

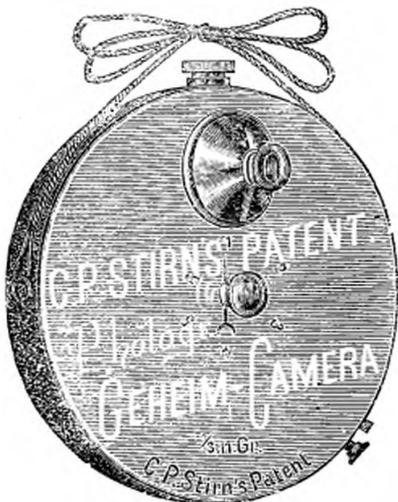


Fig. 26. — Chambre secrète de Stirn.

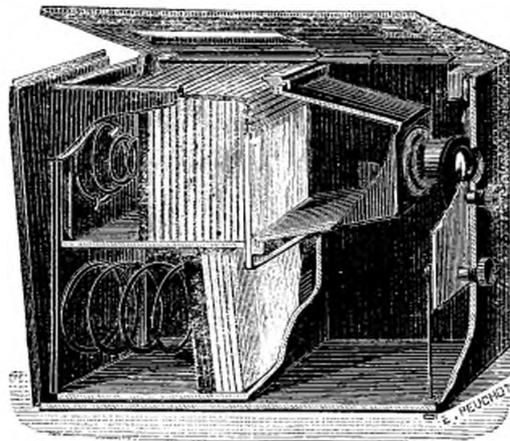


Fig. 27. — Le Hunting box.

100 fois la distance focale (en général 10 mètres) jusqu'à l'infini. Comme l'a très bien fait remarquer M. Londe (1), « un appareil automatique ne voudra pas dire qu'il donne net à toutes les distances, mais bien à partir d'une certaine distance. En effet c'est une propriété commune à tous les objectifs de ne plus donner d'allongement sensible de la longueur focale à partir d'une certaine distance et cette limite sera atteinte d'autant plus tôt que le foyer sera plus court. On conçoit donc qu'avec des objectifs de très courts foyers, on puisse obtenir l'automatisme à partir de 10 mètres, 5 mètres et même moins. Il semblerait donc que le problème est entièrement résolu; c'est une erreur cependant, car d'après ce que nous venons d'expliquer, la distance à partir de laquelle commence l'automatisme, si courte qu'elle soit, est précisément l'infini pour l'appareil correspondant. Les images obtenues seront donc forcément très petites et si on veut avoir une taille plus grande l'image ne sera plus nette. L'opérateur se trouvera donc limité d'une manière absolue et l'étude des premiers plans lui sera donc complètement interdite. De plus l'usage de très courts foyers n'est pas sans inconvénient, car la différence de réduction des objets situés à divers plans est telle que l'on a des déformations considérables au point de vue de la perspective ».

2° *Appareils réglables.* — C'est précisément pour éviter les objections que nous venons de voir formulées par M. Londe qu'a été créée la seconde classe d'appareils; l'objectif peut se mouvoir de faibles quantités mais suffisamment pour assurer la mise au point pour des objets rapprochés; un bouton agissant sur l'objectif et une graduation permettent de régler le tirage pour toutes les distances.

3° *Appareils à mise au point.* — Cependant la mise au point est absolument utile lorsqu'on veut opérer à coup sûr; deux raisons principales l'imposent. En effet les appareils automatiques ou réglables nécessitent une connaissance exacte de la distance des premiers plans; une erreur faite sur cette distance soit par suite d'une fausse appréciation, soit comme conséquence de la hâte souvent imposée par l'imprévu d'une scène, empêche d'avoir la netteté désirable. D'autre part les chambres des deux premières classes ne sont dirigées qu'à l'aide d'un viseur et si l'appareil n'est pas rigoureusement horizontal la mise en plaques se fait mal et l'épreuve résultante peut être complètement tronquée.

Pour ces diverses raisons on a proposé les appareils de mise à point qui consistent essentiellement en une double chambre à objectifs parfaitement égaux, dont l'un fournit une image sur une glace dépolie et l'autre sur une plaque sensible: le premier est constamment découvert, le second est muni d'un obturateur qu'on fait agir en temps utile.

Sur ce principe M. Dessondeix, sous la direction de M. Londe, a construit une chambre, exposée à la classe XII, et reposant sur une idée fort ingénieuse. Un

1. A. Londe, *la Photographie instantanée*. Gauthier-Villars et fils, 1890.

seul objectif est employé ; un prisme G renvoie l'image sur une glace dépolie horizontale enchassée sur le dessus de l'appareil : une sorte de tronc de cône en toile J

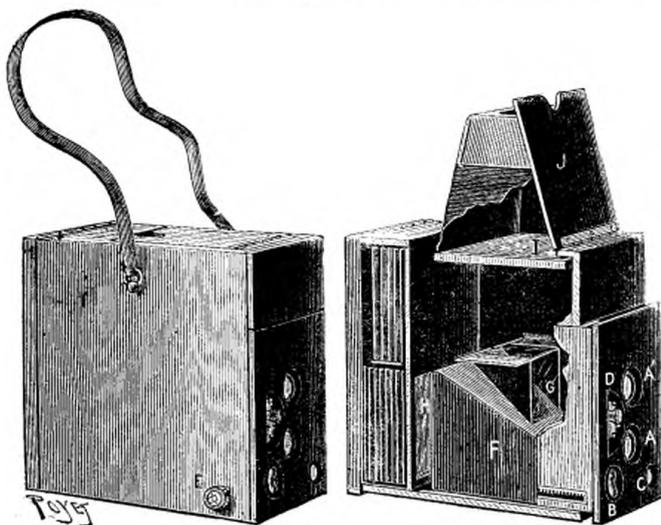


Fig. 28. - Détective à mise au point Loude Dessoudeix

muni de lentilles de stéréoscope permet d'examiner l'image avec un certain grossissement, ce qui assure la mise au point et supprime le voile noir ; dès que la mise au point est faite, en agissant sur un bouton le prisme se déplace latéralement et l'image se forme sur la plaque, tandis qu'elle disparaît sur le verre dépoli, on a ainsi la preuve directe du moment où l'impression s'est produite. Nous signalerons seulement en passant l'ingénieuse combinaison du changement des plaques qui alternativement passent du compartiment supérieur au compartiment inférieur par une simple rotation de l'appareil sur lui même.

Depuis, M. Dessoudeix, pour des raisons de simplicité de fabrication, et surtout pour pouvoir livrer cette détective à un prix moins élevé, on a dû revenir à l'emploi de doubles objectifs : nous regrettons le premier modèle d'une conception particulièrement originale.

On remarquait encore dans l'exposition de la classe XII deux chambres spéciales, application d'une idée déjà étudiée à plusieurs reprises, mais qui nous a paru être parfaitement résolue par deux inventeurs à l'aide de procédés différents : nous voulons parler de la photographie panoramique.

Le premier de ces appareils est le cylindrographe de M. le commandant Moessard : sans vouloir entrer dans les considérations théoriques qui ont amené le savant expérimentateur à combiner son appareil, nous nous contenterons de dire que si on fait tourner autour d'un axe vertical passant par un certain point du trajet des rayons lumineux dans l'objectif, le point nodal d'émergence, l'image formée sur une surface hémicylindrique reste immobile pendant la rota-

tion de l'objectif de telle sorte que celui-ci, manœuvré par une manette en forme d'alidade peut décrire un demi-tour d'horizon et fournir sur une plaque souple, épousant la forme du demi-cylindre, une image très nette et immobile de ce demi-horizon. En décrivant ce grand arc, l'objectif peut être animé d'un mouvement continu, ou stationner en face de telle partie de la vue dans l'ombre et qui nécessite une pose plus longue, tandis qu'en face des parties ensoleillées l'objectif pourra se mouvoir plus vite. L'épreuve ainsi obtenue regardée à plat est absolument déformée, mais si on la courbe suivant la forme du négatif, aussitôt les lignes se redressent et la perspective prend une ampleur toute particulière. Poussant plus loin l'application de l'appareil et se servant d'un obturateur *ad hoc* le commandant arrive à fixer sur la même plaque les diverses positions d'un même individu, ce qui donne lieu à de très curieuses images qui peuvent permettre de suivre et d'étudier la décomposition des mouvements.

Ajoutons que cet appareil peut se réduire à un très mince volume avec la plus grande facilité.

Un autre appareil panoramique, inventé par MM. Benoist et présenté par M. Molteni, qui l'a construit et perfectionné, permet d'obtenir sur une glace

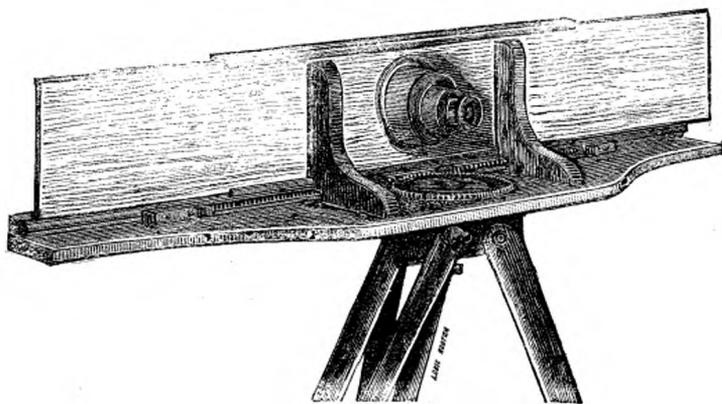


Fig. 29. — Appareil panoramique Benoist (Molteni constructeur).

plane un tour entier d'horizon. Il se compose essentiellement d'un objectif venant former son image sur une plaque percée d'une mince fente verticale, suivant l'axe de l'objectif. Cette fente laisse passer une tranche des rayons lumineux sur une longue glace maintenue dans un châssis en bois. Celui-ci est muni d'une crémaillère engrenant avec une roue dentée fixée sur le pied et agencée de telle sorte que son centre coïncide avec le centre optique de l'objectif. Le châssis étant à bout de course, on le pousse en avant après avoir découvert l'objectif. Celui-ci décrit un tour sur lui-même tandis que la plaque s'avance tangentiellement à un cercle ayant pour rayon la distance focale principale : de telle sorte

qu'après un tour complet, la plaque s'est avancée de toute sa longueur et que chacun des points de la surface sensible défilant en face de la fente a été impressionné. L'image, comme dans le cas précédent, est déformée à plat, mais si on la fait passer dans un viseur courbe muni d'une lentille de foyer convenable, les lignes se redressent, et il en résulte une impression réellement vraie du paysage.

Ces deux appareils infiniment curieux peuvent fournir des documents d'un réel intérêt.

Il est enfin un appareil qui malheureusement n'a pu être exposé qu'en plans, n'étant pas achevé au début de l'Exposition, mais que nous avons eu l'occasion de voir plus tard et qui est remarquable à plus d'un titre ; nous voulons parler de l'appareil automatique de M. Enjalbert.

Nous ne pouvons qu'indiquer à grands traits le principe de cet appareil qui, dans son apparente simplicité, a nécessité une étude considérable. Extérieurement il comprend une sorte de meuble au centre duquel est posée une fenêtre ronde d'où émerge un objectif : Au-dessus, quatre cadrans munis d'aiguilles indiquent par le mouvement successif de ces dernières les phases par lesquelles passe la plaque sensible, car l'intérieur du meuble n'est pas autre chose qu'un atelier photographique complet, dans lequel l'électricité joue le rôle d'opérateur. Une personne s'étant assise sur une chaise fixée en face de l'objectif à une distance calculée, on glisse une pièce de monnaie dans une fente latérale et aussitôt les opérations commencent.

La première aiguille marque successivement l'ordre de ces opérations savoir : Marche — Déclanchement — Préparation de la glace, collodionage-Evaporation, temps d'arrêt. Dans cette première partie, une petite plaque de ferrotypie est saisie par un petit chariot qui successivement s'avance de la gauche vers la droite et est immobilisé en des places fixes par des électro-aimants. La plaque collodionnée est sensibilisée dans le bain d'azotate d'argent puis se place derrière l'objectif, à ce moment retentit un timbre qui avertit que la pose va commencer, à la fin de la sonnerie la pose est faite : Ces manœuvres sont indiquées par la seconde aiguille dont le cadran porte les indications : Mise au bain d'argent, dégraissage, préparez-vous, attention, pose. — Les dernières opérations sont indiquées par deux autres cadrans portant les indications suivantes :

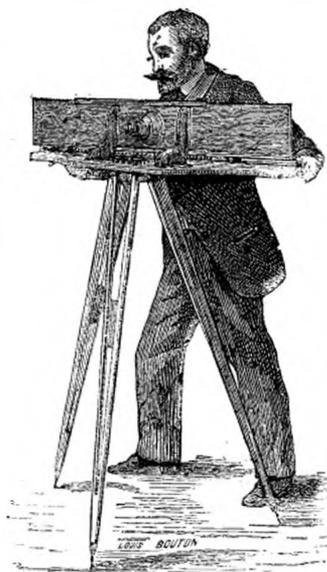


Fig. 30. — Appareil Benoist.
Mode opératoire.

troisième cadran : — Développement, lavage, fixage, lavage, séchage ; quatrième cadran : — séchage, vernissage, séchage définitif, fin. Et à ce moment la petite épreuve sort par un couloir latéral. L'ensemble des opérations dure environ 5 minutes, dont 3 à 5 secondes pour la pose.

C'est là, il faut l'avouer, la plus étonnante application de la mécanique et de la photographie combinées. Il ne nous est pas possible de décrire ici les multiples combinaisons ingénieuses par lesquelles M. Enjalbert est arrivé à faire opérer tous les mouvements si compliqués par lesquels doit passer la plaque : Mais il y a là un champ tout nouveau d'études surtout à notre époque où le portrait photographique tend de plus en plus à remplacer l'ancien signalement aux formules si vagues.

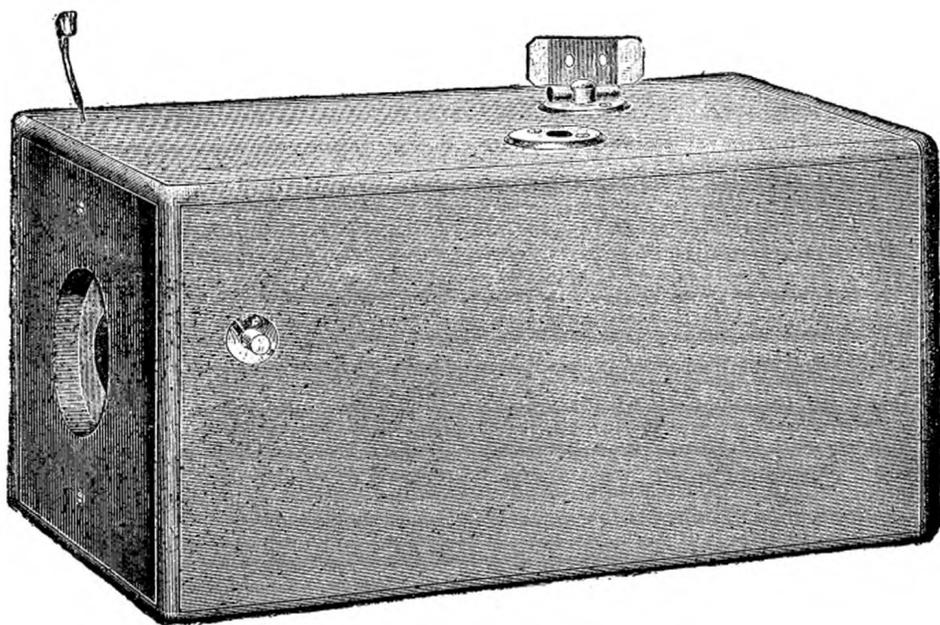


Fig. 31. — Le Kodak de Nadar.

IV. Les couches sensibles ; l'isochromatisme.

SOMMAIRE. — Constitution des couches sensibles. — Le Collodion. — L'albumine. — Procédés secs. — La gélatine. — Fabrication de l'émulsion. — Étendage des plaques. — Supports divers. — L'isochromatisme. — Théories. — Procédés pratiques.

Les couches sensibles en photographie sont essentiellement constituées par un *véhicule* inerte, destiné à emprisonner dans ses pores un sel d'argent capable d'être impressionné par la lumière. Ces sels qu'on désigne sous le nom particulier de *sels haloïdes* sont : l'iodure, le chlorure et le bromure d'argent. La couche sensible est étendue sur un *support*, destiné à faciliter son maniement lors des diverses opérations du développement et du fixage.

Nous aurons donc successivement à nous occuper de ces trois parties essentielles : le véhicule, le sel sensible, le support.

Les véhicules les plus employés sont l'albumine, le collodion, la gélatine ; le premier, extrait du blanc des œufs, a été proposé dès le début de la photographie, mais n'a pas tardé à être abandonné dans la pratique courante à cause des difficultés que présente son étendage. L'albumine, très soluble dans l'eau, a cette propriété particulière d'être complètement insolubilisée par la chaleur, l'alcool et certains produits chimiques.

Le collodion est une solution de coton-poudre dans un mélange d'alcool et d'éther, on obtient ainsi un liquide visqueux qui, étendu sur une plaque de verre, forme une pellicule transparente et tenace lorsque l'éther et l'alcool sont évaporés.

Avec l'albumine et le collodion on préparait le sel haloïde par double décomposition, c'est-à-dire qu'ayant fait dissoudre dans ces véhicules des iodures ou bromures alcalins, suivant des formules qui ont varié à l'infini, on obtenait une solution improprement appelée *collodion sensibilisé*.

Une plaque de verre, étant recouverte de l'un ou l'autre liquide et convenablement séchée, était trempée dans un bain d'azotate d'argent ; par double décomposition il se formait alors dans l'épaisseur de la couche un précipité insoluble d'iodure ou de bromure d'argent, tandis que les azotates alcalins se dissolvaient dans le bain. Ce procédé dit *humide*, parce qu'il fallait de suite, au sortir du bain, exposer la glace dans la chambre noire, fut longtemps en faveur. On essaya ensuite de former le sel haloïde dans le véhicule encore liquide de manière à supprimer le bain d'argent. Par une série de lavages, on purifiait le produit et on avait alors de petites pellicules sèches qu'on pouvait garder longtemps en cet état à l'abri de la lumière ; au moment de s'en servir on ajoutait le dissolvant convenable et on étendait sur plaque : c'était là le *procédé des émulsions*.

La remarque faite que la présence dans la couche sensibilisée d'un peu d'azotate d'argent libre empêchait la conservation des plaques collodionnées et séchées, amena à l'emploi de bains de lavages pour éliminer cet azotate d'argent et le trempage final des glaces dans un liquide, appelé *préservateur*, et destiné à empêcher la formation de sels organiques d'argent qui noircissent spontanément dans l'obscurité. On obtient ainsi toute la série des *procédés secs*, qui permettent de préparer les glaces à l'avance et de les conserver pendant un temps plus ou moins long. Il convient toutefois de noter que s'il y avait là un progrès, par contre, les préparations étaient peu sensibles et demandaient une exposition assez longue à la chambre noire.

Enfin arrivent les procédés à la gélatine qui présentent tant d'avantages, que les autres procédés furent à peu près complètement abandonnés; nous nous étendrons sur les préparations gélatinées puisqu'elles sont la base de la photographie actuelle.

Le sel haloïde employé est le bromure d'argent, d'où le nom de *gélantino-bromure*. La gélatine qui sert de véhicule n'est pas un corps absolument défini, on en trouve plusieurs qualités qui sont classées d'après leur plus ou moins grande solubilité dans l'eau à telle ou telle température.

Les premières, qui gonflent facilement dans l'eau froide et se liquéfient à une température de 20 à 25° sont appelées *grenelines*, ce sont les gelées alimentaires du commerce; elles ne sont guère employées en photographie si ce n'est pour corriger au besoin un peu trop de *dureté* des catégories suivantes.

La deuxième catégorie, *gélatines demi-dures*, gonflent peu dans l'eau froide et demandent au moins une température de 30 à 35° pour fondre.

Enfin la troisième catégorie comprend les *gélatines dures* qui sont plus longues à absorber l'eau et se liquéfient à des températures plus hautes.

Toutes ces gélatines sont extraites par cuisson de débris de peaux, d'os et de tendons, les qualités impures constituent la colle forte.

Ayant fait un mélange en proportions convenables de gélatines dures et demi-dures, on les fait gonfler dans une eau contenant du bromure alcalin et on fait fondre à une douce chaleur; puis on ajoute peu à peu de l'azotate d'argent dissout dans un minimum d'eau et on agite à chaque addition de manière à bien disséminer dans toute la masse la poudre de bromure d'argent formée. Alors intervient une action chimique des plus curieuses; on a remarqué que l'émulsion étant achevée, si on la laissait pendant quelques jours à l'obscurité en la maintenant liquide par un bain marie, le bromure changeait peu à peu de couleur et acquérait par suite une sensibilité de plus en plus grande: c'est ce qu'on a appelé la *maturation*; il semble en effet que le sel d'argent a en quelque sorte *mûri* et est devenu plus apte aux opérations photographiques. Cette maturation peut être obtenue par divers procédés, soit par une cotion à haute température, soit à l'aide d'ammoniaque. Comme dans ces opérations la gélatine perd

un peu de ses qualités adhésives, on a soin de faire la première émulsion dans un minimum de gélatine, puis on procède aux lavages pour extraire l'excès de bromure alcalin et les azotates alcalins formés. Dans ce but, on refroidit l'émulsion qui ne tarde pas à faire prise, on la divise en petits fragments qu'on lave à grande eau à plusieurs reprises, on sèche et elle est prête à être étendue sur les plaques, après qu'on aura ajouté le complément de gélatine et d'eau.

L'étendage des plaques est une opération industrielle : l'appareillage comprend une sorte de bac triangulaire maintenu à 30 ou 40° par un bain marie dans lequel se place l'émulsion : une série d'ouvertures percées à la base du bac laisse échapper la gélatine en une mince nappe qui vient s'étaler sur des lames de verres soigneusement nettoyées, que des courroies sans fin font progresser lentement au-dessous du bac. On laisse la couche faire prise, puis les plaques sont portées dans des séchoirs où à l'aide d'air sec et froid on active la dessiccation. Les lames de verres sont ensuite découpées aux grandeurs voulues et empaquetées en boîtes hermétiquement fermées. Toutes ces préparations se font dans des ateliers éclairés à la lumière rouge rubis, qui seule n'a pas d'action sur le gélatino-bromure.

La question des supports a été aussi l'objet de nombreux travaux : on a employé tour à tour le verre, la glace, le papier ciré, mais dans ces dernières années on a cherché un support ayant la transparence du verre sans en présenter les défauts, le poids et la fragilité.

MM. Balagny, Tondeur, ont employé des pellicules souples formées de couches de gélatine rendues insolubles par des traitements chimiques : nous signalerons que le passage de la gélatine à l'alun de chrome ou au bichromate de potasse suivi d'une insolation et d'un blanchiment à l'acide sulfureux, fournit des pellicules très transparentes, souples et inextensibles dans les liquides révélateurs. On a d'abord cherché à donner de la rigidité à ces pellicules en les fixant sur carton, sur papier ou sur verre, une fois les opérations achevées, on enlevait le support provisoire et l'épreuve était alors réduite à un minimum de poids. Depuis, pour tendre la pellicule dans les châssis de la chambre noire, on a inventé de nombreux appareils appelés *stirators*.

Enfin on a employé pour les supports une dernière substance qui donne de très bons résultats à tous les points de vue, le *celluloïd* ; on sait que cette substance est obtenue en mélangeant de la pyroxiline et du camphre qu'on ramollit avec l'alcool ; par des broyages et des laminages successifs à 50°, on obtient une matière dure, élastique, à laquelle, par compressions à chaud on fait prendre toutes les formes possibles. On a préparé de cette manière des supports ayant une certaine rigidité et parfaitement transparents : Ces plaques ont été désignées sous les noms divers de *celluloïde*, *cellulosite*, *ivoire végétal*, etc.

Avec du *celluloïd* mince ou des pellicules de gélatine, on a formé des longues bandes roulées sur une bobine ce qui a permis d'établir des châssis relativement

de petit volume et capables de fournir un grand nombre de clichés : tel est par exemple le rouleau Eastmann présenté par la maison Nadar.

Depuis l'apparition des procédés au gélatino-bromure l'industrie des plaques photographiques a pris une extension considérable ; de nombreuses fabriques fournissent journellement d'énormes quantités de plaques qui ont un écoulement assuré ; on trouve dans le commerce un grand nombre de marques parmi les quelles nous citerons celles de Monkoven, Lumière, Guilleminot, les plaques souples de Balagny et d'Eatsmann (Nadar), les celluloides de Lamy, etc., etc.

Mais on s'est aperçu bientôt que la photographie ne reproduisait pas les couleurs avec leurs valeurs relatives réelles, nous ne parlons pas ici des *teintes* car c'est là un problème de l'avenir, mais des nuances diverses qui servent dans la photographie à donner l'expression des couleurs. Quelques explications seront utiles pour préciser le fait.

En comparant les couleurs simples entre elles, on peut les classer en vives et sombres ; ainsi le jaune et l'orangé sont des couleurs vives surtout si on les compare avec l'indigo et le violet. La combinaison même des couleurs donne des teintes de valeurs relatives bien différentes : ainsi dans la gamme si étendue des verts que nous observons dans la nature, le vert jaune du saule tranchera fortement sur le vert bleu sombre des marronniers et des chênes. Or pour rendre toutes ces tonalités, le photographe n'a qu'une seule couleur dont les nuances diverses devront rendre l'effet qui frappe nos yeux.

Les objets se révèlent à nos yeux non-seulement par leurs formes, c'est-à-dire leurs effets d'ombre et de lumière, mais aussi par leurs teintes. On sait que certains yeux ne sont pas sensibles aux couleurs : ainsi un homme affligé de cette infirmité qu'on nomme *daltonisme*, aura de la peine à découvrir une cerise au milieu d'un arbre, car la forme seule le guidera, toute chose prenant avec sa vue une tonalité générale grise ou brune ; tandis que pour des yeux bien conformés, la cerise avec sa franche couleur rouge se détachera de suite sur le fond vert de l'arbre. La photographie qui ne nous rend les objets que par leurs formes est aussi affligée de daltonisme, car ainsi que nous allons le voir elle est aveugle pour certaines couleurs.

Supposons en effet que nous demandions à reproduire en même temps par un dessinateur et un photographe un objet quelconque violet se détachant sur une draperie jaune. Le dessinateur, à l'aide de hachures de crayon convenablement croisées donnera à l'objet une teinte sombre et au fond une teinte plus claire ; il aura ainsi interprété la nature telle que nous la voyons, car l'intensité du jaune est plus grande pour notre œil que celle du violet.

Le photographe de son côté nous offrira une image parfaite dans ses détails, mais l'effet général nous paraîtra inversé, la relation du jaune au violet aura une valeur bien différente, car le jaune sera rendu par une teinte plus foncée

que celle qui représentera le violet : nous pourrions dire que la photographie a vu faux ou tout au moins rendu faux.

Cela vient de la façon dont s'impressionne la plaque sous l'influence de la lumière : modifier ce mode d'impressionnabilité de manière à ce que la plaque voie juste, c'est-à-dire donne aux couleurs leurs valeurs relatives telles que nos yeux les ressentent, tel est le but de l'*isochromatisme* ou *orthochromatisme*. Nous savons que la lumière blanche est composée par le mélange de sept rayons colorés différemment : Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Il s'agit donc de savoir si la plaque est également impressionnée par ces sept couleurs ou si tout au moins elle donne à chacune d'elles une valeur spéciale qui la distingue des autres.

Si on photographie un spectre solaire, on s'aperçoit que la sensibilité aux couleurs est différente avec les divers sels haloïdes d'argent : le gélatino-chlorure, très sensible pour le violet, l'est beaucoup moins pour les autres, et en particulier insensible au bleu.

Le gélatino-bromure est réellement sensible pour le violet et le vert seulement, l'iodure pour le violet et l'indigo. En résumé, les sels haloïdes sensibles pour le haut du spectre le sont beaucoup moins pour le bas : jaune orangé rouge (1). Comment rendre ces préparations propres à être impressionnées par toutes les couleurs simples et leurs combinaisons, car toutes les colorations que nous pouvons rencontrer dans la nature ne sont que des mélanges de ces couleurs primitives deux à deux, trois à trois, plus ou moins éclairées par la lumière blanche ou assombries par les ombres.

Afin de faire comprendre la théorie de l'orthochromatisme, nous serons obligé d'entrer dans quelques explications.

Lorsqu'à la surface d'une eau tranquille, on vient à jeter une pierre, au point de chute, il se forme une série d'*ondes circulaires* qui, partant de ce point, s'éloignent graduellement en s'élargissant. Nous avons provoqué un mouvement vibratoire de la surface de l'eau, *sans translation*, car, si nous déposons à la surface du liquide une paille légère, nous la voyons se soulever et retomber au passage de l'onde, mais sans qu'elle change de place.

Il en est de même pour l'éther, lorsqu'un effet lumineux vient tout à coup le mettre en vibration : mais dans ce cas les ondes ne se répandent pas de proche en proche seulement suivant l'horizontale, mais dans toutes les directions ; les ondes sont alors *sphériques* : cette explication nous permettra de dire que *la lumière* est un mouvement et l'obscurité un repos.

Ces ondulations de la lumière se propagent avec une vitesse énorme ; mais, si grande qu'elle soit, elle a une valeur qui a pu être calculée, entre autres par Fou-

1. Ce qui revient à dire que l'activité lumineuse du spectre est inverse de l'activité chimique au moins pour les sels haloïdes employés actuellement.

cault. On a été plus loin : on a voulu savoir quelle était la longueur des ondes lumineuses, et bientôt Fresnel, par des expériences d'une délicatesse inouïe, et des calculs précis, reconnut que chaque couleur du spectre avait une longueur d'onde particulière. Ainsi, en ne nous occupant que des deux couleurs extrêmes on a pu constater que le violet a une longueur de $\frac{1}{423000000}$ de millimètres ; le rouge $\frac{1}{620000000}$ de millimètres ; ou, si on préfère, la lumière violette donne par seconde 699 trillions de vibrations, et la lumière rouge 477 trillions.

Cette extrême petitesse de l'onde lumineuse, la prodigieuse rapidité du mouvement vibratoire frappe l'esprit d'étonnement ; mais, sans chercher à nous rendre un compte précis de ces évaluations, nous pouvons tirer de suite cette conclusion que le plus ou moins de vitesse dans la vibration de l'éther amène pour la vue des sensations colorées différentes, de même que les vibrations plus ou moins rapides de l'air amènent pour l'oreille des sensations différentes de son. Ainsi, à côté de la gamme vibrante des sons, il y a la gamme vibrante des couleurs, comme l'a si bien démontré Tyndall dans son rapport sur l'analogie du son et de la lumière.

Voilà donc un premier fait acquis : les vibrations qui produisent l'expression du rouge sont plus lentes, et les ondes éthérées qu'elles engendrent plus longues que celles qui produisent l'impression du violet : les autres couleurs sont fournies par des ondes de longueurs et vitesses intermédiaires.

Mais ces mouvements vibratoires, si petits qu'ils soient, sont capables de produire des effets chimiques et mécaniques d'une certaine intensité. Ainsi un sulfure d'arsenic, le réalgar, qui récemment préparé, se présente sous la forme de magnifiques cristaux d'un rouge rubis, devient peu à peu friable et tombe en une poussière grisâtre si on l'expose à la lumière : c'est là un effet mécanique, car le corps n'a pas changé de constitution chimique, il a pris seulement un nouvel état moléculaire.

Les réactions chimiques produites par la lumière sont très nombreuses ; si on renferme des volumes égaux de chlore et d'hydrogène dans un flacon, les deux corps ne s'unissent qu'avec une extrême lenteur à l'obscurité ; mais si le flacon est porté en plein soleil, la combinaison se fait avec une telle violence que le récipient vole en éclats. Les couleurs qui passent au soleil, l'insolubilisation de la gélatine bichromatée par la lumière, tous ces faits prouvent l'action chimique de cet agent.

Pour qu'une vibration puisse produire un effet chimique ou dynamique sur un corps, il faut absolument qu'elle soit absorbée par ce corps ; dans ce cas l'onde est détruite, ou plutôt son mouvement vibratoire passe aux molécules de la substance, et la modification du corps en est le résultat. Ce phénomène a été parfaitement défini par le docteur Eder, qui l'a appelé *extinction photochimique* ou *extinction photomécanique*, suivant l'effet produit. Or, il ne faut pas oublier

qu'une substance, quelle qu'elle soit, ne peut absorber la vibration que dans le cas où elle peut vibrer elle-même dans le même sens et d'une façon synchrone. De même, lorsqu'on chante une note près d'un piano, toutes les cordes qui peuvent émettre cette note vibrent, et celles-là seules, de même les substances, frappées par la lumière, ne peuvent être ébranlées que si elles sont capables de vibrer dans le même sens que le rayon coloré : si elles sont transparentes pour le rayon, elles restent immobiles en quelque sorte, et n'en peuvent éprouver aucune modification.

De ces faits établis, il est maintenant facile de tirer des conclusions pratiques : si, dans la couche de gélatino-bromure, nous introduisons une substance capable de vibrer sous l'influence de telle ou telle lumière colorée, le problème sera résolu ; mais on comprend dès lors qu'il ne sera pas possible de rendre la plaque également sensible à toutes les couleurs à la fois, et, dans l'état actuel de la science, on ne peut exalter l'impressionnabilité que pour telle ou telle couleur ; il y aura donc lieu de prendre, comme *substance auxiliaire*, celle qui sera le mieux appropriée au sujet à traiter.

Les recherches d'Eder, de Vogel, Abney, Schumann, etc., ont amené à reconnaître que la plupart des matières colorantes organiques, tirées de la houille, peuvent rendre les plaques orthochromatiques. Le rose du Bengale donne une sensibilité générale à la couleur ; la cyanine met mieux en relief le rouge et l'orangé ; l'érythrosine fait ressortir les jaunes ; l'éosine les verts jaunes ; la chrysaniline le vert, etc., etc.

En général, on complète l'action de la substance colorante en mettant devant l'objectif un verre ou une pellicule colorée en jaune ; la pose est un peu allongée, mais les résultats sont tellement supérieurs qu'ils compensent ces légers inconvénients. Nous ajouterons que la substance isochromatique peut être ajoutée à l'émulsion lors de la mise sur verre, ou on peut se servir des glaces du commerce et les rendre isochromatiques en les trempant dans des bains colorés convenables.

Nous nous sommes étendus sur ce point parce que les expositions de MM. Atout-Taillefer et Boissonas, de Genève, montraient, grâce à des épreuves comparatives, toute la supériorité de ce procédé sur la gélatino-bromure ordinaire. Dans les paysages, en particulier, les fonds gagnent d'une façon surprenante, et nous trouvons que l'orthochromatisme est un véritable progrès que l'avenir certainement rendra encore plus pratique.

V. — Le Développement

SOMMAIRE. — Les développements acides et alcalins. — Théorie du développement. — Rôle des divers composants. — L'acide pyrogallique. — L'hydroquinone. — L'iconogène. — Les développements automatiques. — Le fixage. — Meubles de développement. — Lanternes d'atelier.

En écrivant ce chapitre, notre intention n'est nullement de donner des formules : c'est l'œuvre spéciale des traités de photographie ; notre but est d'indiquer la théorie du développement, montrer les raisons des diverses opérations et le rôle des réactifs chimiques employés.

Nous avons déjà dit que l'action de la lumière avait été de provoquer dans la plaque sensible un mouvement vibratoire qui avait eu pour résultat de commencer une séparation des éléments du sel haloïde d'argent : la plaque, rapportée dans le laboratoire, ne décèle à sa surface aucune trace d'image ; celle-ci est alors *latente* ; il y a lieu de compléter l'action lumineuse à l'aide de réactifs chimiques plus puissants qui réduisent l'argent à l'état métallique ou à l'état d'oxyde, c'est-à-dire achèvent la séparation de l'acide du sel haloïde, d'où le nom de *réducteurs* donné à ces réactifs.

Il y a deux modes de développement : l'un appelé développement acide ou physique, l'autre développement alcalin ou chimique.

Le premier convient aux procédés au collodion et à ses succédanés (albumines, etc.). Il est employé lorsque la couche contient un peu d'azotate d'argent libre. On répand sur la surface du cliché un liquide contenant une substance réductrice, le plus généralement du sulfate ferreux, lequel tend à se peroxyder s'il se trouve dans un milieu favorable : on ajoute dans ce but un peu d'azotate d'argent qui cède une partie de son oxygène au fer, et l'argent se précipite, par suite d'une action non encore bien définie, sur l'argent déjà dissocié par la lumière. C'est donc par *surépaisseur* que le métal forme sur la couche l'image définitive, d'où le nom de développement physique.

On a attribué à une action d'électrolyse cette précipitation de l'argent sur les seules parties impressionnées ; nous citons la théorie sans insister, car ce n'est qu'une présomption qu'il est fort difficile de prouver expérimentalement. Il est absolument utile que le milieu où s'opèrent ces réactions soit franchement acidifié à l'aide de l'acide acétique, ce qui ralentit les réductions et leur permet de se faire avec plus de netteté, sinon l'action trop rapide du réducteur amènerait un dépôt général d'argent ; le cliché serait alors ce qu'on appelle *voilé*. Signalons que l'acide gallique et l'acide pyrogallique ont été aussi employés comme réducteurs dans ce mode de développement.

Le développement alcalin, qui est le plus généralement employé maintenant,

avec les préparations au gélatino-bromure, est beaucoup plus énergique que le précédent : l'image ne sera plus formée en surajoutant de l'argent, mais en réduisant directement le métal du sel haloïde qui constitue la couche sensible, d'où son appellation de développement chimique.

Cherchons donc à nous rendre compte des réactions qui vont se produire, tout au moins dans leurs grandes lignes. Sous l'influence de la lumière, le bromure d'argent, réparti dans la couche de gélatine, tend à se dissocier, d'autant plus complètement, que la lumière a une action plus intense, ou, si on préfère, l'action chimique de combinaison qui unit les molécules de brome et d'argent diminue avec la quantité de lumière emmagasinée par le bromure, d'où la production, comme nous l'avons dit, de l'image latente. Or, il est à noter que cette formation de l'image latente est pour ainsi dire instantanée au moins à la surface de la couche sensible. La longueur de la pose permet de pousser l'altération du bromure jusque dans les couches profondes; mais il se produit aussi un phénomène des plus curieux : ce premier travail de la lumière, qui doit donner un négatif, se modifie à son tour par un nouvel afflux de lumière, et l'image tend à se renverser, de telle sorte que, si la pose est trop prolongée, ce n'est plus un négatif qu'on aura au développement, mais un positif. On conçoit dès lors que, s'il y a excès de pose, il y a tendance à l'inversion, et si le développateur est énergique, les deux images se développeront à la fois : les blancs se voilent, les noirs diminuent d'intensité, l'effet final est un cliché terne sans vigueur. Si au contraire le développement est faible, l'image négative, formée la première, se développe seule, arrive à son point avant que l'image positive ne se forme à son tour, on peut dès lors arrêter l'action à temps. Nous avons cru devoir appuyer sur ce point, car c'est là le plus souvent la cause de bien des insuccès. Quoi qu'il en soit, le bain dans lequel la plaque sera développée doit contenir une substance réductrice. On a employé au début les sels ferreux, et particulièrement l'oxalate ferreux, qu'on préparait au moment même de s'en servir, en mélangeant en proportions convenables des solutions séparées d'oxalate neutre de potasse et de sulfate ferreux. Ce développement avait l'inconvénient d'être un peu brutal, et, dans le cas de surexposition, on obtenait facilement le voile que nous signalions plus haut; depuis, on a préféré l'emploi de substances très avides d'oxygène, tirées du domaine de la chimie organique.

Le premier en date est l'acide pyrogallique ou pyrogallol ($C^6H^6O^3$). C'est un phénol obtenu par la sublimation de l'acide gallique : il se présente sous la forme d'une poussière cristalline soyeuse d'un beau blanc. En solution, il absorbe très rapidement l'oxygène de l'air et brunit; dans cet état, il n'a plus aucun pouvoir réducteur. Afin de retarder l'oxydation de ce corps, on le mélange avec une substance avide d'oxygène; tel est le but de l'emploi du sulfite de soude : on est guidé pour la proportion de ce sel par la décomposition du révélateur; si celui-ci

brunit rapidement, c'est que la quantité de sulfite employée est insuffisante; notons qu'on a aussi préconisé comme conservateur l'acide citrique.

Toutefois, le révélateur seul, ou additionné de sulfite, est incapable de réduire le bromure d'argent; il faut encore que cette réduction ait lieu dans un milieu alcalin, destiné à saturer le bromure mis en liberté: on ajoute donc au bain révélateur un alcali quelconque, l'ammoniaque par exemple. La potasse et la soude, d'une conservation difficile, et qui attaquent la gélatine, sont remplacées d'ordinaire par leur carbonate; la chaux et la baryte ont été utilisées de même, et, par suite de leur peu de solubilité, on s'est servi de préférence d'un de leurs sels solubles, plus particulièrement le sucrate de chaux ou de baryte.

Telles sont à grands traits les raisons d'emploi des divers composants du bain réducteur; mais, avant de continuer la théorie de la formation du cliché, énumérons les diverses substances révélatrices employées.

L'hydroquinone a une formule très voisine du pyrogallol; elle n'en diffère que par la suppression d'un atome d'oxygène ($C^6H^6O^2$); c'est un phénol diatomique découvert en 1822 par Pelletier et Caventou en étudiant les produits extraits de l'écorce de quinquina, et plus particulièrement l'acide quinique. On l'extrait maintenant de l'aniline.

L'hydroquinone se présente sous la forme d'aiguilles prismatiques transparentes et incolores, sans odeur, et d'une saveur douceâtre: c'est un révélateur un peu lent, mais donnant des clichés très chargés.

On a aussi préconisé l'emploi de la résorcine et de la phloroglucine, ainsi que la pyrocatechine, isomères du pyrogallol et de l'hydroquinone. La pyrocatechine, appelée aussi oxyphénol, est, ainsi que l'indique son premier nom, extraite du cachou, ou, comme le montre sa deuxième appellation, un dérivé du phénol: c'est un isomère de l'hydroquinone. Très soluble dans l'eau, l'alcool et les alcalis, la pyrocatechine est un réducteur énergique proposé dès 1859, par Wagner, pour les usages photographiques.

Enfin, en dernier lieu, a été préconisé en Allemagne, un sel organique qui a eu un moment de grande vogue, l'iconogène. Ce nom sert à déguiser un mot scientifique assez barbare, c'est un amido β naphtosulfite de soude; il est préparé en grand par la *Société de fabrication des couleurs d'aniline* de Berlin, et se présente sous la forme de cristaux blancs.

Nous n'avons pas à discuter la valeur de chacun de ces réducteurs, c'est affaire aux livres spéciaux; si nous avons énuméré les principaux, c'était pour montrer au lecteur que la photographie moderne est largement pourvue de ce qui lui est nécessaire, et pour indiquer en même temps combien nombreuses ont été les recherches.

Nous ne nous attarderons pas à parler de ces nombreux révélateurs, vendus en flacons, sous les noms les plus divers: nous estimons que c'est bien mal comprendre l'importance du développement de vouloir faire usage d'un même bain

pour tous les cas de la pratique ; le développement *automatique* est un mot de prospectus, et, ainsi que nous allons le montrer, cette opération demande à être conduite avec sagacité et connaissance de cause, et nous approuvons fort que certains auteurs aient stigmatisé de *drogues pharmaceutiques* ces préparations toutes faites que nous offre le commerce.

Ainsi donc le bain de développement se composera : 1° d'un réducteur destiné à parachever l'action de la lumière et forcer l'argent, déjà en partie réduit, à se précipiter pour former l'image ; 2° un conservateur dont le but est de retarder l'oxydation du réducteur par l'air ; 3° d'un alcali dont le rôle est de favoriser la réduction et de saturer l'acide du sel haloïde d'argent.

Les proportions de ces différents corps doivent varier avec les facteurs qui ont concouru à la production de l'image : l'éclairage du sujet, la clarté de l'objectif, la quantité de rayons lumineux que le diaphragme a laissé passer, la sensibilité des plaques employées : toutes choses du reste qui ont servi à l'évaluation du temps de pose, évaluation qui a pu être entachée d'erreur en plus ou moins.

Plus la dose d'alcali augmente, plus le révélateur agit avec énergie. Cette première considération nous permet, connaissant la façon dont l'épreuve a été faite, d'estimer s'il y a lieu de modérer ou d'activer le développement.

Il peut cependant arriver que, la couche étant très sensible, ou le temps de pose trop long, l'action du révélateur soit trop brusque ; il faut pouvoir la retarder, et c'est alors qu'interviennent certains corps qui, ajoutés au révélateur, en ralentissent l'action : le bromure de potassium, l'acide acétique, l'acide citrique et les citrates ont été préconisés dans ce but ; le premier surtout a une action très nette, et est généralement préféré.

Le bain révélateur, ayant été convenablement préparé, la plaque sensible est mise dans une cuvette plate et recouverte d'une mince couche de révélateur ; on a soin de donner à la cuvette un mouvement de bascule continu de manière à renouveler constamment les particules en présence. Peu à peu, l'image se dégage, d'abord dans les grandes lumières qui se traduisent par des noirs, puis peu à peu dans les ombres ; en poussant la dose d'alcali, on fait ressortir de plus en plus les détails ; en ajoutant du réducteur, on augmente l'intensité ; en employant du retardateur, on empêche le voile. Rien que par cette énonciation, le lecteur doit comprendre que l'acte du développement n'est nullement automatique, et qu'il demande au contraire une surveillance constante. Du reste, la comparaison d'épreuves faites par deux opérateurs différents fait nettement ressortir la part toute personnelle de celui qui a développé l'image.

Lorsque tous les détails sont bien venus, et qu'en regardant l'épreuve par transparence, elle a acquis une opacité suffisante, chose que la pratique seule peut apprendre, on lave à plusieurs reprises le cliché pour éliminer les dernières traces du bain révélateur, et on met dans un bain, dit de fixation, dont le rôle est de dissoudre le bromure d'argent non impressionné ; on a préconisé l'emploi du cyanure de potassium, mais celui-ci a dû être rejeté à cause de ses propriétés

vénéneuses ; aujourd'hui, le fixateur généralement employé, est l'hyposulfite de soude en solution.

Lorsque le cliché est trempé dans ce bain, tous les blancs ont une apparence laiteuse occasionnée par le bromure d'argent libre ; en agitant la glace dans l'hyposulfite, cette teinte blanchâtre disparaît peu à peu, et lorsque le cliché a été complètement dépouillé, on le retire du bain, on le lave à grande eau, et, après séchage, le phototype est prêt à servir pour le tirage des positifs.

Il est bien entendu que toutes ces opérations ont dû être faites dans un cabinet obscur, éclairé seulement par une petite fenêtre garnie de verre rouge rubis ; la lumière, transmise par un tel verre, n'a pas d'action sur les préparations sensibles ; mais cette lumière rouge est assez fatigante pour l'opérateur, et les passages successifs du laboratoire, ainsi éclairé, à la lumière crue du jour, ne sont pas quelquefois sans causer de fortes céphalagies ; on a été amené par suite à proposer d'autres façons d'éclairer le cabinet obscur : nous citerons entre autres le verre vert cathédrale qui, doublé d'un verre jaune, donne une lumière grise moins fatigante.

La nécessité d'un éclairage inactinique a fait naître un grand nombre de modèles de lanternes de laboratoire à verres rouges ou verts : grosses lanternes d'atelier ou minuscules lanternes de voyage ; nous ne les citerons que pour mémoire ; les modèles les plus variés et les plus ingénieux pouvaient se voir à l'Exposition.



Fig. 32. — Meuble à développement de M. Dessoudeix.

Il en est de même du meuble à développement, tel par exemple celui qui était

exposé par M. Dessoudeix, et qui réunissait sous un petit volume tout ce qui pouvait être nécessaire à l'opérateur. L'emploi d'une cuvette en verre et d'un réflecteur permet même de suivre par transparence la venue de l'image sans qu'on soit obligé de sortir la plaque du bain, et un ingénieux balance-cuvette entretient l'agitation favorable à la régularité du développement.

M. Fallier avait exposé une armoire de développement qui, complètement fermée, ne tient guère plus de place qu'une armoire à glace ordinaire. En ouvrant les divers vantaux, le meuble se transforme en un cabinet noir où le photographe trouve à sa portée tous les ustensiles, tous les réactifs dont il peut avoir besoins

L'ingéniosité des constructeurs a été jusqu'à chercher à faire des laboratoires de voyage permettant en plein champ de développer le cliché qu'on vient de faire, et se réduisant ensuite à un volume égal à celui d'une valise ordinaire.

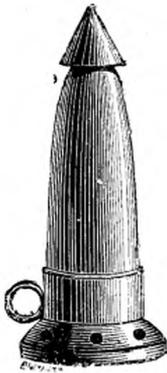


Fig. 33. — Bougeoir à verre rouge.

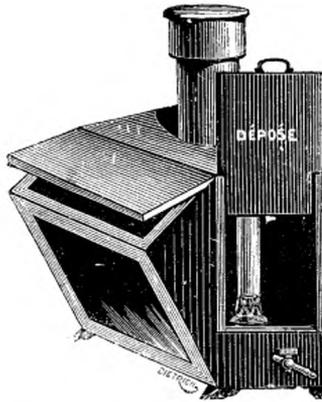


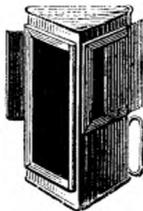
Fig. 34. — Grande lanterne à gaz.



Fig. 35. — Lampe à pétrole



Fig. 36. — Modèle de Laboratoire.



Lanterne de poche
Fig. 37. — Ouverte



Fig. 38. — Fermée.

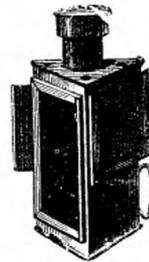


Fig. 39. — Petite lanterne d'atelier.

VI. — Appareils spéciaux

SOMMAIRE. — Mesure de l'actinisme de la lumière. — Les photomètres. — Photomètre enregistreur Dessendier. — Le fireur automatique Dessendier. — Régularisation des clichés. — Tirage. — Le tourniquet. — La photographie sans objectif. — Mode opératoire.

A côté des appareils de la pratique courante, on trouvait à l'Exposition quelques instruments spéciaux auxquels il convient d'accorder une mention toute particulière.

L'un d'eux, exposé dans la classe 15, et ayant une application photographique toute spéciale mérite à plus d'un point de vue une étude complète. Le premier facteur de la photographie, la lumière, a échappé jusqu'à présent à une mensuration quelconque. Si l'on a trouvé en physique une unité de lumière, le *Violle*, si le Congrès photographique a étalonné une lumière type, la lampe à l'acétate d'amyle, le photographe, dans la pratique, n'a absolument aucune donnée, en dehors de l'habitude ou de l'*estime*, comme on dit en marine, pour évaluer l'intensité de la lumière du jour; or cette intensité est éminemment variable non seulement d'un jour à l'autre, mais encore dans le cours de la journée. Si l'habitude peut permettre d'estimer avec une approximation suffisante le temps de pose, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit du tirage des positives: pour un cliché et un papier donnés, l'exposition doit toujours être la même lorsqu'on veut obtenir une série d'épreuves de même valeur: ce n'est pas le *temps d'exposition* qui doit compter, mais la somme de vibrations lumineuses emmagasinées par le papier sensible. On sait fort bien qu'un cliché qui a demandé 5 ou 6 minutes au soleil demande plusieurs heures en temps couvert, plusieurs journées en hiver, c'est que l'intensité lumineuse est le seul agent de l'opération. Les appareils qui servent à donner la valeur de l'intensité de la lumière portent le nom de photomètres: on a tenté de résoudre de bien des façons le problème et nous estimons qu'il a été résolu de la façon la plus complète et la plus élégante par M. Dessendier dans son *photomètre enregistreur*. Comme le dit avec juste raison l'inventeur, le nom véritable de l'appareil est plutôt *actinomètre* (mesureur de l'intensité ou plutôt du pouvoir actinique de la lumière); il est basé sur ce principe que, le chlore et l'hydrogène mélangés en volumes égaux ne se combinent pas, tant qu'ils sont maintenus dans l'obscurité et tendent au contraire au jour à former, par combinaison, de l'acide chlorydrique en quantité proportionnelle à la lumière absorbée. Cette propriété toute spéciale avait été étudiée à plusieurs reprises par M. Draper (le Tithonmètre), et par Bunsen et Roscoë, en vue de créer des actinomètres; à M. Dessendier revient le mérite d'en avoir fait la base d'un appareil pratique.

Le photomètre comprend essentiellement un régulateur qui laisse exposé à la lumière, sans variation de pression, un même volume d'un mélange de chlore et d'hydrogène. Le procédé pour obtenir le mélange gazeux est des plus simples il

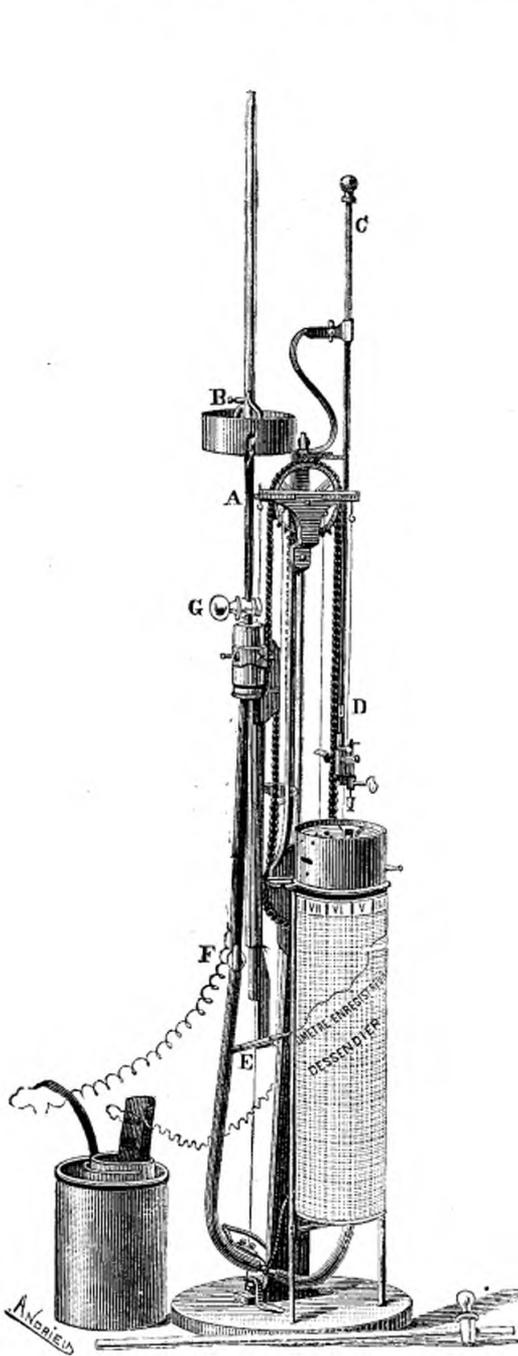


Fig. 40. — L'appareil en fonction.

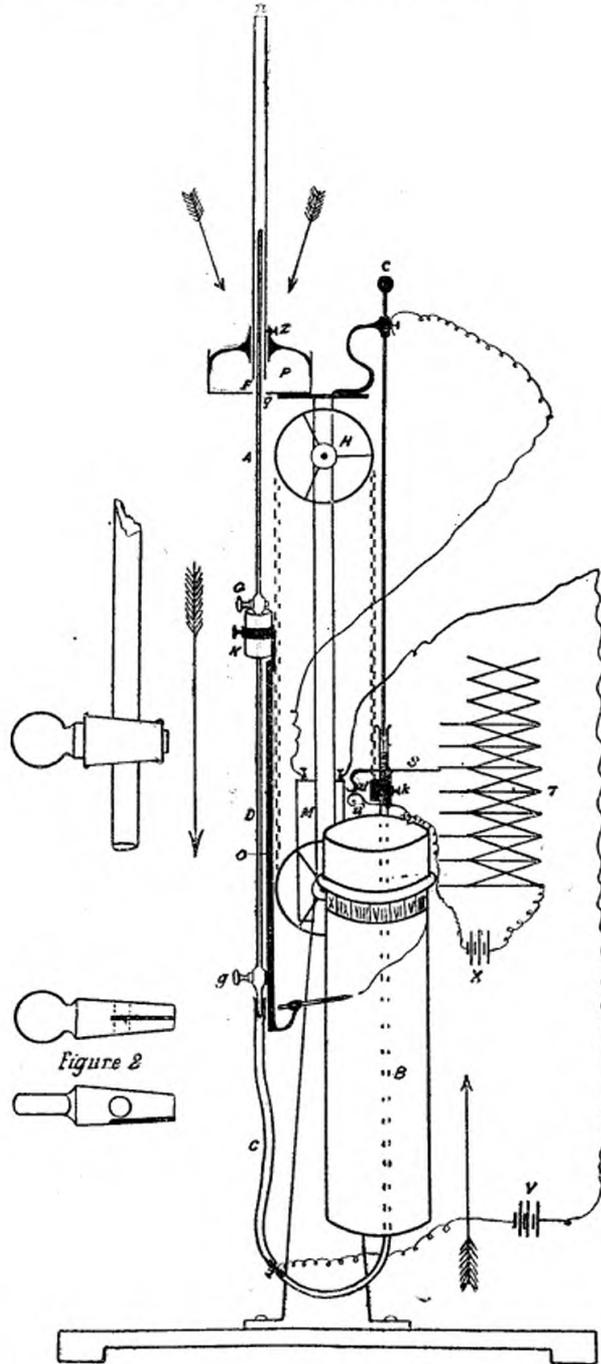


Fig. 41. — Figure théorique et détails du mécanisme.

est fourni par la décomposition de l'acide chlorhydrique par voie d'électrolyse. Au bout d'un certain temps, il s'établit un équilibre statique entre les gaz libres et le mélange en état d'équilibre est précisément composé d'un volume de chacun des deux corps hydrogène et chlore. L'appareil comprend un tube de verre A rempli du mélange gazeux, muni à l'extrémité inférieure d'un robinet G. Ce tube est introduit dans une chemise B, en cuivre, qui intercepte toute lumière et qui se fixe sur une pièce cylindrique attenant au bâti de l'appareil. — Le tube A se relie par un manchon de caoutchouc à un second tube de même calibre rempli d'acide chlorhydrique chloré, destiné à absorber l'acide chlorhydrique au fur et à mesure de sa formation. Cet ensemble des deux tubes est fixé à un des brins d'une chaîne sans fin maintenue tendue par deux poulies: à l'autre brin est suspendu un tube ouvert, plein de mercure communiquant avec les tubes A et C par un tube en caoutchouc également rempli de mercure. Ainsi ces deux systèmes de tubes, réunis par une liaison souple, ont leurs mouvements rendus solidaires par la chaîne sans fin. C'est dans le cylindre B que se fait l'insolation d'une petite tranche du mélange gazeux à la surface même du liquide absorbant.

La chaîne sans fin est actionnée par un mouvement d'horlogerie qui tend à faire descendre A et élever d'autant le tube B, mais celui-ci en s'élevant met en contact le mercure avec une tige C: tous deux sont réunis aux pôles d'une pile et leur réunion ferme le circuit dans lequel est compris un électro-aimant qui embraye le mouvement d'horlogerie et par suite arrête l'oscillation des tubes. Or, toutes les fois qu'un certain volume de mélange s'est réduit en acide chlorhydrique, le liquide chloré, en absorbant le gaz acide, monte dans le tube A, le mercure quitte le contact, les poulies tournent puisque l'électro-aimant n'agit plus, le tube A descend et un nouveau volume de gaz est mis en présence de la lumière, tandis que le mercure est revenu et a embrayé le système. Le mouvement ne se remettra en marche que lorsque le nouveau volume de gaz se sera combiné et cela se fera d'autant plus lentement que la lumière sera moins vive. Or on conçoit que ces alternances de repos et de mouvement peuvent être enregistrées sur un barillet tournant d'un mouvement égal et garni d'une feuille de papier convenablement quadrillé: nous ne nous arrêterons pas à la description de cette partie mécanique, commune à tous les enregistreurs possibles, mais nous appuierons sur ce fait qu'un volume de gaz, toujours le même, puisqu'on peut régler la course de la tige C d'une quantité voulue et sous une pression constante est mis en présence de la lumière: de cette égalité de pression et de volume, il s'ensuit que la course des deux tubes en sens inverse est toujours proportionnelle à l'intensité de la lumière et est apte par suite à en noter toutes les variations.

De là à un tirage automatique il n'y avait qu'un pas, heureusement franchi par M. Dessendier, de la façon suivante. Si on avait une série de clichés de même force et qu'on connut l'intensité de la lumière nécessaire au tirage de l'un

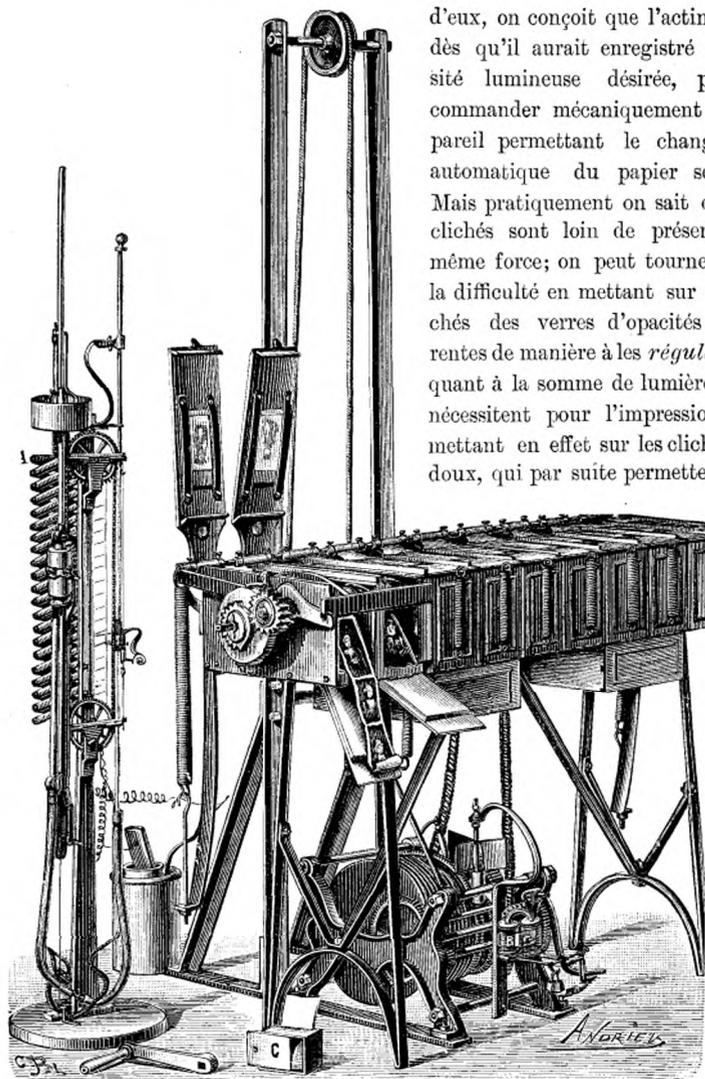


Fig. 42. — Tireur automatique Dessendier.

d'eux, on conçoit que l'actinomètre dès qu'il aurait enregistré l'intensité lumineuse désirée, pourrait commander mécaniquement un appareil permettant le changement automatique du papier sensible. Mais pratiquement on sait que les clichés sont loin de présenter la même force; on peut tourner alors la difficulté en mettant sur les clichés des verres d'opacités différentes de manière à les *régulariser*, quant à la somme de lumière qu'ils nécessitent pour l'impression. En mettant en effet sur les clichés très doux, qui par suite permettent une

impression très rapide du papier sensible, une glace plus ou moins opaque, on pourra l'amener à demander pour une même lumière un temps d'exposition aussi long que réclame le cliché le plus intense de la série. On expose ensemble les

clichés à régulariser en même temps qu'une échelle différentielle composée de dix bandes d'opacités graduées et placée sur une feuille sensible : au fur et à mesure qu'un ou plusieurs clichés sont venus à point, on note le nombre de teintes impressionnées sous l'échelle et on marque sur le cliché le numéro de l'échelle; lorsque le dernier est venu à point, la différence entre le numéro de l'échelle qui lui convient, et les différents numéros demandés pour les autres clichés, donne la valeur des intensificateurs à employer. Ces derniers bien entendus sont composés de verres d'opacités égales à celles de l'échelle.

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
									2
									3
									4
									5
									6
									7
									8
									9
									10

Fig. 43. — Régulateur.

Ce premier point obtenu, les clichés *régularisés* sont fixés sur les couvercles à fenêtre d'une boîte de la machine automatique à tirer, dans chaque boîte est un rouleau de papier sensible passant sur une tablette qui vient appliquer le papier sur le cliché lorsque le couvercle est rabattu, un arbre central porte une roue dentée sur une partie de sa circonférence, il est actionné par un moteur et agit sur des leviers de telle sorte que lorsque le moteur fonctionne, les clichés sont soulevés et le papier s'enroule d'une quantité exactement égale à la dimension longitudinale du cliché. Or le moteur ne peut agir que lorsqu'un courant électrique le débraye et ce courant est envoyé par l'actinomètre lui-même. Dans ce cas le tube B porte une aiguille réunie à un des pôles de la pile, l'autre pôle est relié à une sorte d'échelle à barreaux pouvant s'espacer plus ou moins grâce à une monture articulée : cette échelle est liée aux mouvements du tube A de l'actinomètre. Si l'on a eu soin de surveiller le tirage de la première épreuve, et réglé l'espacement des barreaux de telle sorte que l'aiguille de B vienne toucher le second barreau lorsque le tirage est fini, le courant passe, le moteur débrayé change les papiers sous tous les clichés et comme en ce moment l'aiguille a quitté le barreau, tout s'arrête, jusqu'à ce que le tube A soit descendu d'une quantité égale à la première, c'est-à-dire lorsque l'actinomètre a absorbé une

quantité de lumière exactement égale à ce qu'il avait absorbé au cours du premier tirage: à ce moment le troisième barreau se présente, le changement de papier se fait, et ainsi de suite d'une façon rigoureusement exacte sans que la présence d'aucun aide soit nécessaire.

C'est, on l'avouera, une très curieuse idée que d'avoir forcé la lumière à tirer elle-même les épreuves qu'elle avait déjà confectionnées dans la chambre noire; pour le tirage des positives sur papier albuminé, l'appareil semble n'être que d'une application limitée puisqu'on peut toujours suivre la venue de l'épreuve, mais pour les procédés aux mixtions colorées, procédé au charbon, le tireur automatique est appelé à rendre de réels services et peut être donnera-t-il à un procédé trop abandonné à cause de ses difficultés d'exposition, la vogue qu'il méritait par son inaltérabilité et la finesse de ses épreuves.

Un autre appareil à signaler est le *tourniquet* de M. le commandant Moëssard: il est destiné surtout à l'étude de la valeur des objectifs. Nous ne pouvons malheureusement entrer dans les détails de ce très intéressant appareil qui nous entraînerait dans des considérations trop étendues et des développements du domaine de l'optique: qu'il nous suffise d'indiquer sa construction et les services qu'il peut rendre.

Cet instrument, construit en forme de chambre noire, est muni vers l'avant d'une planchette porte-objectif oscillant suivant la verticale. L'objectif à étudier, étant fixé sur la planchette, forme une image sur une glace dépolie à l'arrière, et le point est fait alors avec une rigoureuse exactitude. Nous avons indiqué dans le chapitre 1^{er} de la 2^e partie les divers défauts que pouvaient présenter les objectifs; or, le tourniquet permet, soit en mettant ces défauts en relief, soit en montrant leur absence de déterminer la valeur propre de la combinaison à essayer. Il servira à vérifier le placement exact des diaphragmes, indiquera le coefficient de clarté de l'objectif, la valeur de son foyer, etc. Grâce à un tel appareil, la fabrication de l'objectif doit sortir de la période d'empirisme pour entrer dans une voie plus scientifique, plus conforme aux progrès de l'optique de nos jours.

Dans la classe XII, on s'arrêtait encore volontiers devant un appareil très curieux, la chambre sans objectif de M. le capitaine Colson. Lorsque Porta, étudiait les images formées dans une chambre noire par un trou de faibles dimensions, il était loin de penser qu'un jour ces images pourraient être fixées; le problème, insoluble aux premiers temps de la photographie, à cause de la lenteur des préparations sensibles, avait déjà tenté quelques expérimentateurs, alors que les plaques avaient acquis plus de sensibilité: tour à tour Berry, Emerson, Abney, Spiller, avaient étudié le problème, il a été donné à M. le capitaine Colson, reprenant les travaux de ses devanciers de fournir une solution mûrement étudiée de la question, et la photographie sans objectif a été créée. Les diverses altérations dues aux objectifs sont éliminées, les images ne sont pas

déformées et la position des divers points et plans étant déterminée par une perspective vraie acquiert une précision géométrique. L'appareil se réduit à une petite chambre noire portant à l'avant une mince plaque de cuivre percée d'un trou de très petit diamètre, de 3 à 5 dixièmes de millimètres. Les bords du trou doivent être nets pour éviter les effets de diffraction et taillés en biseau pour agrandir le champ. Avec un tel appareil, la mise au point est inutile, il suffit de savoir quel est le tirage qui convient pour telle ouverture donnée, du reste le peu d'éclairement de l'image ne permettrait pas de faire une mise au point ordinaire sur verre dépoli: la mise en plaque s'assure à l'aide de repères fixés extérieurement sur la chambre. L'exposition est plus longue qu'avec les objectifs, mais sans atteindre la durée des premiers temps de la photographie; voici quelques chiffres donnés par l'inventeur:

« La durée de pose n'est pas aussi longue qu'on serait tenté de le croire *a priori*, étant donné le faible diamètre de l'ouverture: elle dépend de la distance de l'écran à l'ouverture, car l'éclairement des images est d'autant plus faible que cette distance est plus grande. Elle est de 10 à 15 minutes avec le collodion par un temps couvert pour une ouverture de $\frac{5}{10}$ de millimètre, et une distance de 0^m,25; avec les plaques Monckoven au gélatino-bromure, elle est de 30 à 40 secondes par un temps couvert pour une ouverture de $\frac{3}{10}$ de millimètre et une distance de 0^m,85 et de 10 secondes environ par le soleil dans les mêmes conditions d'ouverture et de distance. Ces chiffres se rapportent à des paysages et doivent être augmentés pour des objets rapprochés; aussi la durée de pose est de 1 minute pour un objet bien éclairé dans l'atelier à une distance de 3 mètres avec un écartement de 0^m,30 entre la plaque et l'ouverture ».

Les épreuves obtenues avec un tel appareil, ainsi que nous avons pu le juger, tant par les épreuves exposées que par celles que nous avons eu l'occasion de voir, n'ont pas le fini, la rectitude de lignes des images produites par les objectifs, elles ont un très léger flou qui ne manque pas de charme, c'est la nature telle que nos yeux nous ont habitué à la voir: en particulier les épreuves stéréoscopiques ont une douceur très grande et la rectitude de la perspective n'est pas sans leur ajouter une valeur toute particulière.

VII. — Les accessoires

SOMMAIRE. — Les trépieds; les viseurs. — Les lanternes de laboratoire. — Les verres de couleur. — Carreaux vitrométalliques. — Les lampes au magnésium. — Les châssis. — Châssis à escamoter. — Châssis à rouleau. — Les loupes. — Photomètre Decoudun. — Actinomètre Enjalbert. — Adaptateur Molteni.

Les accessoires en photographie jouent un grand rôle; ce sont: les trépieds, destinés à supporter les chambres, les lanternes qui fournissent une lumière inactinique au laboratoire, ou les lampes au magnésium qui donneront à un moment donné une magnifique lumière capable d'impressionner les plaques en des points où la lumière naturelle eût été insuffisante; les cuvettes, châssis, porte-glaces, etc., sont autant d'accessoires qui compliquent nécessairement le bagage du photographe.

Dans la classe XII nous n'aurons pas à signaler de nombreuses innovations, quelque-unes cependant nécessiteront une mention spéciale.

Dans les trépieds, nous avons remarqué une tendance à l'allègement, mais aucun progrès réel n'a été fait, et la plupart des constructeurs ont cherché à tourner la difficulté en supprimant tout simplement le trépied. La rapidité des préparations actuelles est telle, en effet, que la pose réduite à une fraction de secondes peut parfaitement se faire en tenant l'appareil à la main: avec un peu d'habitude la chambre est maintenue suffisamment fixe pendant le temps si court d'ouverture: d'autre part, avec les chambres à foyer fixe, il n'y a plus lieu de se préoccuper de la mise au point, il ne s'agit plus que de faire une bonne mise en plaque, c'est-à-dire de placer convenablement le sujet dans les limites de la couche sensible; on obtient facilement ce résultat à l'aide d'appareils qu'on nomme viseurs ou iconomètres.

Les iconomètres formés de deux pinules convenablement écartées, l'une percée d'un trou, l'autre d'une ouverture dont les dimensions sont semblables à celles de la plaque sont fixés sur le dessus de la chambre noire et servent à régler la direction de l'objectif.

Les viseurs au contraire sont de véritables petites chambres noires avec objectif et verre dépoli qui se fixent de même sur la chambre; pour faciliter leur emploi l'image est réfléchie par un

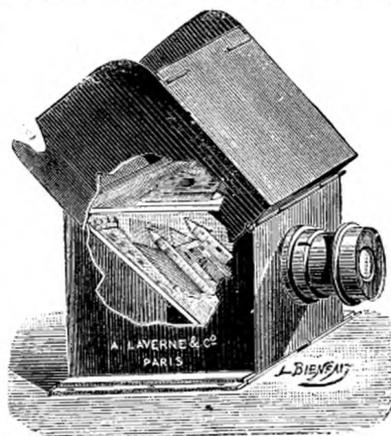


Fig. 44. — Viseur Laverne.

miroir à 45° sur une glace dépolie horizontale: si l'on a eu soin de régler à l'avance le viseur, en traçant sur la glace dépolie deux traits à angle droit, correspondant aux deux traits de la plaque de la chambre noire, et dont l'intersection détermine le centre de la plaque, on est sûr que l'image vue dans le viseur sera prise de la même façon dans la chambre noire.

Quelques viseurs plus simples sont constitués par une lentille bi-concave qui donne une image droite et plus petite de l'objet considéré; ces viseurs ont le grand avantage d'être lumineux.

M. Faller avait exposé une simplification du pied de campagne sous le nom de « l'Indispensable ». C'est un support à genouillères multiples capable de saisir par une forte griffe à vis de serrage un point fixe quelconque, portière de wagon, bastingage d'un yacht, etc., et permettant d'orienter la chambre dans toutes les positions possibles.

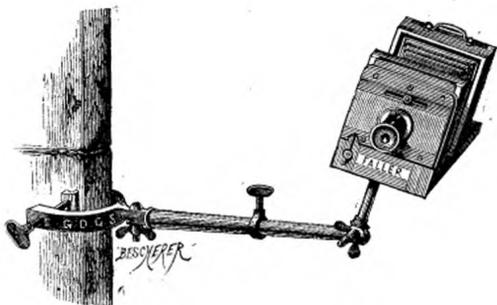


Fig. 45. — L'Indispensable de Faller.

Une question qui n'a pas été sans préoccuper les chercheurs est celle de la lumière qui convient le mieux pour le laboratoire. Avec les anciennes préparations, collodions humides et secs dans lesquels le sel haloïde d'argent était l'iodure, les lumières jaunes étaient suffisantes pour éviter le voile. Avec le bromure d'argent, plus sensible aux rayons jaunes, une telle lumière était inacceptable, car elle produit infailliblement un voile; on dut avoir recours au rouge rubis. Tous les verres rouges ne conviennent pas également bien, les verres qui laissent passer des rayons jaunes amènent toujours le voile et on doit apporter au choix de ces verres la plus scrupuleuse attention. On a préconisé pendant un temps les vernis à la chrysoïdine, couleur tirée de l'aniline et dont on forme avec la gomme laque un vernis qui peut être répandu sur un verre translucide: mais l'humidité, la lumière solaire, la chaleur ont bientôt raison de ces vernis qu'il faut continuellement réparer.

Un inventeur, M. Marguerie, a proposé pour remplacer le verre, si fragile et si lourd à la fois, d'employer une toile métallique fine, sur laquelle est coulée

une couche de gélatine colorée; ces carreaux *vitro-métalliques*, ainsi qu'il les a nommés, peuvent en effet rendre de bons services, soit pour masquer les verres ordinaires du laboratoire, soit pour confectionner des lanternes d'ateliers à la fois légères et incassables.

Mais comme la lumière rouge rubis est très fatigante pour l'opérateur on a préconisé l'emploi d'un verre coloré en vert jaune foncé dit *vert cathédrale*, soit employé seul, soit doublé d'un verre jaune: l'éclairage du laboratoire avec un tel dispositif est d'un gris vert beaucoup moins pénible pour la vue. Il convient enfin de signaler qu'en Amérique on a proposé dans cet ordre d'idées d'employer, en remplacement du verre, de minces planchettes de sapin de 1 millimètre au plus d'épaisseur; la lumière transmise par le sapin est d'un rouge orangé qui ne fatigue point l'œil, mais qui est excessivement faible, en tous cas elle est absolument inactinique, chose particulièrement précieuse avec les préparations ortho-chromatiques facilement voilées avec la plupart des verres de couleurs fournis par le commerce.

Inversement lorsqu'on cherche à obtenir une vive lumière capable d'éclairer des endroits sombres, de manière à impressionner les plaques, on emploiera les lampes spéciales dites lampes au magnésium. On sait que ce métal émet en brûlant une vive lumière, contenant une forte proportion de rayons violets et par conséquent très actinique: autrefois on brûlait le métal sous forme de ruban ou de fil et comme la combustion est assez rapide, un mouvement d'horlogerie faisait avancer le ruban proportionnellement à la vitesse de combustion et un réflecteur au centre duquel la flamme se produisait envoyait les rayons sur le point à éclairer. Avec les préparations sensibles actuelles un éclair produit par

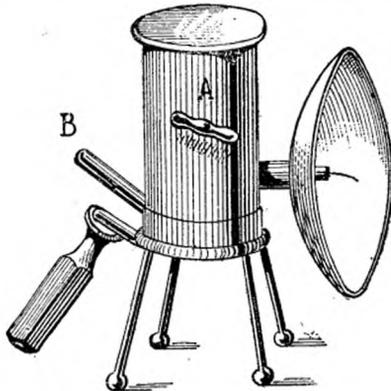


Fig. 46. — Lampe au magnésium.

une pincée de poudre de magnésium projetée au milieu d'une flamme suffit amplement à illuminer le sujet.

Sur cette donnée ont été construits de nombreux appareils, dans lesquels on a cherché à réunir sous un minimum de volume tous les objets nécessaires à la production de l'éclair magnésien. Avec cet éclairage un peu cru, peut-être, on obtient de très remarquables effets: photographies de cryptes que n'atteint jamais la lumière du soleil, scènes d'intérieurs, etc.

Les châssis destinés à protéger et emporter les plaques sensibles n'ont subi que peu de transformations. Les constructeurs se sont efforcés de réduire au minimum le volume et le poids de ces accessoires; dans la section américaine nous avons remarqué entre autres des châssis en ébonite et métal mince. Nous avons



Fig. 47. — Châssis doubles à volets.

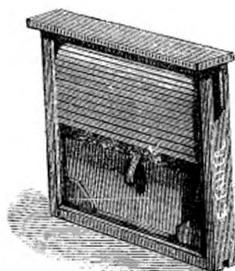


Fig. 48. — Châssis à rideau.

vu comment, dans les chambres à mains et les détectives, on était arrivé à simplifier cette partie du bagage en accolant plusieurs petits châssis dans la boîte même de l'appareil; sur ce principe est construit le châssis à escamoter de M. Faller (fig. 49) qui contient 12 plaques que, par la manœuvre très simple d'une sorte de tiroir, on amène successivement à occuper la première place en tête.

Cependant la forme du châssis qui semble devoir être celle de l'avenir est le châssis à rouleau: tel est celui qui était présenté par la maison Nadar, le châssis Eastmann. Dans cet appareil la préparation sensible est étendue sur une mince pellicule flexible enroulée à une des extrémités sur un rouleau. La pellicule passe sur une planchette, sur laquelle elle se maintient plane, puis vient s'enrouler sur un second rouleau qui peut être manœuvré du dehors par un bouton. Des ressorts de tension, des indicateurs spéciaux, et un marqueur règlent les quantités dont la pellicule doit s'avancer à chaque épreuve, marquent la fin de chaque

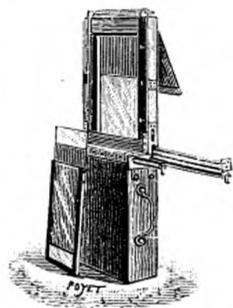


Fig. 49. — Châssis à escamoter de Faller.

cliché pour le découpage ultérieur et donnent à l'opérateur le numéro de l'épreuve, Il est certain que ce mode de châssis réunit toutes les qualités de légèreté.

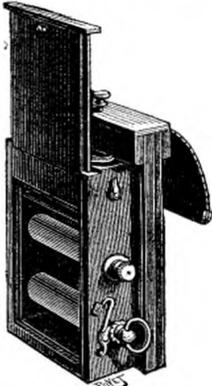


Fig. 50. — Châssis à rouleau.

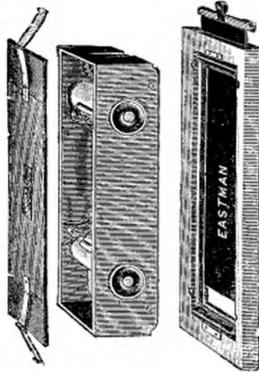


Fig. 51. — Châssis Eastman.
Détail de l'appareil.

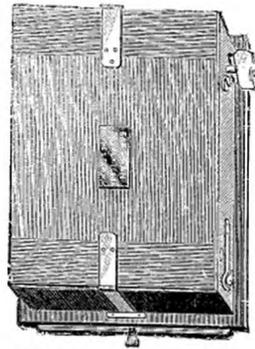


Fig. 52. — L'appareil fermé.

petitesse et solidité qu'on peut demander ; malheureusement il ne paraît pas que le problème des pellicules soit encore nettement résolu.

Nous signalerons en passant un accessoire très important de la mise au point, la loupe, dont de nombreux modèles ont été présentés ; à la première loupe, dite à *réchaud*, composée d'une lentille grossissante portée par trois pieds et dont l'aspect général rappelait l'ustensile de cuisine qui lui a donné son nom, on a substitué les loupes doubles montées sur corps opaque et qui permettent en s'appliquant sur le verre dépoli d'examiner l'image avec toute sa valeur sans être gêné par les rayons extérieurs.

A côté de ces loupes, il convient de citer le photomètre Decoudun qui, par une simple observation, permet de préciser la valeur du temps de pose. Cet appareil se compose d'une boîte plate munie à son centre d'un bouton et percée sur un des rayons d'une fenêtre oblongue par laquelle on observe trois petites ouvertures de diamètres différents. Le photomètre est placé sur le verre dépoli et on regarde les ouvertures tandis qu'on fait tourner lentement le bouton ; dans cette opération on amène un disque de plus en plus opaque à passer devant les ouvertures on s'arrête lorsqu'on s'aperçoit que la plus grande des ouvertures est près de s'obscurcir à son tour, on enlève le photomètre et en regardant sur le fond de l'appareil, on voit que la



Fig. 33. — Loupe de mise au point.

rotation du disque a amené une lettre dans un guichet au haut de l'appareil. Cette lettre permet de trouver, dans une table convenablement calculée, la valeur du temps de pose nécessaire. On conçoit que cet appareil doit être au préalable taré pour les divers objectifs qu'on aura à employer, le tarage se fait assez simplement par deux ou trois essais.

L'actinomètre Enjalbert est un appareil du même genre mais qui fait intervenir les données des coefficients de lumière des divers mois de l'année. On a pu, par une suite d'observations répétées, classer non seulement les divers mois de l'année mais encore les jours de ces mêmes mois et les divers moments de la journée au point de vue de la clarté. Des tables des coefficients de lumière ou d'éclairage ont été calculées par Eder, Abney, Bunsen et Roscoë etc. On sait que juin et juillet ont le maximum de puissance éclairante : la partie de l'année qu'on pourrait appeler la plus lumineuse s'étend du 15 juin au 15 juillet, la partie la plus sombre du 15 décembre au 15 janvier ; alors qu'à midi dans la première période il faudrait 10 secondes de pose, il en faut 35 dans la seconde pour un même modèle.

Nombreux sont les accessoires d'ateliers et de laboratoires ; fonds d'ateliers, meubles rustiques et autres, tapis imitant le gazon etc ; il nous suffira de les signaler, leur étude n'ayant qu'une valeur très relative.

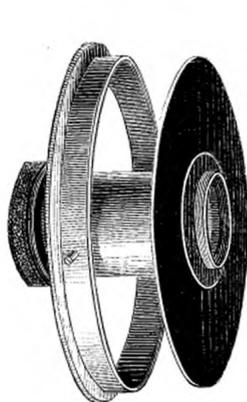


Fig. 54.

L'objectif et la rondelle de serrage.



Fig. 55

Adaptateur Molteni :
Rondelle de la chambre.

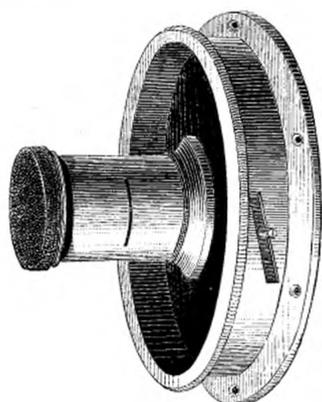


Fig. 56.

L'objectif placé.

Mais il est un accessoire auquel nous devons une mention spéciale, à savoir, l'adaptateur universel de M. Molteni. Nous avons dit, dans la première partie, que parmi les questions traitées par le Congrès de photographie se trouvait l'étude des moyens d'adapter les objectifs sur les chambres noires : d'ordinaire

les chambres portent à la partie antérieure une sorte de cadre formant feuillure dans lequel on place des planchettes sur lesquelles ont été visées à l'avance les rondelles porte-objectif ; il en résulte que, pour chaque objectif, il faut une planchette et même plusieurs jeux de rondelles et de planchettes si on possède plusieurs chambres noires. M. Molteni a proposé un ingénieux système consistant en une rondelle A munie d'une bague en relief, portant deux rainures hélicoïdales, opposées suivant un diamètre. Cette rondelle se fixe sur le devant de la chambre ; d'autre part, on se sert d'un disque mince en ébonite, en zinc ou en carton noirci B, du diamètre intérieur de la bague et au centre duquel on a pratiqué une ouverture ronde à la demande du pas de vis de l'objectif. Celui-ci ayant été introduit dans l'ouverture, on visse la rondelle et le disque se trouve fortement saisi entre celle-ci et l'embase du corps de l'objectif. Le disque s'introduit dans la bague et est recouvert sur ses bords par une seconde bague C munie de deux tenons latéraux qui s'engagent dans les rainures hélicoïdales et s'y coincent d'autant plus qu'elles pénètrent plus avant lorsqu'on fait tourner la seconde bague. C'est là une élégante solution du problème, ainsi que le Congrès du reste l'a reconnue.

TROISIÈME PARTIE

LE TIRAGE DES ÉPREUVES

I. — Tirages photographiques

SOMMAIRE. — Le papier albuminé. — Procédés de tirages au sel d'argent. — Inconvénients du procédé; procédé au charbon (mélange colorés). — Emploi du platine. — Procédé de Pizzighelli. — Procédé par développement. — Papier au gélatino-bromure et gélatino-chlorure. — Aristotypie. — Les opales. — Avantages et inconvénients des tirages photographiques. — Les châssis presses. — Châssis à ventouse. — La retouche. — Les clichés factices, — Les dégradés. — Cuvettes de virage. — Le montage : presse à satiner. — Emailage. Presse à bomber.

Dans la deuxième partie de cette revue de l'exposition photographique, nous avons étudié les appareils et les procédés employés pour l'obtention du cliché négatif, le *phototype*, qui doit servir à donner les épreuves positives, les *photocopies*. Celles-ci s'obtiennent de deux façons : l'une, s'appliquant à un tirage restreint, se fait par des procédés chimiques du domaine de la photographie ; l'autre, au contraire, est destinée à fournir un grand nombre d'épreuves et se fait par des procédés du domaine de la typographie ou de la lithographie.

Dans ce chapitre nous étudierons les procédés photographiques. En général ils consistent dans l'emploi d'un papier imprégné d'un sel apte à noircir, ou à changer de constitution, sous l'influence des rayons lumineux traversant le négatif. Le procédé le plus courant est celui dit au papier albuminé ; une feuille de bon papier de Saxe ou de Rives est recouvert par immersion d'une couche d'albumine, contenant un chlorure soluble ; la feuille séchée est mise à flotter sur une solution d'azotate d'argent dans de l'eau distillée ; par double décomposition, il se forme un chlorure insoluble d'argent, qui reste emprisonné dans la couche d'albumine et un azotate du chlorure employé, qui se dissout dans le bain ; le papier est ensuite séché dans l'obscurité. Pour obtenir l'épreuve, on expose ce papier sous le négatif à la lumière du jour ; on se sert pour maintenir la surface sensible au contact du phototype d'une sorte de cadre à barres de pression qu'on nomme le *châssis* ; depuis les débuts de la photographie cet appareil a peu changé de forme et l'Exposition de 1889 ne nous a montré aucune nouveauté dans ce sens.

Le chlorure d'argent ne tarde pas à prendre une teinte d'un rouge violacé

sous l'influence de la lumière, et cela seulement dans les parties claires du cliché. L'image se forme donc à l'inverse du phototype d'où les premières appellations de *négatif* et de *positif*.

Lorsque l'image est complètement venue, on la lave à plusieurs eaux pour la débarrasser du sel d'argent non impressionné, puis on la place dans un bain, contenant du chlorure d'or et des sels destinés à le rendre alcalin.

Une partie de l'argent réduit par la lumière se redissout dans le bain et se trouve remplacé par l'or qui se précipite à l'état métallique très divisé. Cette opération porte le nom de *virage*. L'épreuve, par cet échange de métaux, prend une teinte rougeâtre, puis brune, enfin violette. On arrête l'opération quand la coloration cherchée est obtenue, on lave à grande eau, puis on porte l'épreuve dans un bain d'hyposulfite destiné à dissoudre le reste du chlorure d'argent non impressionné; c'est là ce qu'on nomme le *fixage*. Enfin on termine les opérations par une série de lavages destinés à éliminer complètement l'hyposulfite. L'épreuve séchée, découpée, est collée sur carton et enfin lustrée à l'aide d'une presse, dite *presse à satiner*.

Ces diverses opérations ont subi peu de perfectionnements depuis la découverte du procédé, on a fait seulement varier les formules de virage, sans amener un réel progrès. Ce procédé offre, à côté de la simplicité de ses manipulations d'assez graves défauts : le papier sensibilisé ne se conserve pas longtemps, on est cependant arrivé à augmenter la durée de sa conservation en ajoutant de l'acide citrique ou des citrates alcalins dans l'un ou l'autre des bains préparatoires ; on évite ainsi la formation des sels organiques formés par l'albumine avec l'argent, sels qui se décomposent spontanément même dans l'obscurité et amènent le jaunissement du papier. Un autre inconvénient du procédé est le suivant : malgré tout le soin apporté aux lavages, il arrive fréquemment que tout l'hyposulfite n'est pas éliminé, il s'ensuit un commencement de sulfuration du dépôt d'argent, qui forme l'image, celle-ci jaunit peu à peu et finit par disparaître.

C'était là un défaut capital, le document, emportant avec lui une cause certaine de destruction, il n'y avait plus à compter sur sa conservation. C'est alors que naquit un procédé des plus élégants malheureusement un peu trop abandonné de nos jours à cause des difficultés pratiques qu'il offre, mais qui assure absolument la conservation de l'épreuve, nous voulons parler du *procédé au charbon* (1).

Sans vouloir entrer dans les détails techniques, nous donnerons l'esprit du procédé. Poitevin avait reconnu que la gélatine, contenant du bichromate de potasse et exposée à la lumière, devenait insoluble, si donc on mélange à une so-

1. Nous avons conservé cette appellation qui est des plus commodes et surtout très connue, mais d'après le Congrès on doit désigner ce procédé sous le nom de *photocopie aux mélanges colorés*.

lution de gélatine une poudre colorante insoluble et qu'après en avoir recouvert une feuille de papier, on sensibilise celle-ci en la trempant dans une solution étendue de bichromate de potasse, ce papier exposé à la lumière sous un cliché négatif sera insolubilisé dans toutes les parties claires et cela d'autant plus profondément que les clairs seront plus transparents. Le papier, après exposition convenable, est reporté à l'atelier obscur et trempé dans un bain d'eau chaude ; toute la gélatine restée soluble se dissout, entraînant avec elle la matière colorante qu'elle contenait et il ne reste bientôt plus sur le papier que la gélatine insolubilisée en couches d'une épaisseur inversement proportionnelle à l'opacité du négatif, on a donc un positif parfaitement modelé.

Le procédé opératoire n'est pas aussi simple que l'explication qui vient d'être donnée : la durée de l'exposition ne peut pas être contrôlée directement comme dans le procédé à l'albumine, puisque l'image est noyée dans le pigment général. Il faut employer des appareils accessoires appelés *photomètres*, qui contrôlent la durée d'exposition nécessaire. D'autre part, si nous considérons la couche étendue sur le papier, nous remarquons que c'est la partie extérieure, celle qui était au contact du cliché, qui porte les plus fins détails, tandis que la face en contact avec le papier contient au contraire le maximum de gélatine soluble ; si donc on développe par la face extérieure, on s'expose en cherchant à se débarrasser de toute la gélatine soluble, de détruire le fini de l'épreuve ; on a donc été amené à appliquer la face insolée sur un support auquel on le fait adhérer, puis trempant le tout dans l'eau chaude, on décolle peu à peu le papier primitif et on continue le développement sur cette face. L'opération terminée on s'aperçoit que l'épreuve est renversée, il faut donc la reporter sur un support définitif et décoller le support transitoire qui a facilité le développement ; on voit sans que nous entrions dans de plus amples détails que le procédé n'est pas sans grandes difficultés ; mais l'opérateur est largement dédommagé de sa peine par les avantages suivants : l'épreuve est absolument inaltérable, le tirage est toujours égal à lui même, du moment qu'on se sert d'une même mixtion, enfin on peut obtenir pour l'image la teinte que l'on voudra puisqu'elle réside dans le choix des matières tinctoriales de la gélatine, matières que l'on peut faire varier dans toutes les proportions que l'on voudra.

Dans le but de rendre le document indestructible par les agents extérieurs, on a cherché à remplacer l'argent par un métal moins oxydable et on a employé dans ce but le platine. Le procédé est basé sur ce fait que certains sels de platine sont capables de se réduire sous l'influence de la lumière lorsqu'ils sont en contact avec des substances organiques, surtout si ces dernières sont facilement oxydables. Deux procédés sont employés : dans l'un, le papier contient toutes les substances nécessaires à la formation de l'épreuve ; l'exposition à la lumière sous le négatif commence l'action, facilement décelée par l'apparition d'une image grisâtre, on pousse l'insolation jusqu'à ce que tous les détails soient venus, puis

on plonge dans un bain d'eau qui en dissolvant les composants complète l'action réductrice en favorisant les réactions ; un lavage à plusieurs eaux, au besoin aiguës d'acide chlorhydrique, débarrasse la couche des sels non impressionnés. On obtient ainsi de magnifiques épreuves noires ayant beaucoup d'analogie avec les épreuves obtenues dans la gravure dites à l'*aquatinte*, on modifie leur couleur un peu dure, en employant comme support des matières colloïdes spéciales telles que l'*arrow-root*, ce qui donne des tonalités sépias. Tel est à grands traits l'esprit du procédé dit de Pizzighelli.

Le second procédé au platine emploie en général les mêmes substances mais le réducteur organique est séparé ; le papier exposé sous le négatif donne une image légère, brune sur un fond jaune. Lorsque celle-ci est complète, on la trempe dans un bain réducteur d'oxalate ferrique maintenu à la température de 80° ; l'image se développe immédiatement et prend une teinte noir bleu, teinte que l'on peut modifier dans certaines limites par des bains spéciaux de développement ou de virage.

Les images au platine sont d'un effet très artistique, complètement inaltérables aux émanations sulfureuses et à la lumière, elles ont toutefois le défaut d'être assez dispendieuses, le métal sensible étant d'un prix élevé.

On a cherché à obtenir des photocopies par les mêmes procédés qui servaient à former le phototype, c'est-à-dire en employant des papiers recouverts d'une couche de gélatine emprisonnant un sel haloïde d'argent, bromure ou chlorure. Une très rapide exposition sous le négatif, donne une image latente qu'on développe comme pour les phototypes. Ces procédés ont l'énorme avantage de ne demander qu'une pose extrêmement courte, ils peuvent se faire à la lumière artificielle par suite les tirages, très rapides, ne sont plus à la merci de l'état atmosphérique. Les épreuves au gélatino bromure n'ont pas la richesse des tons du papier albuminé, mais on peut leur donner du brillant, en les faisant sécher, la couche gélatinée appliquée sur une lame polie de verre ou d'ébonite.

Les épreuves au gélatino chlorure, développées à l'hydroquinone, prennent, lorsqu'on les surexpose légèrement, des teintes chaudes carminées qui peuvent en plus d'un cas produire de très beaux effets : dans les traités spéciaux on trouvera des formules permettant d'obtenir avec ces papiers toutes les teintes voulues.

Parmi les divers spécimens de papiers ainsi préparés, il convient de citer le *papier Eastmann* présenté par la Maison Nadar à l'Exposition. Le papier est fourni en rouleaux, un très ingénieux mécanisme logé dans le châssis permet de dérouler la feuille sous le négatif de quantités voulues et par suite d'obtenir un tirage rapide et simple.

En associant le collodion et la gélatine pour emprisonner le sel sensible d'argent, Liesegang a composé le papier *aristotype*, dont on admirait de magnifiques épreuves en particulier dans la section italienne. Ce papier est à tirage direct, c'est-à-dire que, imprimé sous le négatif, il donne une image visible,

qu'on n'a plus qu'à traiter par un bain de virage à l'or et un fixage comme pour le papier albuminé. L'aristotype convient surtout à la reproduction des clichés très doux, il donne des détails très fins et des teintes chaudes à volonté; grâce à la gélatine qu'il contient, il peut être rendu très brillant par un simple séchage sur plaque polie. Liesegang a même formulé un bain composé, qui fixe et vire en même temps, ce qui simplifie beaucoup les opérations.

Ces solutions sensibles à la gélatine peuvent se coucher sur n'importe quel support et on obtient de très belles épreuves en employant comme tel, le verre dévitrifié (porcelaine de Réaumur); ce genre de photographie porte le nom *d'opales*. Il convient tout particulièrement pour le tirage des portraits, grâce à la douceur et au brillant de son fond. Dans la section américaine, on trouvait une autre application de cette méthode, la couche était étendue sur une feuille de celluloid auquel on avait donné, en lui incorporant les matières convenables sulfate de baryte, etc., l'aspect absolu de l'ivoire: l'imitation étant poussée au point que non seulement la teinte jaunâtre générale était obtenue, mais même les veinules plus foncées qu'on observe dans certains échantillons. Dans la classe XII nous avons enfin remarqué des épreuves sur soie, sur cuir, etc., faites par des procédés semblables.

En général toutes ces épreuves, obtenues par des moyens photographiques ne conviennent, comme nous le disions au début de ce chapitre, que dans le cas des tirages restreints: la lenteur des manipulations, surtout de l'exposition dans les procédés d'impression directe, le prix élevé des matières employées, la longueur et le soin à apporter aux lavages, font que ces procédés ne peuvent convenir à l'illustration des ouvrages courants, mais en revanche il convient d'ajouter que les épreuves ont un fini, une richesse de tons que n'atteignent pas les procédés mécaniques aux encres grasses et lorsqu'on désirera un document scientifique absolument fidèle c'est à ce mode de tirage qu'il faudra recourir.

Telles étaient par exemple les épreuves de diatomées présentées par M. Duchesne et dont on pouvait analyser à la loupe les moindres détails.

Le matériel destiné à l'obtention des épreuves est assez restreint, il comporte des châssis presses pour l'exposition à la lumière, sorte de cadres à feuillures

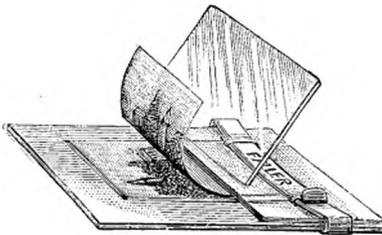


Fig. 57. — Châssis Fallier à agraffes.

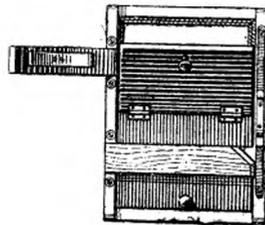


Fig. 58. — Châssis positif.

profondes dans lesquelles on introduit le cliché, la couche impressionnée en dedans, par dessus se place le papier sensibilisé, enfin un coussin de papier buvard et un fond en bois divisé en deux parties, réunies par des charnières. Le cliché et le papier sont maintenus en contact intime par des barres à ressort, que l'on rabat sur le fond et qu'on fixe en place à l'aide de crochets.

Au bout d'un certain temps d'exposition à la lumière, on vérifie l'état d'avancement de l'épreuve, en relevant une des barres, ouvrant une des parties du fond et ramenant en arrière le papier sensibilisé, le reste se trouvant saisi fortement par la seconde moitié du fond, on est certain que le papier se remettra exactement à sa place lorsqu'on refermera le tout pour continuer l'exposition.

En général, comme nous l'avons déjà dit, on a modifié dans le détail les premiers châssis presses, mais on n'a pas présenté d'innovation importante : cependant pour le tirage des opales, il convient de citer le *châssis à ventouse* : le support n'étant pas flexible, il fallait pour pouvoir surveiller l'insolation trouver une disposition qui permit de relever la glace opale et de la mettre exactement en place après vérification ; on y arrive grâce au châssis à ventouse. Celui-ci est construit dans ses grandes lignes comme le châssis ordinaire, mais le fond est d'une seule pièce et articulé par une charnière au châssis, il porte au centre une ventouse que l'on fait agir lorsque la glace opale est mise en place : celle-ci se trouve saisie très solidement et lorsqu'on rabat le fond elle se repère automatiquement sur le cliché.

Avant de procéder au tirage de l'épreuve, il est utile de faire subir au phototype une opération destinée à parer à tous les petits défauts de la couche, c'est ce qu'on nomme la *retouche*. Si cette opération est très simple, très rapidement faite pour le paysage, il n'en est pas de même pour le portrait et la retouche dans ce cas est toute une science dont les règles sont trop souvent méconnues et qui font bien souvent que la photographie devient un art menteur, lui dont on vantait l'impeccable fidélité.

La retouche se fait habituellement sur un pupitre spécial, dont la tablette inclinée est constituée par un verre dépoli éclairé par réflexion par une glace étamée et protégée contre la lumière directe par un volet supérieur ; de telle sorte que le cliché, posé sur la glace dépolie, est vu par transparence. A l'aide de crayons de mine de plomb, de couleurs plus ou moins antiphotogéniques, on masque les grands clairs du négatif, ce qui adoucira les ombres du positif, on modèle moins crûment les ombres portées ; on bouche les petits trous provenant de défauts de la couche ou de grains de poussières tombés sur la plaque au développement et détachés par les lavages etc., etc. On remarquera que pour cette retouche, on doit travailler en sens inverse de l'effet à obtenir, c'est-à-dire ajouter des noirs dans tous les points où on désirera obtenir des clairs, l'inverse est sinon impossible au moins très difficile à obtenir.

La retouche demande une grande connaissance des ressources du procédé et

malheureusement on en abuse parfois pour transformer des laiderons en jolies femmes, ou un retoucheur inexpérimenté modifie complètement un visage de manière à en altérer la ressemblance.

La retouche se fait aussi sur le positif en employant des couleurs à l'albumine de teintes convenables. Nous avons dit que pour le paysage on faisait peu de retouche, mais on emploie souvent un procédé particulier pour faire des ciels dont les détails, à cause de leur grande luminosité, ont le plus souvent été perdus au développement. Au début de la photographie les ciels étaient uniformément noirs ou plutôt blancs sur l'épreuve, et lorsque par hasard le détail des nuages était bien venu on se hâtait de le faire disparaître en barbouillant le ciel de rouge ou d'encre de chine, depuis on a cherché à rompre la monotonie de ces ciels en les imitant à l'aide de la retouche, on préfère à l'heure actuelle obtenir le ciel par double impression ; dans ce but le ciel du cliché est complètement noirci, l'épreuve est d'abord tirée avec un ciel bien blanc, puis on recouvre l'image d'une découpe qui laisse le ciel à nu et on place par dessus un cliché de nuages fait à part qu'on imprime par une seconde exposition. Il est très difficile et très délicat d'employer un tel moyen et combien de photographies avons nous vu malencontreusement réparées ainsi, épreuves dans lesquelles le sujet était éclairé de droite à gauche tandis que l'éclairage du ciel était de gauche à droite, et les vues ensoleillées avec de grandes ombres portées, bien fermes, alors qu'un ciel gris orageux dénotait toute absence de soleil.

Nous devons signaler un mode spécial de tirage des portraits ce qu'on nomme le *portrait en dégradé* : la tête et les épaules seules sont tirées, le buste et les ombres qui entourent la tête se fondent en mourant dans la teinte blanche ou noire du fond ; on obtient cet effet en disposant sur le châssis un écran opaque percé d'une ouverture ovale ou de forme convenable dont les bords sont estampés.

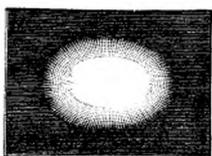


Fig. 59. — Dégradateur.



Fig. 60 — Cuvette.

Dans la section française nous avons remarqué qu'on préfère les dégradateurs Persus dont le fondu des bords est obtenu par des couches successives en retrait de papier végétal, en Angleterre et aux États-Unis on préfère les plaques de gélatine colorée en jaune orange avec partie centrale translucide reliée au fond général par une teinte fondue.

Pour le virage des épreuves le matériel se réduit à un certain nombre de

cuvettes ; à la confection de ces dernières, on a employé toutes les substances possibles : porcelaine, verre, carton comprimé, celluloïd, fer émaillé et dans les diverses sections de l'exposition on pouvait en voir de très nombreux spécimens.

La partie la plus délicate du tirage des épreuves est sans contredit le lavage final, bien que de très grande simplicité apparente, elle n'est pas sans présenter de réelles difficultés, car il s'agit de débarrasser absolument l'épreuve de toute trace d'hyposulfite sinon la conservation du document n'est plus assurée. Les la-



Fig. 61. — Panier laveur.

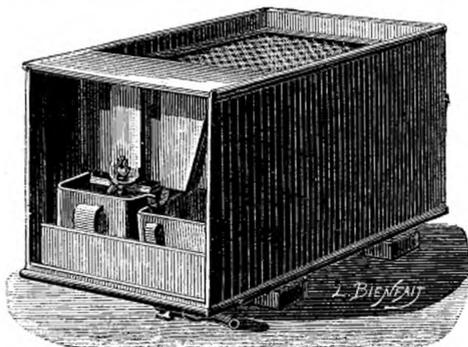


Fig. 62. — Laveur automatique Laverne

vages trop prolongés ont l'inconvénient de diminuer la force du papier, et il est à désirer que le lavage se fasse en un temps aussi court que possible avec un minimum d'eau. Dans cet ordre d'idées les fabricants ont imaginé de nombreux appareils avec vidanges automatiques à intervalles réglés, mise en mouvement continue des épreuves, etc., tel par exemple le laveur automatique Laverne,

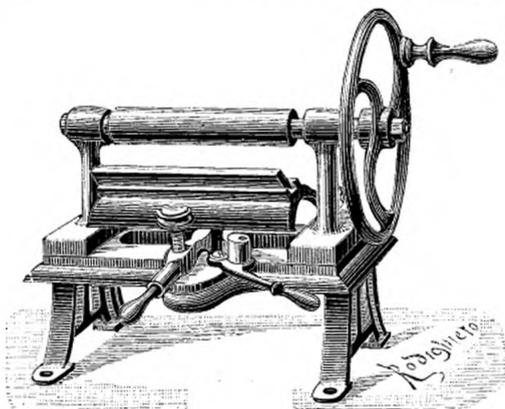


Fig. 63. — Presse à satiner.

Le montage des épreuves se fait en les collant à l'empois d'amidon sur une feuille de bristol, dans cet état l'épreuve sèche est rugueuse et mate, on lui donne du poli et du brillant en la passant sous une sorte de laminoir qu'on nomme *presse à satiner*. Les premières presses consistaient en une table d'acier bien plane qu'on faisait avancer sous un rouleau immobile, l'appareil était lourd et encombrant ; maintenant on remplace la table par une simple réglette de fonte nickelée à surface légèrement arrondie et qui peut, à l'aide de vis de réglage se rapprocher plus ou moins d'un rouleau-laminoir, finement strié, qui tourne au-dessus de la règle et sert à presser l'épreuve tout en l'entraînant : la règle est maintenue à la température de 50 à 80° par une lampe à alcool à plusieurs becs ou une rampe à gaz. L'action de la chaleur jointe à la compression donnent à la surface de l'épreuve un parfait brillanté. On facilite le glissement de l'épreuve sur la règle, en la frottant avec de l'encaustique ou de la poudre très fine de savon.

Une autre méthode pour donner du brillant aux images est connue sous le nom d'*émaillage* : elle consiste essentiellement à former sur une glace de verre une couche mince de collodion, solution de pyroxyline dans l'alcool et l'éther ; sur cette pellicule transparente, on colle l'épreuve à la gélatine en évitant avec soin les bulles d'air et les grains de poussières ; lorsque l'épreuve est sèche, on la détache facilement de la feuille de verre et la couche de collodion reste fixée à la surface de l'image formant un vernis ayant le poli du verre ou de l'émail.

Il convient enfin de citer l'emploi, dans la monture du portrait des *presses à bomber*. Celles-ci se composent d'une petite presse à vis et d'une série de plaques de métal percées d'ouvertures des formes convenables, ovales, carrées à coins ronds etc. Le fond de la presse porte en son centre une pièce bombée en cuivre, on pose par dessus une feuille épaisse de caoutchouc, puis l'épreuve sur laquelle on dispose la plaque choisie, on fait descendre le plateau de la presse et on serre à fond. L'épreuve est gauffrée de cette façon et le portrait semble avoir été tiré sur un médaillon en relief.

Les cartons sur lesquels se montent les épreuves positives ont des grandeurs bien déterminées portant des appel-

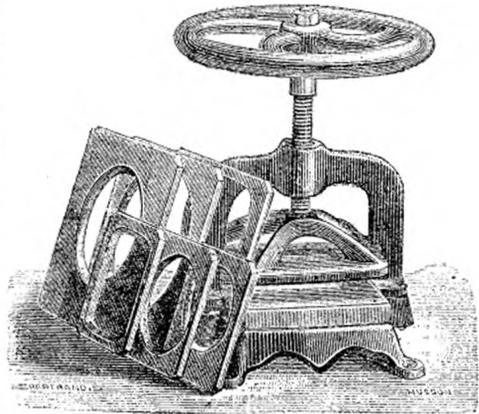


Fig. 64. — Presse à bomber.

lations spéciales et qui sont les suivantes : les grandeurs sont exprimées en millimètres.

Désignation.	Format des épreuves.	Format des cartons.
Mignonette	52 × 33	60 × 35
Pockett	70 × 35	75 × 37
Visite à filet	92 × 54	104 × 62
— sans filet	94 × 56	104 × 62
Touriste	105 × 65	108 × 67
Victoria	105 × 70	126 × 80
Album à filet	137 × 100	165 × 110
— sans filet	141 × 100	165 × 110
Portrait salon	217 × 160	250 × 175
Promenade	190 × 93	210 × 100
Portrait boudoir	200 × 125	220 × 133

Les épreuves sont découpées à ces dimensions à l'aide de calibres en glace forte

Les divers genres de tirage aux sels d'argent ou de platine, donnent, en des mains exercées, des résultats très remarquables : la richesse des tons, le fini dans le détail, tel qu'on peut examiner l'épreuve sous de forts grossissements, assurent à ce mode de reproduction du document une supériorité marquée et les épreuves exposées à la classe XII le démontraient suffisamment. Mais, comme nous l'avons dit, la lenteur des opérations et le doute où l'on est sur la durée de leur conservation (1) ne permettent pas de les appliquer à un tirage industriel, tout au moins dans l'état actuel de la question. Il est à regretter que les épreuves dites au charbon, n'aient pu être rendues d'un tirage plus facile, car il n'y avait point à craindre avec elles d'altération dans l'avenir, et nous sommes persuadé que ce mode de reproduction convenablement amélioré sera repris tôt ou tard.

II. — Les photocalques

SOMMAIRE. — Définition. — Principe du procédé. — Modes de tirage. — Traits blancs sur fond bleu ou bleus sur fond blanc. — Procédés cyanofé. — Explication du procédé. — Retouches. — Tirages en noir.

Dans la nouvelle nomenclature photographique, on réserve le nom de *photocalques* aux épreuves obtenues avec un type ou cliché fait par des procédés autres que ceux que fournit la chambre noire. La reproduction directe des gra-

1. Il est bien entendu que nous ne voulons parler ici que des tirages rapides industriels, car les épreuves soigneusement faites par les bons opérateurs sont assurées d'une longue conservation comme on a pu s'en assurer déjà pour des épreuves datant de plus de trente années.

vures, la multiplication des dessins d'architecture ou de machines, à l'aide de papiers dits aux sels de fer, ce qu'on nomme dans l'argot des ateliers des « bleus » sont des photocalques. Notons cependant que ces papiers peuvent servir à faire des photocopies, c'est-à-dire des épreuves positives de clichés photographiques, mais ils donnent peu de finesse et par suite sont peu employés dans ce but.

On emploie pour la préparation de ces papiers sensibles diverses méthodes que nous allons exposer, mais qui toutes, donnant soit des images blanches sur fond bleu, ou bleues sur fond blanc, portaient autrefois le nom de *Cyanotypies* (du grec tirage en bleu).

Le premier procédé, qui est en même temps le plus simple est basé sur cette propriété que les sels de fer au maximum se réduisent en sels ferreux lorsqu'ils sont exposés à la lumière en présence de matières organiques. Dans cet état ils donnent avec le ferrieyanure rouge de potassium un précipité bleu insoluble appelé *bleu thurnbull*, tandis que les sels au maximum ne sont pas précipités. Le sel de fer qui réussit le mieux dans ce cas est le citrate double de fer et d'ammonium. On recouvre une feuille de bon papier d'une solution de citrate double et de ferrieyanure rouge de potassium en proportions convenables et on fait sécher. Le papier est exposé à la lumière dans un châssis-presse sous le dessin à reproduire ; lorsque l'action est terminée (on le reconnaît à l'aide de témoins), le papier, primitivement jaune, laisse apercevoir une image faible sur fond d'un gris verdâtre ; on trempe l'épreuve dans de l'eau fraîche, celle-ci facilite la réaction du ferrieyanure sur le sel de fer et on obtient une image en blanc sur fond bleu ; on lave à grande eau et on laisse sécher.

Ce procédé donne donc un négatif par rapport au cliché et ne peut servir au tirage des gravures, mais il est parfaitement apte à fournir un dessin industriel en blanc sur fond bleu. Le dessin primitif qui sert à tirer les photocopies est tracé sur papier végétal aussi transparent que possible, le trait se fait à l'encre de chine épaisse qu'on additionne soit de chromate de potasse, soit de chrysoïdine, sinon les noirs laissant passer un peu de lumière ne donneraient pas sur la copie des blancs bien purs. Lorsqu'on veut obtenir une image en traits bleus sur fond blanc, on constitue aisément un négatif de la manière suivante : le dessin est tracé sur papier végétal avec l'encre en bâton qui sert aux lithographes à dessiner sur pierre : le dessin fini on recouvre la feuille d'une solution épaisse de noir d'aniline et lorsque celle-ci est sèche on frotte le tracé avec un tampon imbibé d'essence de térébentine. Celle-ci dissout l'encre lithographique sans attaquer l'aniline, il en résulte en fin de compte un véritable négatif dans lequel les traits sont en blanc sur fond noir. Le tirage s'opère de la même façon que plus haut et donne un positif en traits bleus sur fond blanc. Dans ce genre d'épreuves, on peut faire des corrections, enlever certains traits ou affaiblir des

parties trop bleues en employant une solution faible de potasse caustique ou de carbonate de soude qui dissout le bleu de prusse.

Ce procédé très simple s'est appelé procédé au *ferro prussiate*.

Pour obtenir le dessin en traits bleus sur fond blanc par un négatif, on emploie le procédé dit *Cyanofer* ou *gommo ferrique*. Il repose sur plusieurs propriétés photochimiques des sels de fer que nous allons analyser brièvement. Une solution de perchlorure de fer additionnée d'acide tartrique est ramenée par la lumière à l'état de protochlorure (sel au minimum) ; or le prussiate jaune de potasse donne avec les persels un précipité bleu intense (bleu de prusse), tandis qu'il donne avec les sels au minimum un précipité grisâtre qui ne tarde pas en s'oxydant au dépens de l'air à tourner au bleu. Enfin si les sels de fer au maximum sont sans action sur les mucilages organiques (gomme arabique, gélatine, etc.), les persels au contraire rendent ces mêmes mucilages imperméables. Sur ces diverses réactions sont fondés les procédés que nous étudions.

Une feuille de papier est imprégnée d'une solution étendue de perchlorure de fer contenant de l'acide tartrique et de la gomme : le papier bien sec a une teinte d'un jaune foncé et peut se conserver assez longtemps pourvu qu'il soit à l'abri de la lumière et de l'humidité. Ce papier est exposé sous un dessin tracé en encre bien noire sur papier végétal ou sous une gravure qu'on a, au besoin, rendue transparente à l'aide de vernis ; partout où frappe la lumière c'est-à-dire en dessous des parties blanches du dessin, le sel de fer se réduit et insolubilise la gomme, lorsque la pose est suffisante et, comme précédemment on s'en assure à l'aide de papiers témoins, on retire la feuille sur laquelle n'apparaît encore aucune trace du dessin, on la met ensuite à flotter sur un bain d'eau saturée de cyanure jaune de potassium, on a soin dans cette opération que le cyanure ne passe pas sur le dos du papier où il formerait de larges taches bleues. On retire la feuille au bout de quelques secondes, on la suspend verticalement et on attend que le dessin soit entièrement apparu. Dans tous les points préservés par le trait noir la lumière a laissé le persel de fer intact et n'a pas insolubilisé la gomme, aussi sous l'influence du prussiate il se forme rapidement un précipité de bleu de prusse ; dans les autres parties devenues insolubles le cyanure ne produit pas de précipité, mais celui-ci, ne tarderait pas, en présence de l'air, à se former, si aussitôt que l'image est complète on ne se hâtait de la laver à grande eau puis de la porter dans un bain d'eau aiguisée d'un peu d'acide sulfurique. L'acide dissout les sels de fer non employés, l'image se couvre d'un précipité pulvérulent de bleu de prusse qui ne peut se fixer à cause de l'insolubilisation de la gomme, on finit par un lavage à grande eau et on sèche. La grande difficulté du procédé est de bien saisir le temps de pose nécessaire : une insolation prolongée donne une image grisâtre, une insolation insuffisante donne de larges taches bleues plus ou moins pâles provenant d'une réduction imparfaite du sel et de la gomme. Une bonne exposition fournit une image en bleu noir bronzé sur fond blanc très pur.

On fait les corrections sur ce papier en employant un liquide vendu dans le commerce sous le nom de *blue Solving* qui n'est autre qu'une solution d'oxalate de potasse, additionnée de carbonate de soude.

On a cherché à modifier ces teintes bleues en les virant avec de l'acide gallique ou des tannins, ce qui forme en somme de l'encre, mais les épreuves n'ont qu'une coloration violacée désagréable.

Divers procédés ont été successivement employés pour obtenir des épreuves noires, ils sont basés sur les mêmes réactions, au perchlorure de fer on ajoute du sulfate ferrique, et après insolation, au lieu de développer au prussiate jaune, on développe dans un bain contenant de l'acide oxalique et de l'acide gallique, il se forme un gallate de fer de couleur noir violet. Les formules pour les procédés de ce genre ont varié à l'infini, on les trouvera dans les traités spéciaux.

Ces genres de tirages rendent de grands services à l'industrie, dessins de machines ou plans d'architecture, mais il nous paraît utile en terminant d'appeler l'attention du lecteur sur ce point qu'avec de tels dessins, il faut absolument coter toutes les longueurs, car le papier dans les bains se détend plus ou moins dans l'un ou l'autre sens et il n'y a plus à compter sur la valeur de l'échelle.

III. — Procédés divers

SOMMAIRE. — La ferrotypie. — Positives sur verre. — Procédé par saupoudrage. — Méthode de Poitevin. — Colloïdes bichromatés. — Emaux photographiques. — Procédé opératoire. — La photominiature. — Couleurs à l'albumine.

Nous réunirons dans ce chapitre divers procédés qui ne pouvaient être décrits en même temps que ceux qui font l'objet des deux chapitres précédents, leur mode d'obtention étant basé sur des principes différents.

Nous décrirons en premier lieu le procédé dit *ferrotypie* ou *ambrotypie* qui consiste essentiellement dans l'emploi d'une mince feuille d'acier recouverte d'un vernis noir ou brun rouge, formé par un mélange de bitume de Judée, d'essence de térébenthine et de terre d'ombre. Ce vernis est soigneusement poli sur la plaque. On recouvre celle-ci d'une couche de collodion contenant un peu d'iode en liberté, c'est-à-dire qu'on doit employer de préférence un vieux collodion rougi; on plonge le tout dans un bain d'azotate d'argent et lorsque la plaque est imprégnée de chlorure d'argent on expose rapidement au foyer d'une

chambre noire, on développe d'après les procédés du collodion humide, on fixe et après lavage et séchage, on vernit. Les blancs de l'image sont fournis par la réduction de l'argent et les noirs par le fond même de la plaque. Pour l'emploi de ce procédé, qui a l'inconvénient de ne donner qu'une épreuve par chaque exposition, on a construit des chambres à 6 et 12 objectifs de telle sorte que sur la même plaque on obtient 6 ou 12 petits portraits qu'on débite après développement à l'aide de ciseaux d'acier. Ce genre d'épreuves a eu pendant un certain temps du succès en particulier à cause de son peu de cherté, c'est ainsi que nombre d'industriels sont arrivés à livrer des petits portraits à 1 franc la douzaine. Cependant il convient de noter que l'image est inversée c'est-à-dire par exemple que les décorations passent au côté droit.

Un procédé du même genre est exploité dans les foires sous le nom de *positives sur verre*. Une glace collodionée avec un collodion rougi et sensibilisée au bain d'acétonitrate d'argent reçoit dans la chambre noire une exposition très courte, on développe au sulfate de fer et après fixation et séchage on recouvre l'image d'un vernis noir à base de bitume de Judée : c'est encore l'argent réduit qui forme les blancs. Une variante du procédé consiste, lorsque l'épreuve est finie, à la transporter sur toile cirée ; elle y est fixée par un peu de gomme arabique ou de gélatine.

Un autre mode d'obtention des images positives est le procédé dit par *sau-poudrage*. Il repose sur le principe suivant : Si une substance poisseuse par sa nature est modifiée par la lumière de telle sorte qu'elle devienne sèche dans les parties insolées, elle ne sera plus apte à retenir de fines poussières colorées que dans les parties non insolées ; or la modification peut se produire dans le sens que nous avons indiqué ou en sens contraire, suivant la substance employée ; d'où possibilité d'établir deux variantes inverses du procédé. Poitevin a reconnu qu'un mélange de perchlorure de fer et d'acide tartrique est modifié par la lumière, qui ramène le sel au minimum, protochlorure, celui-ci est plus hygrométrique que le premier, si donc on recouvre une plaque de verre de ce mélange et qu'on expose *sous un négatif*, puis que l'image latente soit abandonnée quelques instants dans un laboratoire un peu humide, en passant sur la plaque une touffe de coton imprégnée de graphite ou de toute autre matière colorante très finement pulvérisée, celle-ci ne s'attachera qu'aux parties insolées ; on hâte le développement en projetant l'haleine sur les parties qui viennent moins vite, enfin on époussette avec soin et l'épreuve est achevée, il ne s'agit plus que de la recouvrir d'une couche de collodion et de la transporter sur une feuille de papier.

Un procédé inverse dans ses résultats est fourni par les sels de chrome en présence de certains colloïdes tels que le sucre, la glucose, le miel, etc. ; l'insolation rend insolubles et sèches ces matières et par suite inaptes à retenir les poussières. Avec ce procédé il faut donc exposer *sous un positif*, si on veut avoir une copie positive.

Le premier procédé, assez délicat dans ses manipulations, a été abandonné, le second, plus facile d'application, sert maintenant à faire les *émaux photographiques*. Comme cette branche des applications de la photographie a une certaine importance nous entrerons dans quelques détails. Sur une glace bien propre on étale une solution de : eau, miel, glucose, gomme arabique et bichromate de potasse : on sèche immédiatement à une douce chaleur pour éviter la cristallisation du bichromate et on expose sous un positif qu'on a dû choisir très doux et très transparent. L'exposition dure quelques secondes seulement ; trop longue, elle donnerait des épreuves pâles, trop courte, elle voilerait. L'épreuve, portée au laboratoire obscur, est laissée quelques minutes en repos pour qu'elle absorbe l'humidité de l'air, on la développe alors en passant sur sa surface non plus une poudre inerte, mais de l'émail finement porphyrisé que fournit le commerce pour la peinture sur émail : l'épreuve est développée comme nous l'avons dit plus haut, puis elle est recouverte d'une couche de collodion un peu épais qui emprisonne les poudres. Avant que le collodion soit sec, on le plonge dans un bain d'eau légèrement acidulé qui facilite le détachement de la pellicule. Celle-ci est lavée soigneusement à plusieurs eaux pour éliminer toute trace de sel chromique ; on la porte alors sur une plaque émaillée et on l'y fait adhérer soit à l'aide d'une solution de sucre, soit à l'aide d'un mucilage spécial, obtenu en faisant macérer des pépins de coing dans de l'eau contenant du borax. Nous n'entrerons pas dans le détail des soins minutieux qu'on doit apporter pour bien étendre la frêle pellicule, la placer convenablement et la faire sécher, mais on doit comprendre facilement combien est délicate cette opération. Il s'agit maintenant de fondre l'émail pour obtenir l'épreuve définitive : on se sert dans ce but d'un fourneau à moufle ; le collodion, sous l'influence de la chaleur, ne tarde pas à brûler, l'émail se vitrifie et la surface devient parfaitement glacée ; l'opération dure à peine trois minutes, on laisse lentement refroidir et la photographie est achevée, elle a tout le brillant des émaux et est absolument inaltérable.

Dans la classe 12, on pouvait admirer nombre de ces merveilleuses épreuves exposées par M. le comte de Roydeville, Mathieu-Deroche, Pinel Peschardière frères et M^{me} Berthe Robert ; la finesse des coloris, la profondeur des ombres, l'éclat des lumières classent ces épreuves parmi les œuvres d'art.

Il convient aussi d'ajouter dans cette catégorie les *photominatures* qui procèdent de la photographie. Une épreuve sur papier albuminé fin est collée au revers d'une plaque de verre légèrement bombée ; à l'aide de vernis spéciaux, on la rend absolument translucide et on applique au revers des teintes à l'huile, le modelé étant fourni par la photographie. Cette application spéciale de la photographie permet d'obtenir de jolis portraits un peu moins froids que les monochromes fournis par les sels d'argent ou de platine ; ces derniers cependant peuvent être teintés légèrement en employant des couleurs spéciales,

nous citerons entre autres celles qu'exposait le chimiste Encausse. Ce sont des couleurs d'aquarelles préparées à l'albumine par un procédé resté secret, elles sont étalées sur de petits supports en carton et s'emploient comme les couleurs à l'eau ordinaires. Grâce à elles on peut modifier la crudité des épreuves noires, mais il est absolument indispensable que cette retouche colorée soit faite avec délicatesse sinon on n'obtient que des épreuves lourdes et grossières trop semblables à l'imagerie naïve d'Epinal.

Dans ce rapide exposé, il ne nous est pas loisible de parler de tous les procédés qui ont été successivement présentés, ils sont fort nombreux, mais souvent n'ont eu qu'une éphémère existence, nous avons dû décrire seulement ceux que la pratique journalière a consacrés.

IV. — Procédés aux encres grasses

SOMMAIRE. — Classification des phototirages. -- Anciennes appellations. — Principes des phototirages. — Les gélatines bichromatées. — I. Photocollographie, méthodes diverses. — L'autocopiste Raymond. — II. Phototypographie. — Le gillotage. — Méthode des réseaux. — III. Photoglyptographie.

Dans la nouvelle nomenclature photographique on a réservé à tous les tirages industriels le nom de *phototirages*. Les procédés successivement proposés sont légion et les termes, le plus souvent fantaisistes, qui les désignaient ne permettaient pas facilement d'établir une classification méthodique. Grâce à la nouvelle nomenclature, il nous sera possible de débrouiller ce chaos et nous pourrons répartir en trois grandes classes les divers genres de phototirages.

Il ne nous est pas possible dans un ouvrage comme celui-ci de décrire ces multiples procédés, mais en indiquant sur quels principes ils sont basés nous aurons suffisamment éclairé le lecteur sur leur valeur et leur mode d'emploi.

Les phototirages peuvent se diviser en quatre grandes classes :

I. Les *photocollographies* qui procèdent à la manière de la lithographie, c'est-à-dire que la planche type est constituée de telle sorte que certaines parties sont aptes à recevoir l'encre grasse, apportée par le rouleau encreur, tandis que d'autres repoussent cette encre. Le plus ou moins d'aptitude de la couche à s'encrer donne la dégradation du noir au blanc : ce genre de tirage a pris son nom de cette particularité que la couche est formée par une mince lame d'un colloïde humide, gélatine ou albumine.

II. Les *phototypographies* procèdent à la manière de la typographie, c'est-à-dire que les parties destinées à prendre l'encre d'impression sont en relief par rapport à celles qui doivent, par réserve, former les blancs. La partie la plus délicate est l'obtention des demi-teintes, il faut que, par un artifice, ressemblant à celui qui est employé par les graveurs, on obtienne par un pointillé ou des tailles, un mélange convenable de noir et de blanc donnant le modelé : nous examinerons plus tard les diverses solutions employées.

III. La *phototypographie* est assimilable à la gravure sur cuivre, elle donne des planches gravées en creux : ces creux garnis d'encre grasse donnent une épreuve tirée par les procédés de la taille douce ou de l'aqua tinta.

IV. La *photoplastographie* procède à la façon de la gravure en creux, la planche est creusée plus ou moins profondément, les creux sont remplis d'une encre gélatinée et les surfaces planes soigneusement essuyées : ces dernières fournissent les blancs, tandis que les épaisseurs plus ou moins considérables d'encre donnent toutes les dégradations voulues.

Les classes I, III et IV servent aux tirages hors texte, la classe II permet de faire le tirage concurremment avec celui de la typographie, avantage considérable qui permet de donner aux illustrations des livres un caractère d'authenticité absolu.

Si à ces quatre classes nous voulons rattacher les divers procédés en leur conservant leurs anciennes applications nous aurons la liste suivante :

1^{re} classe. — Photocollographie : photolithographie sur pierre ou zinc de Poitevin, procédé à l'albumine ; topogravure sur pierre ou zinc de la Noë, procédé au bitume de Judée : phototypie (Tessié du Motay et Maréchal), collotypie, héliotypie, etc., etc.

2^e classe. — Phototypographie : gravure sur zinc de Gillot, appelée aussi Gillotage ; gravures sur zinc ou cuivre telles que l'héliogravure, la photogravure, l'héliographie, la zincographie, etc.

4^e classe. — Photoplastographie : vodburytypie, photoglyptie, etc.

Pour nous résumer, nous dirons qu'au moment du congrès il n'y avait pas moins de 60 termes destinés à désigner, en France, les divers procédés, appellations ne donnant pour la plupart aucune indication sur leur mode opératoire et qui amenaient, par suite, les confusions les plus complètes.

Ces grandes divisions, qu'il était nécessaire d'établir pour rendre plus clair notre travail, feront chacune l'objet d'une étude spéciale ; cependant il est utile d'exposer tout d'abord sur quels principes sont basés les phototirages mécaniques.

Ils reposent tous sur les diverses modifications de la gélatine et des colloïdes bichromatés en présence de la lumière, découverte faite par Poitevin et qu'il a résumées dans les lois suivantes :

1^o La gélatine bichromatée devient insoluble plus ou moins profondément

dans l'épaisseur de sa couche, proportionnellement à l'intensité lumineuse qui l'a frappée.

Cette première loi est la base du procédé au charbon que nous avons exposé dans le chapitre I de la 3^e partie ; on conçoit, d'autre part, que la gélatine soluble ayant disparu dans les lavages à l'eau chaude l'image se trouve formée par des reliefs et des creux qui pourraient fournir par compression ou par moulage galvanoplastiques des planches résistantes, aptes à être tirées par les procédés typographiques (phototypographie, photoplastographie).

2^o La gélatine bichromatée, mise dans l'eau froide, ne se gonfle pas dans les parties qui ont subi l'impression lumineuse ; les autres parties, au contraire, prennent un relief assez considérable (photocollographie).

3^o La gélatine bichromatée légèrement humectée ne prend l'encre d'impression que sur les parties insolées et la repousse sur les autres.

Ce fait provient de ce que les parties insolées sont devenues insolubles, et il y a lieu de noter que cette double propriété est absolument similaire à celles de la pierre lithographique traitée par les acides ; cette loi deviendra donc la base des procédés connus autrefois sous le nom de photolithographie.

4^o La gélatine bichromatée en présence de la lumière perd de ses propriétés adhésives et hygrosopiques.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que c'est la base des procédés par saupoudrage et des émaux photographiques.

I. PHOTOCOLLOGRAPHIE.

La photocollographie procède absolument comme la lithographie basée sur cette propriété qu'une pierre convenablement traitée peut se charger en certaines parties d'encre grasse spéciale, tandis que dans d'autres parties elle reste imprégnée d'eau et par suite repousse l'encre.

La photocollographie peut s'exécuter de trois façons différentes qui ont donné lieu à de nombreuses variantes, mais qui toutes trois reposent sur l'emploi de la gélatine bichromatée.

1^{re} méthode. — Si sur une pierre on dépose une très mince couche de gélatine bichromatée et qu'on expose au soleil sous un cliché, par des lavages convenables la gélatine soluble sera éliminée et la pierre sera traitée par les moyens ordinaires ; cette méthode est donc comparable à la lithographie dans laquelle le dessin est directement fait sur pierre.

Poitevin recouvrait la pierre d'une mince couche d'albumine bichromatée lorsque celle-ci était sèche on exposait sous le cliché et après insolation convenable, on recouvrait, dans une chambre obscure, tout le dessin d'une couche d'encre lithographique à l'aide d'un rouleau : opération que les lithographes appellent *faire tableau noir*. La pierre était ensuite plongée dans un bain

d'eau où l'albumine non impressionnée et par suite encore soluble se gonflait, enfin un essuyage léger au tampon enlevait cette albumine qui, entraînant l'encre dont elle était recouverte, laissait la pierre à nu. Celle-ci traitée à la gomme et à l'acide était alors propre au tirage ; dans ce procédé, les noirs étaient donc obtenus par de l'albumine insoluble adhérente à la pierre et les blancs par la pierre humide, c'est-à-dire inapte à recevoir l'encre grasse. On conçoit qu'un tel moyen ne peut donner les dégradés des ombres, le tirage est toujours dur : nous ne citerons que pour mémoire les essais nombreux tentés pour former *un grain* artificiel permettant d'avoir les demi-teintes : l'un de ces procédés, appliqué par Albert de Munich, est connu sous le nom d'*albertypie*.

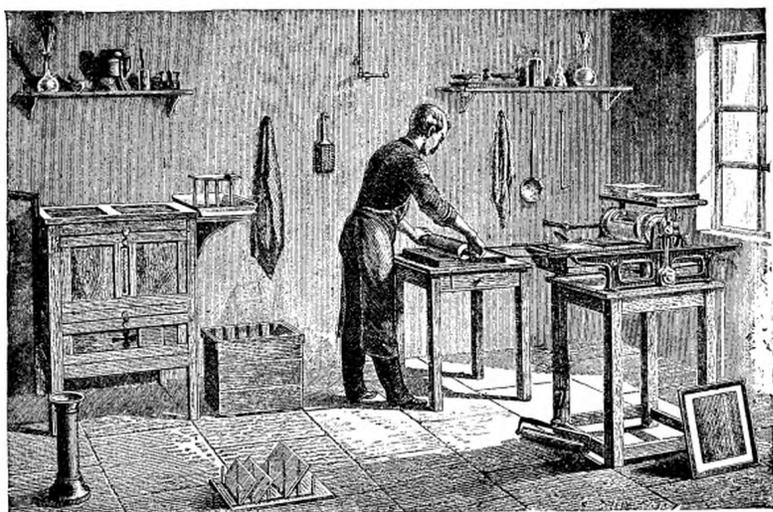


Fig. 65. — Atelier de photocollographie.

Rodrigue a remplacé la pierre par le zinc et a créé la *zincographie* ; de là Noë et Mauguet ont employé le zinc et pris comme couche sensible le bitume de Judée qui, sous l'influence de la lumière, devient insoluble dans la benzine. Le premier a créé, sous le nom de *topogravure*, un procédé permettant la reproduction des calques sur papier végétal dans le genre de celle que nous avons décrit à propos des procédés au bleu de Prusse.

Le peu de finesse des épreuves, la difficulté d'obtenir des teintes adoucies ont fait renoncer à cette première méthode.

2^e méthode. — On sait qu'en lithographie on peut obtenir la planche de tirage en dessinant sur papier avec une encre spéciale le dessin à reproduire : l'original est mis en contact avec la pierre et par pression on le *reporte* sur celle-ci ; tels sont les procédés dits *par report* ou les procédés d'*autographie*. On peut agir de même pour reporter une épreuve photographique.

Il y a dans la préparation des reports deux grosses difficultés à vaincre ; l'encre, au moment du report, tend à s'écraser sous la pression et à élargir par suite les traits, d'autre part le papier sur lequel est l'image, laminé par la presse, s'allonge et change les dimensions relatives des lignes du dessin. Enfin, le report s'exécutant d'après les procédés de la première méthode, ne peut que difficilement donner les demi-teintes. Sans entrer dans le détail des divers procédés successivement proposés, nous signalerons que Rodrigue employait comme support du dessin initial une feuille mince d'étain ; Fleury-Hermagis, sous le nom de *papyrolithe*, se servait d'une feuille de papier gélatinée, afin d'obtenir le grain on a employé des réseaux imprimés sur le phototype et dont nous aurons à parler à propos de la phototypographie.

3^e méthode. — Cette méthode étant, à l'heure actuelle, la plus employée et donnant de très belles épreuves nous entrerons dans de plus amples détails : elle est d'habitude connue sous le nom de *phototypie*, appellation que lui avaient imposée ses premiers inventeurs Tessié du Motay et Maréchal.

Une glace épaisse de verre est d'abord recouverte d'une mince couche d'albumine bichromatée et insolée, puis lavée pour enlever tout l'excès de bichromate. Cette première préparation a pour but de former à la surface du verre une couche bien adhérente sur laquelle on pourra couler une lame épaisse de gélatine, qui, grâce à ce substratum, ne cherchera pas à quitter le verre ou se déchirer lors des manipulations ultérieures.

La gélatine ayant été bichromatée au bain et séchée est exposée sous un négatif. Celui-ci doit être retourné, sinon on obtiendrait une épreuve renversée et l'emploi des clichés pelliculaires, qui se tirent indifféremment sur l'une ou l'autre face, est tout indiqué.

L'image formée est, comme nous l'avons expliquée à propos des tirages au charbon, toute en surface ; entre elle et la glace existe une couche de gélatine imparfaitement insolée qui pourrait, lors du tirage, peu à peu s'imbiber d'eau et par suite se décoller ; aussi est-il absolument utile, avant de procéder au tirage, d'exposer un instant le dos de la glace au soleil, en ayant soin de protéger la face imprimée. On y arrive en appuyant celle-ci sur une étoffe noire, mate : l'insolation du dos de la glace doit être relativement courte, sinon on s'exposerait à gagner les grands blancs et, par suite, à les voiler ; en tous cas cette opération assure l'adhérence et l'insolubilité des couches inférieures et facilite le travail de la presse.

L'épreuve est alors reportée dans un cabinet obscur et abondamment lavée pour enlever toute trace de bichromate qui salirait les épreuves et, continuant son action, amènerait un voile général.

Au début, on employait les presses lithographiques ordinaires à rateau, mais l'action un peu brutale de ces machines a fait bientôt recourir aux presses à cylindre qui ménagent mieux la couche si fragile de gélatine. En Angleterre,

on a préconisé les presses à plateau, qui impriment par pression verticale. Ces divers genres étaient représentés à l'Exposition de 1889, dans la Galerie des Machines ; M. Poirier exposait sa presse à rateau, M. Alauzet, sa presse à cylindre ; M. Raymond, avec l'*autocopiste*, employait la presse à plateau.

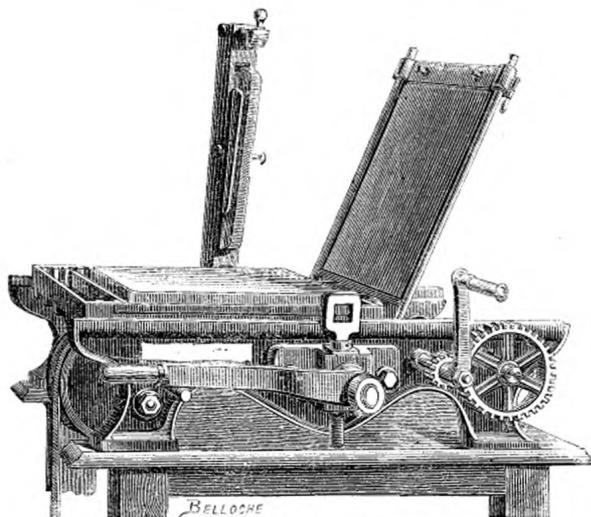


Fig. 66. — Presse à rateau.

La planche gélatinée, étant déposée sur la *table* de la presse, est soigneusement calée et au besoin scellée au plâtre : on la mouille abondamment soit à l'eau pure, soit mieux avec de l'eau additionnée de glycérine et de sucre qui s'opposent à une trop prompte dessiccation. Lorsque la gélatine est bien imbibée, on enlève l'excès d'eau et on procède à l'encrage. Il y a là toute une série de tours de main sur lesquels nous ne nous apesantirons pas : une encre trop dure rend le dessin froid, trop molle l'empâte ; un mouillage incomplet amène des voiles, un mouillage trop abondant donne des épreuves grises. Telle est à grands traits la marche de l'opération, à l'heure actuelle, le procédé est si sûr que le tirage peut se faire à la presse mécanique, en employant des encres convenablement teintées, et nous citerons ici la maison Lorilleux qui a su se faire dans ce genre une réputation bien méritée. On peut obtenir des épreuves qui imitent à s'y méprendre les photocopies aux sels d'argent, surtout si on a soin de leur donner un glacé à l'aide d'une couche de vernis.

Une application de ce procédé était faite en petit dans la classe 12, nous voulons parler de l'ingénieux appareillage présenté par M. Raymond sous le nom d'*autocopiste photographique*.

La couche de gélatine est appliquée sur une feuille de parchemin en rouleau ;

un morceau, de grandeur voulue, ayant été découpé, est sensibilisé au bichromate ; après dessiccation, il est insolé sous le cliché : on assure l'adhérence au papier par une insolation du dos, puis on débarrasse la couche de l'excès de bichromate par des lavages ; la feuille encore humide est étendue sur un cadre spécial qui, en se refermant, la tend sur un plateau doublé de feutre : on mouille avec de l'eau contenant de la glycérine, on essuie l'excès d'eau et on passe le rouleau peu chargé d'encre. L'encrage terminé on étale sur l'épreuve une feuille de papier et on porte sous une presse à copier dont on fait descendre le plateau et on continue le tirage de cette façon. Comme on le voit, c'est le procédé industriel réduit à un petit volume.

Les supports les plus divers ont été tour à tour proposés et employés, ceux qui sont d'un usage le plus répandu sont : le verre, le cuivre, le zinc et la pierre lithographique. Les types de presses sont aussi très nombreux depuis les petits modèles de Poirier et d'Alauzet jusqu'aux grandes machines mues à la vapeur. La douceur des épreuves, leur modelé font de ce procédé une des plus belles applications de la photographie à la reproduction industrielle des dessins.

II. PHOTOTYPOGRAPHIE

La production des planches phototypographiques n'a pas été sans exercer la sagacité des inventeurs, le problème était très délicat et avant d'exposer le mode opératoire, il sera bon d'indiquer quelles étaient les données.

Le cliché typographique, tel que ceux employés à illustrer ce volume, se compose de lignes en relief obtenus en creusant sur une surface bien plane les parties qui doivent fournir les blancs ; reliefs donnant du noir et creux produisant du blanc, tels sont les deux seuls éléments mis à la portée de l'artiste. Pour obtenir les demi-teintes celui-ci alterne les tailles et les reliefs de manière à faire changer dans une surface donnée les rapports du blanc au noir pour obtenir toutes les dégradations possibles. Faut-il des pénombres gris-noirs, les pleins seront larges et en majorité ; faut-il des teintes légères, estompant les grandes lumières, les pleins s'affineront et les creux seront plus nombreux. Par des séries de hachures ou de pointillés, les effets pourront se varier à l'infini et fournir le modelé voulu.

Lorsque le cliché négatif, le phototype, sera la reproduction d'un dessin au trait ou ombré par hachures, la difficulté sera minime, mais lorsque le phototype, pris sur nature, procédera par teintes continues et adoucies, il faudra avoir recours à un artifice quelconque pour obtenir les dégradés : de là une division toute naturelle des procédés employés pour la production du cliché phototypographique.

Le premier procédé tire son appellation du nom de son inventeur, c'est le gillotage ; le second s'appelle *procédé des réseaux*, par suite de l'artifice employé

Le gillottage s'exécute dans ses grandes lignes de la façon suivante :

Une planche de zinc, bien plane, est recouverte d'une couche de bitume de Judée dissous dans la benzine cristallisée et exposé sous un cliché de dessin au trait. Lorsqu'on juge que la couche sensible est suffisamment insolée, on la porte dans le cabinet obscur et on la développe en dissolvant à l'essence le bitume resté soluble : on a alors une image constituée par de légers filaments de bitume qui tranchent sur le fond bleuâtre du zinc. On encrène légèrement avec une composition spéciale capable, par les matières grasses qu'elle contient, de ne pas se laisser attaquer par les acides qui seront employées pour creuser la planche. On se sert, pour cette première *morsure*, d'un acide très faible, souvent même du perchlore de fer. Si l'action se prolongeait l'acide rongerait non seulement verticalement pour faire les creux, mais aussi horizontalement et attaquant, par le côté, les parties réservées par le bitume, détruirait l'épreuve.

Dès qu'on a produit un premier creux très léger, on encrène de nouveau, puis on chauffe légèrement la planche : l'encre se fond peu à peu et s'écoule sur le flanc des traits déjà creusés et protégera plus tard ces parties lorsqu'on fera la seconde morsure plus vive et plus profonde. Par une série d'encrages, suivis d'un chauffage de la plaque pour *faire couler* l'encre et de *morsures* à l'acide de plus en plus vives, on arrive à avoir pour les traits fins du cliché un creux égal à la largeur des traits, règle toujours exactement observée en typographie.

Ainsi le trait n'est pas constitué par une hachure à flancs verticaux, mais bien par l'arête de sortes de petits escaliers aux marches de plus en plus hautes en descendant de la surface au fond du creux. Lorsque les creux les moins profonds — traits les plus fins — sont obtenus, on recouvre toute cette partie de l'ouvrage de vernis et on continue les morsures en réservant toujours au fur et à mesure les parties achevées.

Pour les grands blancs, on les prépare à l'acide et on les enlève plus tard à la scie à découper. Enfin on nettoie la planche, on la découpe à la grandeur nécessaire, on la cloue sur une planchette de bois qui lui donnera la hauteur de l'œil de la lettre et le cliché est prêt.

L'opération demande une certaine habileté, que de nombreux tours de main viennent aider du reste. Nombre d'ouvrages, à l'heure actuelle, sont illustrés par les procédés au gillottage, procédés très bon marché, surtout si on les compare aux dispendieux dessins sur bois. Beaucoup de publications illustrées l'emploient et la réussite est assurée à la condition qu'on tire sur papier fin et très glacé et en se servant d'encres et de rouleaux de première qualité. Les dessinateurs se contentent d'établir leur composition plus grande qu'elle ne doit être plus tard et l'ombrent par des tailles espacées ; l'appareil photographique, en réduisant l'original, resserre les hachures, leur donne plus de délicatesse et le dessin prend un fini que ne possédait pas toujours l'original ; un des procédés très employés, à l'heure actuelle, consiste à dessiner la composition sur un

papier finement strié, les grands blancs se font au grattoir et des hachures en croisant les stries primitives donnent aux ombres une grande douceur.

Lorsqu'il s'agit de reproduire en photographie une épreuve en teintes continues, la difficulté est plus grande. Des nombreux procédés successivement inventés le plus employé est le suivant ou une de ses variantes. Du phototype on tire par contact un positif sur verre soit à la dimension voulue, soit mieux un peu plus grand.

Sur de minces pellicules on a imprimé, à l'avance, des stries parallèles ; la planche est obtenue à l'aide d'une machine spéciale qu'on nomme *machine à griser* et qui sert du reste à préparer le papier strié dont nous avons parlé plus haut. Deux pellicules ainsi imprimées sont collées dos à dos en entrecroisant les lignes, soit à angle droit, soit obliquement, c'est là affaire au photographe ; cet ensemble est collé derrière le positif contre la couche impressionnée et du tout on tire une épreuve qui donnera un négatif à hachures parallèles. Dans bien des cas, la planche est ainsi tirée, ce qui donne à l'épreuve comme une sorte de voile général qui n'est pas sans grâce.

D'autres graveurs, au contraire, pour donner plus d'opposition, enlèvent au grattoir sur la planche les stries dans les grandes lumières, ou retouchent le négatif pour faire disparaître ces hachures.

Le choix du réseau, sa disposition, sa conservation totale ou partielle constituent autant de genres différents : au réseau croisé certains photographeurs préfèrent une sorte de pointillé ; en Amérique, on se contente souvent même d'un simple striage oblique. Quoiqu'il en soit, les épreuves de MM. Petit, Fernique, Michelet, Dujardin, etc., montraient suffisamment aux visiteurs de la classe 12 à quel point en est arrivée la phototypographie et le parti qu'on en peut tirer.

III. PHOTOGLYPTOGRAPHIE

La photoglyptographie est la partie de la photographie qui s'occupe de l'obtention des planches en creux à la manière de la gravure ; c'est ce qu'on nommait autrefois la *photogravure* : dans ce mode d'impression, il s'agit d'obtenir sur une surface métallique plane une série de tailles qu'on remplit d'encre grasse, le reste de la planche étant bien essuyé on presse sur la plaque gravée, une feuille de papier et celle-ci se charge de l'encre d'imprimerie, les blancs sont fournis par tous les points de la plaque qui ont été en contact avec le papier : C'est comme on le voit le procédé inverse de la typographie.

Plusieurs méthodes de photoglyptographie ont été proposées sous les noms de : Héliographie, Héliogravure, Photogravure, etc. Il est bon de noter que les premières recherches de Niepce étaient dirigées dans le but d'obtenir une gravure en creux sur plaque d'étain ; la substance sensible était le bitume de Judée.

Dans cette méthode se présentent deux modes opératoires, répondant à ceux que nous avons indiqué en parlant de l'impression en relief : l'un se rapporte au dessin au trait, l'autre au dessin modelé. Le premier fournit des épreuves se rapprochant de la *gravure en taille douce* ou de l'*eau forte*. L'autre procède à la fois de l'eau forte et de l'aqua tinte. Dans l'une et l'autre il est bon de donner du *grain* à la planche, c'est-à-dire de former dans les grands noirs et les pénombres une sorte de pointillé qui, empêchant le métal d'être *mordu* par l'acide employé pour faire les tailles, formera sur l'épreuve une sorte de réseau de points blancs qui adoucira la crudité des teintes. On emploie dans ce but le procédé habituel aux graveurs qui consiste à recouvrir la planche d'une poussière plus ou moins fine de résine ; celle-ci fondue à une douce chaleur s'attachera au métal et le mettra à l'abri de l'action des acides : les opérations finies on se débarrassera à l'aide d'un dissolvant convenable de la résine et le métal mis à nu formera sur le fond en creux une série de petits points en reliefs sur lesquels l'encre ne prendra pas.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail assez compliqué des manipulations, nous renverrons aux traités spéciaux ; nous dirons seulement que l'épreuve définitive n'est obtenue que par une suite d'expositions au soleil suivies de morsures à l'acide en ayant soin de varier la grosseur du grain suivant l'effet désiré. Au besoin, par des empâtements de résine, on fait ce qu'on nomme des réserves ; c'est-à-dire que dans les parties que l'on juge suffisamment approfondies par le premier bain d'acide, on met une couche qui empêchera l'action ultérieure des bains de morsure, destinés à approfondir les points où il y aura lieu de pousser au noir.

Dans tous les procédés que nous venons de décrire l'épreuve est donc formée d'encre grasse c'est-à-dire absolument inaltérable ; la planche photographique peut fournir un grand nombre d'épreuves et souvent dans des temps très courts, ce sont là des procédés réellement industriels, que les éditeurs de nos jours mettent de plus en plus à profit pour l'illustration des livres et dont de nombreux spécimens étaient exposés tant dans la classe 12 que dans la classe 11 (application usuelle des arts du dessin et de la plastique) et la classe 9 (imprimerie et librairie).

V. — Photoplastographie et Photogalvanographie

SOMMAIRE. — Principe de la photoplastographie. — Obtention du moule en creux. — Mode de tirage. — Suppression de la presse hydraulique. — Photogalvanographie. — Tirages en couleur.

La photoplastographie est un procédé de tirage tout particulier dont nous allons chercher à faire comprendre le principe par une explication préalable.

Nous avons vu que l'épreuve de photographie au charbon, pour lui conserver son ancienne appellation, est formée par des reliefs plus ou moins épais de gélatine colorée, reliefs à peine sensibles après dessiccation, mais qui n'en existent pas moins et qu'on pouvait parfaitement percevoir alors que la gélatine était encore gonflée d'eau. Or si, par un procédé quelconque, on avait pu mouler ce relief de la gélatine humide, puis que, dans le creux ainsi obtenu, on ait versé une couche de gélatine colorée chaude, enfin qu'on ait posé sur le tout une feuille de papier, la gélatine en se refroidissant se serait attachée au papier et celui-ci aurait porté à sa surface une image exactement semblable à celle du cliché type et en séchant elle aurait donné une épreuve *au charbon*, obtenue par un procédé mécanique. Tel est le mode d'opérer de la photoplastographie, appelée du nom de son inventeur : *Woodburytypie* et en France *Photoglyptie*. Grâce à ce procédé la maison Goupil entre autres a pu fournir au commerce de magnifiques épreuves qui semblaient absolument tirées par les méthodes habituelles de photographie.

Maintenant que l'esprit du procédé nous est connu, donnons à grands traits le mode opératoire.

En premier lieu, il s'agit d'obtenir le relief type : on coule sur verre une solution chaude de gélatine contenant du bichromate de potasse et de la glycérine. La proportion de gélatine est assez élevée et la couche doit avoir une forte épaisseur. Le verre ayant été passé au talc de manière à empêcher l'adhérence de la gélatine, lorsque celle-ci a été séchée à l'étuve, elle peut être enlevée et forme une pellicule souple grâce à la glycérine qu'elle contient. On expose sous un négatif et on la développe comme nous l'avons indiqué pour le procédé au charbon, en ayant soin, pour lui donner de la soutienue, de la coller sur une feuille de verre. Le développement à l'eau chaude débarrasse la pellicule de toute la gélatine non insolée et en quelques heures, car ce dépouillement doit être fait lentement, le dessin se trouve nettement tracé en un relief très accusé : on durcit la couche au bain d'alun et on fait sécher.

Le relief obtenu, il s'agit de fournir le creux nécessaire à l'impression : au début, on procédait par moulage au plâtre, mais, vers 1866, Woodbury inventa le moulage par pression, qui donne des épreuves incomparablement plus nettes et plus fidèles.

Sur le plateau d'une forte presse hydraulique on place une plaque d'acier soigneusement dressée et par dessus le relief de gélatine qu'on a séparé de son support provisoire de verre : sur le relief on dispose une plaque de plomb dont la face a été bien planée et talquée, enfin on recouvre le tout d'un bloc d'acier. La presse est mise en action, et sous son effort à la fois lent et puissant, le plomb est petit à petit amené à se mouler exactement sur le relief de gélatine : en quelques minutes l'opération est achevée : la plaque de gélatine n'a été nullement déformée par l'opération et est apte à donner de nouveaux moules en creux.

Celui-ci cependant est scellé au plâtre sur la table d'une presse spéciale : il est soigneusement mis de niveau et dans ce but, pendant que le plâtre est encore mou on pose à sa surface quelques doubles de papier et on descend le plateau mobile à refus. Lorsque le plâtre est bien pris, on relève le plateau et, grâce à un dispositif assez simple, on l'éloigne de la plaque. On verse dans le moule un mucilage de gélatine coloré avec une mixtion convenable : la gélatine doit être maintenue liquide par la chaleur, mais à une température très voisine de la prise. Le moule étant rempli, on place par dessus une feuille de papier et on abaisse le plateau mobile. Celui-ci, par compression, fait jaillir au dehors la gélatine en excès ; on maintient sous presse pendant quelques instants afin de laisser prendre la gélatine puis on soulève la feuille de papier qui entraîne avec elle la mixtion colorée, il n'y a plus qu'à faire sécher. Il est inutile de dire que dans la pratique il est de multiples précautions à prendre : graissage du moule de plomb, choix de la gélatine, glaçage spécial du papier, etc., etc.

Les épreuves sèches sont mises à durcir dans un bain d'alun, rincées et séchées de nouveau, enfin on leur donne du brillant en les frottant avec un vernis à la gomme laque.

En général, un moule bien soigné peut donner environ 300 épreuves ; mais pour une production plus grande le relief en gélatine pourra fournir autant de moules qu'il sera nécessaire, bien que la pression qu'il ait à supporter soit très énergique ; elle est en effet d'environ 500 kilogrammes par centimètre carré, ce qui ne donne pas moins de 117 000 kilogrammes pour une épreuve courante 13×18 .

Si le tirage de ces épreuves fournit de très beaux résultats, il n'en ressort pas moins que l'outillage est assez compliqué ; à diverses reprises on a essayé de se passer de la presse hydraulique et une des meilleures solutions, donnée du reste par Woodbury, est la suivante : Un papier au charbon spécial très riche en gélatine, peu en matière colorante, est sensibilisé au bichromate et insolé sous cliché à la façon habituelle. On le développe par les procédés connus en le faisant adhérer à une glace et lorsque l'épreuve est finie et alunée, elle se présente avec un certain relief sur son support transparent ; lorsqu'elle est bien sèche on la graisse fortement, puis on étale à sa surface une feuille mince de papier d'étain : celle-ci, à l'aide d'une pression légère, dans une presse à copier, suivie de polissages au tampon, ne tarde pas à pénétrer dans tous les creux et à se mouler exactement sur le relief de gélatine : Dans cet état, on la décape avec de la potasse caustique et on la porte dans un bain de galvanoplastie où on la recouvre d'une forte couche de cuivre : on a ainsi un creux plus résistant que le moule en plomb et qui est apte à tirer un grand nombre d'exemplaires.

Nous citerons pour mémoire les moules en plâtre aluné ou en composition Spence (sulfure de fer), etc., qui n'ont du reste pas donné de bons résultats : Ces genres d'impressions ont été connus un temps sous le nom d'*hélioplastie*.

L'emploi de la pile pour obtenir le moule nécessaire au tirage des photographies a donné naissance à une série de procédés destinés à fournir des planches propres aux tirages typographiques (en relief) ou aux tirages en taille douce (en creux). Si une planche recouverte de bitume de Judée est exposée sous un négatif, puis développée, que cette planche serve d'anode soluble dans un bain galvanique, les parties non protégées par le bitume seront creusées et finalement on aura une planche semblable aux gravures en relief ordinairement employées en typographie.

Si, au contraire, on obtient le positif sur gélatine bichromatée, et qu'on en fasse un contre-moule par un dépôt de cuivre galvanique, on aura une planche dans le genre des planches gravées; mais il faut dans ce cas que le fond des tailles soit rugueux pour retenir convenablement l'encre grasse: on est arrivé à ce résultat par des moyens divers, soit qu'on ait mélangé à la gélatine des poudres dures, émeri fin, verre pilé, grès, soit que par une action chimique on ait déterminé à la surface de la gélatine une sorte de vermiculation se traduisant par des petites aspérités dans le moule.

Ces divers procédés ont été employés à plusieurs reprises, et successivement abandonnés; nous ne les citons que pour mémoire.

En général, tous les modes de tirages industriels que nous venons d'énumérer dans ces deux derniers chapitres, sont d'un usage très fréquent à l'heure actuelle; ils ont permis, et ce n'est pas là surtout un de leurs moindres mérites, d'aborder les impressions en couleurs, soit qu'on se serve de phototypes spéciaux pour chaque couleur, soit que le phototype unique, mais convenablement retouché, fournisse diverses planches qui ne sont attaquées que dans les parties utiles pour chaque couleur employée. Nous reviendrons du reste sur cette question dans la quatrième partie, mais il convenait dès à présent de signaler cette application des tirages photomécaniques.

VI. — Le Stéréoscope

SOMMAIRE. — Théorie du stéréoscope. — Vision binoculaire. — Appareils photographiques. — Le stéréoscope. — Ses divers modèles. — Ses applications.

Un travail comme celui-ci serait incomplet, si nous ne traitions pas une application des plus intéressantes de la photographie: nous voulons parler de la représentation des objets en relief, la *stéréoscopie*, d'autant plus que, comme appareils et comme épreuves, elle était largement représentée à la classe 12 et dans nombre de sections étrangères.

Un mot d'abord pour expliquer la théorie de la stéréoscopie : si notre vue nous permet de nous rendre compte du relief des choses qui nous entourent, c'est que cet organe est double, et que chacun de nos yeux a une perception différente de l'autre : l'œil droit, et il est facile de s'en convaincre par une simple expérience, ne voit pas seulement la face antérieure d'un corps, mais il voit aussi, plus ou moins en raccourci, la face latérale droite ; il en est de même pour l'œil gauche, qui voit la face antérieure et la face latérale gauche, pourvu toutefois que l'objet ne soit ni trop éloigné, ni trop rapproché. Les deux images se superposent pour nous, car la vision binoculaire ne nous fait percevoir qu'un seul et même objet ; mais en même temps que nous avons la connaissance des deux dimensions de la face antérieure, nous sentons en quelque sorte la troisième dimension par les deux demi-impressions latérales fournies par les deux yeux.

Or la chambre du photographe ne voit les objets que par un œil unique l'objectif, elle est dans la situation d'un borgne, et ses épreuves ne peuvent nous donner une impression du relief si une perspective très marquée par le fuyant des lignes, ne vient aider notre raison à saisir la profondeur du tableau regardé.

Mais si le même paysage était photographié par deux chambres placées côte à côte et dont les objectifs seraient espacés à la façon de nos yeux nous aurions deux images qui correspondraient aux images séparées perçues par nos yeux, il suffira de les regarder dans un instrument construit de telle sorte que l'œil droit ne puisse voir que l'image droite et de même pour l'œil gauche, de plus il sera bon qu'un système optique, un prisme, dévie les deux images de manière à les superposer et aussitôt nous aurons la sensation du relief. L'usage nous a tellement rendu familier avec cette façon de voir les objets en relief qu'il faut tout un raisonnement pour s'en rendre compte et qu'on est toujours surpris en regardant les épreuves stéréoscopiques et en ressentant l'impression toute nouvelle d'une image plane prenant tout à coup une profondeur inaccoutumée.

Les appareils destinés à faire les vues stéréoscopiques se composent d'une chambre étroite munie de deux objectifs séparés d'axe en axe par une distance de 70 millimètres, écart moyen des yeux. Une séparation dans l'intérieur de la chambre la divise en deux parties égales et empêche les rayons émanés d'un des objectifs de tomber sur l'image de l'autre.

L'écart de 70 millimètres est celui qui est le plus communément employé mais pour les vues panoramiques ou pour donner du relief aux arrière-plans on peut pousser l'écart plus loin et dans ce cas on se sert soit de deux chambres, soit d'une seule chambre munie d'un multiplicateur, mais il faut bien entendu que les objectifs convergent aux deux extrémités de leur course sur un même point de l'horizon.

Lorsqu'on emploie l'appareil stéréoscopique pour faire de l'instantané, il faut user d'un obturateur qui ouvre et ferme les deux objectifs bien en même temps,

sinon les deux images représentant deux phases différentes d'un même mouvement ne seraient plus superposables.

Les procédés de développement et de tirage des épreuves sont les mêmes que ceux qui sont communément employés; cependant, pour le montage des épreuves, il y a quelques précautions à prendre par suite de l'inversion des images par le négatif; l'image de droite se trouve reportée vers la gauche et inversement; il y a donc lieu de découper les épreuves et de les remettre dans l'ordre voulu; d'autre part, pour que la superposition des lignes se fasse avec facilité, il faut que les images d'un même point ne soient pas séparées par un espace plus grand que l'écartement normal de nos yeux. Comme on le voit ce repérage demande quelques soins et, s'il est mal exécuté, l'image perd complètement sa valeur.

L'appareil qui sert à regarder les épreuves, le stéréoscope, a pris bien des formes différentes, deux seulement ont prévalu; la forme anglaise a l'aspect d'un tronc de pyramide à base rectangulaire allongée; dans la grande base s'introduisent les vues, sur la petite base sont fixées deux lentilles grossissantes; une crémaillère pour mettre au point, et un réflecteur à glace complètent l'appareil: on est obligé pour chaque changement de vue, de retirer l'épreuve connue, pour lui en substituer une autre; d'autre part on éprouve une certaine fatigue à maintenir horizontal l'instrument quelque léger qu'il soit.

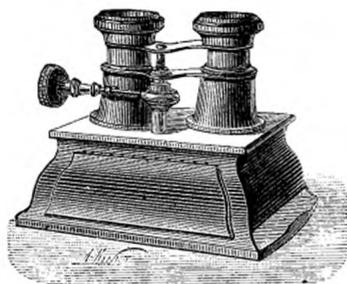


Fig. 67. — Stéréoscope forme anglaise.

C'est pour parer à ces inconvénients qu'a été créé le stéréoscope dit américain. Une borne carrée, plus ou moins haute, contient à l'intérieur une chaîne de galle sur laquelle sont fixées les vues, et qu'on peut manœuvrer du dehors à l'aide d'un bouton. A la partie supérieure d'une des faces latérales sont fixées deux lentilles grossissantes; avec un tel appareil on n'a donc plus qu'à regarder devant soi et, en agissant sur le bouton, on amène successivement les vues dans le champ des lentilles.

Si les verres grossissants ont l'avantage de donner plus de surface apparente aux images (celles-ci ont 70 millimètres de haut sur 75 millimètres de large), elles ont l'inconvénient d'exagérer le grain du papier, ce qui produit souvent un effet désagréable. Les vues sur verre n'ont pas ce grave défaut. Elles s'obtiennent en tirant la photocopie sur une lame de verre recouverte d'une couche d'albumine sensibilisée ou de gélatino-chlorure. Ces images sont extrêmement fines aucun détail, même dans les grands ombres, n'est perdu et les clairs sont plus lumineux que dans le procédé sur papier puisque la lumière est dans ce cas transmise, tandis que dans l'autre elle était réfléchie. Le tirage est assez délicat, car il faut sur la plaque unique de la photocopie repérer et inverser les images avant

exposition; nous dirons cependant que grâce à d'ingénieux châssis toute difficulté est maintenant écartée.

L'épreuve est doublée d'un verre finement dépoli qui empêche l'image d'être dégradée et lui donne en même temps plus de douceur. Une très remarquable série d'épreuves stéréoscopiques sur verre à l'albumine avait été exposée par la maison Lévy en deux grands stéréoscopes à multiples oculaires, disposés sur le pourtour d'un cylindre de grand diamètre; un ingénieux mécanisme faisait changer de temps en temps les vues, de telle sorte que la série se transportait par un lent mouvement de translation d'un oculaire à l'autre; un nombreux public se pressait constamment autour de ces deux appareils et du reste les épreuves méritaient bien l'accueil qui leur était fait.

Nous avons déjà dit que dans le Palais alimentaire, Potin donnait aux visiteurs une idée exacte de ses usines à l'aide de vues stéréoscopiques: en nombre de points des diverses sections de l'Exposition de grands stéréoscopes américains servaient à initier les spectateurs aux paysages, aux mœurs, aux coutumes des peuples exposants.

VII. — Les projections et les agrandissements

SOMMAIRE. — Les lanternes de projection. — Leur emploi. — La lumière oxydrique. — L'oxygène comprimé. — Les appareils polyoramiques. — Les agrandissements photographiques.

Il est encore une application toute particulière de la photographie qu'il importe de signaler, nous voulons parler des *projections*: Les appareils de projections ne sont au fond, si l'on veut, que la simple lanterne magique du père jésuite A. Kircher, mais depuis le XVII^e siècle, les perfectionnements se sont multipliés tant pour l'éclairage que pour le fini des objectifs et maintenant il n'est pas rare de voir projeter des tableaux très lumineux de 6 à 8 mètres de haut. Les épreuves photographiques peuvent seules subir de tels grossissements, car les peintures sur verre avec quelque finesse qu'elles soient exécutées ne sont plus, avec ces agrandissements, que de grossiers barbouillages.

La lanterne de projection comprend essentiellement une caisse A, fermée de toutes parts, dans laquelle est enclose la source lumineuse: en avant du foyer de lumière est un système de larges lentilles, appelé le *condensateur* B, destiné, ainsi que son nom l'indique, à concentrer toute la lumière sur l'épreuve placée devant lui. Enfin à distance convenable, est monté sur un cône opaque F un objectif double E qui servira à projeter l'image agrandie sur un écran blanc. L'image pro-

jetée étant, d'après la théorie des lentilles, renversée, il est utile de mettre l'épreuve photographique le ciel en bas, pour avoir son agrandissement redressé

Trois sources lumineuses principales sont employées : la première et la plus simple sert pour les projections de petites dimensions : on emploie dans ce cas des lampes à huile ou à pétrole. M. Molteni avait exposé des lampes à pétrole à

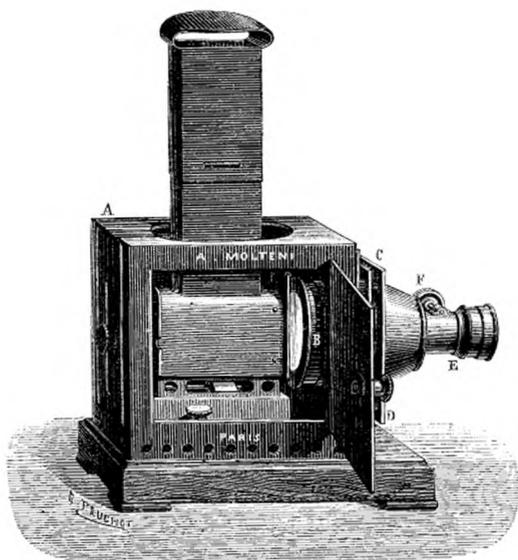


Fig. 68. — Lanterne de projection au pétrole.

mèche ronde, M. Laverne des lampes à mèches plates à 2, 3 et 5 mèches, disposées soit parallèlement, soit inclinées par rapport à l'axe optique, de manière à éviter les pénombres.

Une autre source de lumière, beaucoup plus intense et plus généralement employée est la lumière oxhydrique, autrefois appelée lumière de Drummond. Le gaz hydrogène mélangé en proportions convenables avec l'oxygène, donne en brûlant une flamme bleuâtre peu éclairante mais douée d'un pouvoir calorifique énorme. Drummond avait observé que si on dirige un tel jet enflammé sur une matière réfractaire, telle que la chaux, celle-ci est bientôt portée à la température du blanc éblouissant, émettant une vive lueur blanche : telle est la lumière oxhydrique. Les mélanges d'hydrogène et d'oxygène constituent un dangereux explosif et dans les débuts de la lumière oxhydrique on eut nombre d'accidents graves : à l'heure actuelle tout danger est écarté grâce à l'emploi d'un appareil

spécial le *chalumeau*. Celui-ci se compose de deux tubes concentriques, munis de robinets de réglages. Le tube extérieur, qui se termine en buse, sert au pas-

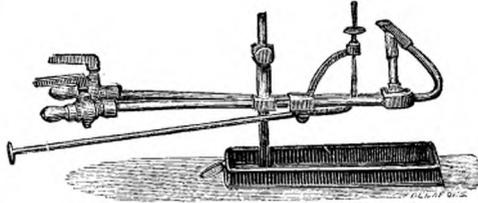


Fig. 69. — Chalumeau oxhydrique.

passage de l'hydrogène, le tube intérieur, se terminant en un bec à fine perce débouchant au centre et un peu en arrière de la buse d'hydrogène, sert à conduire l'oxygène : la raison de la différence des deux ouvertures des tubes tient à ce que ces deux gaz, pour produire le maximum d'effet doivent être mélangés de telle sorte que pour deux volumes d'hydrogène il n'y ait qu'un volume d'oxygène. Notons que c'est là la proportion des éléments de l'eau et de fait le résultat de la combustion des deux gaz n'est autre que de la vapeur d'eau. D'après le dispositif que nous venons de décrire, le mélange des deux gaz ne se fait plus qu'au point même où ils sont combinés, partant, tout danger d'explosion est évité. Sur le trajet du jet de gaz enflammé on place sur un support spécial un baton de chaux vive.

Le gaz hydrogène, assez difficile à fabriquer et surtout à conserver, est généralement remplacé par le gaz d'éclairage; la lumière est un peu moins vive et la dépense d'oxygène plus élevée à cause du carbone contenu dans le gaz et qui vient se brûler dans le jet du chalumeau; mais la grande facilité de son emploi fait facilement passer sur ces légers inconvénients. Autrefois on produisait l'oxygène par la décomposition du chlorate de potasse par la chaleur et on l'emmagasinait dans des sacs en toile caoutchoutée, aujourd'hui une usine établie à Paris livre le gaz comprimé à 120 atmosphères dans des tubes en acier. La fabrication de ce gaz repose sur ce principe que la baryte à température peu élevée se peroxyde dans un courant d'air, et à une température plus élevée restitue l'oxygène qu'elle avait emprunté à l'air. Le tube est muni d'un régulateur de pression et d'un manomètre.

La lumière électrique a été aussi employée dans les lanternes de projections, nous citerons en particulier la lampe verticale Cance à point lumineux fixe, qui remplit parfaitement le but proposé.

M. Molteni avait exposé plusieurs modèles de lanternes de projections, entre autre une à trois objectifs. M. Laverne avait exposé ses lanternes dans la classe 15; outre un modèle en acajou à trois têtes, on remarquait des appareils en tôle et des instruments à multiples usages, destinés aux cours scientifiques.

Les lanternes à deux ou plusieurs objectifs et qu'on désigne en général sous le nom de polyoramas sont destinées à produire des effets de lumière et en particulier à substituer les vues les unes aux autres sans interruptions. Ces effets, appelés en Angleterre *dissolving-views*, et en France vues fondantes, sont obtenus de la façon suivante : deux lanternes sont dirigées sur le même point et garnies toutes deux d'un tableau; l'objectif de l'une est ouvert en plein tandis que l'autre est fermé par un appareil spécial appelé œil de chat et constitué par deux lames

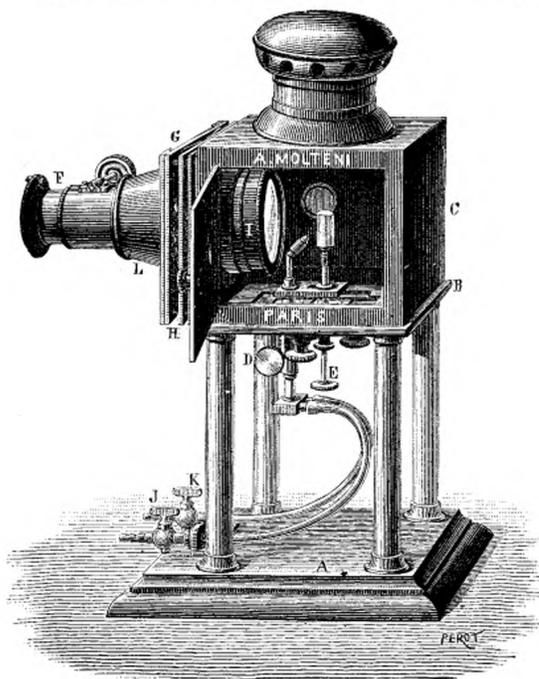


Fig. 70. — Lanterne à projection au gaz oxhydrique (Molteni).

percées d'un trou central qui, glissant l'une sur l'autre, déterminent une ouverture qui va en s'élargissant, puis si on agit en sens inverse décroît peu à peu. Les deux objectifs étant munis chacun d'un œil de chat assemblé par une bielle, en fermant progressivement l'un, on détermine l'ouverture de l'autre, de telle sorte que l'image de l'une tend de plus à s'assombrir tandis que l'image de l'autre tend à paraître de plus en plus claire. Dans les appareils éclairés à l'oxhydrique un robinet distributeur envoie les gaz tantôt dans l'une ou l'autre lanterne et l'effet de fondant est ainsi obtenu d'une façon très simple.

Enfin la troisième tête ou objectif est destinée à produire des effets de lumière spéciaux ou à animer les paysages donnés par les deux premières têtes.

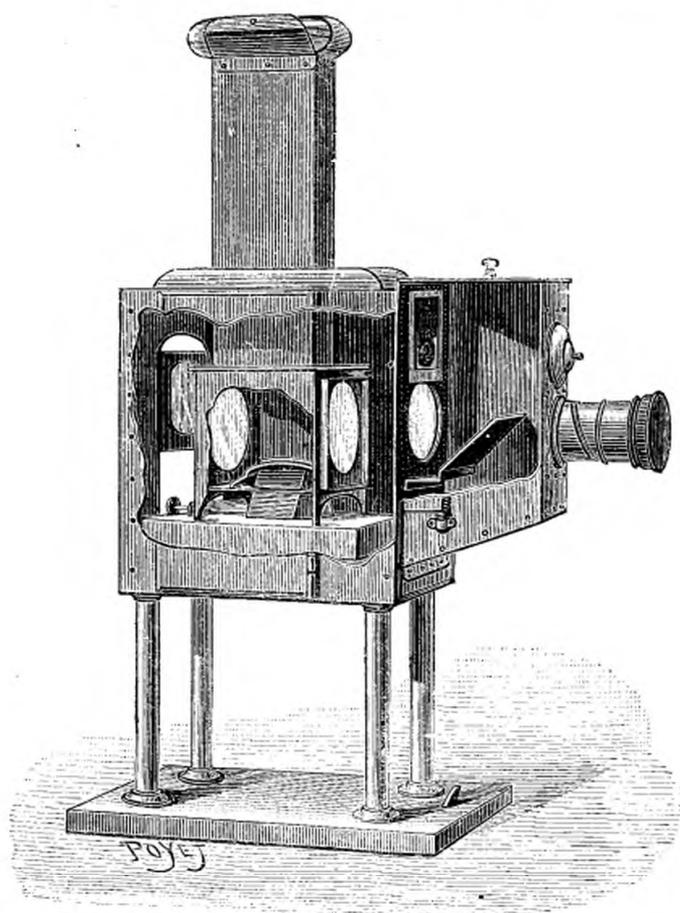


Fig. 71. — Lanterne de projection par transparence et par réflexion.

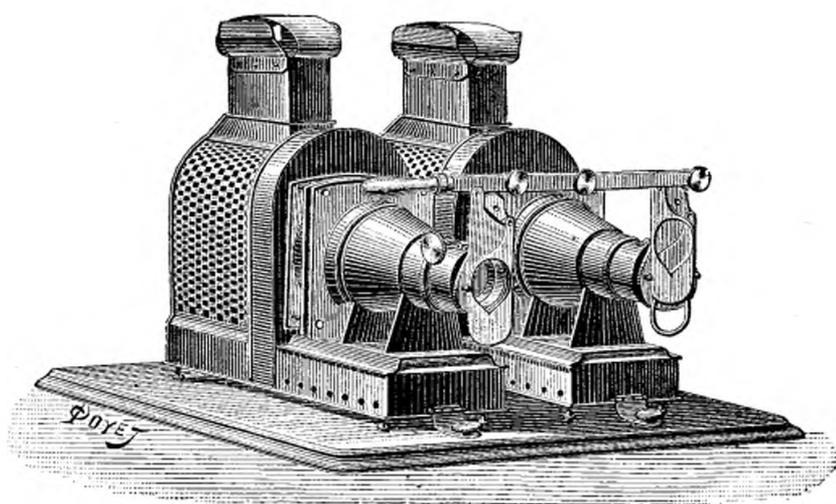


Fig. 72. — Lanterne double. — Monture à œil de chat.

Les projections sont devenues maintenant d'un usage courant, les conférences sont illustrées chaque jour par ce moyen et la lanterne tend de plus en plus à devenir un moyen d'instruction; moyen très puissant, d'une efficacité complète, car la vue est un aide très grand pour la mémoire.

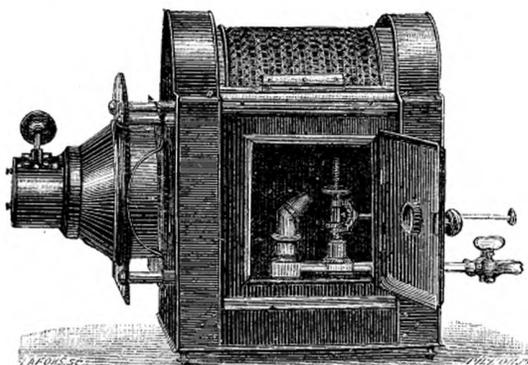


Fig. 73. — Lanterne oxyhydrique en tôle.

Les photographies que l'on projette ont généralement le format de $8,5 \times 10$ la vue n'occupe réellement qu'un carré de 70×75 millimètres. Telle est la perfection des moyens employés qu'on peut donner à l'image projetée jusqu'à 6 et 7 mètres de haut sans déformation, soit un grossissement de 85 à 100 diamètres.

Si au lieu de projeter la vue sur un écran blanc, on la projette sur une feuille

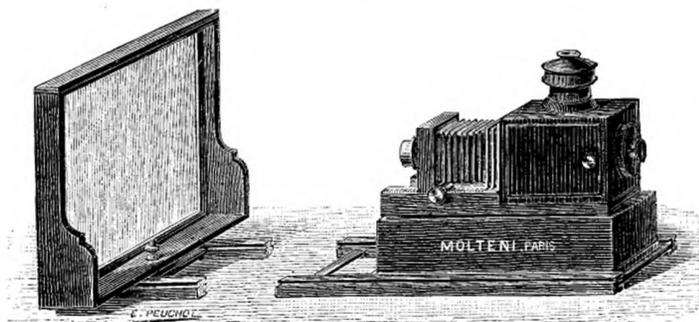


Fig. 74. — Appareil pour agrandissement. — Molteni.

de papier recouverte d'une couche sensible au gélatino bromure, après une pose convenable, n'excédant pas quelques minutes, on aura suffisamment impressionné

la couche pour pouvoir obtenir une épreuve par développement. Si on a mis dans la lanterne un petit cliché négatif, on aura une photocopie positive; si au contraire on a employé un positif sur verre, on pourra recevoir l'image sur grande plaque sensible et avoir un négatif qui servira à tirer plusieurs épreuves positives. Telle est la pratique des agrandissements. Les vitrines de tous les maîtres du portrait: Nadar, Piron, Waléry, Chalot et Boyer nous montraient le parti qu'on peut tirer de l'agrandissement. Qui ne se souvient de ces grandes épreuves sur papier Eastmann exposées par Nadar, montrant Sarah Bernhardt ou telle autre de nos actrices célèbres en grandeur naturelle? Ou ces belles épreuves qu'exposait Morgan obtenues sur son papier au gélatino-bromure; ou ces épreuves sur toile sensible, appelées *linographies*.

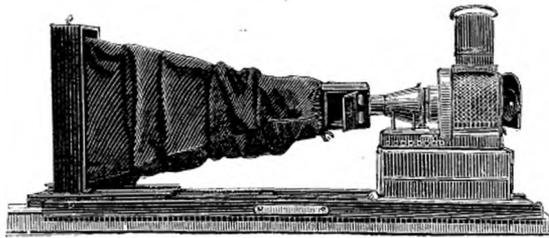


Fig. 73. — Appareil pour agrandissement. Laverne.

Sans aller jusqu'à produire des clichés aussi grands, l'amateur peut trouver dans la pratique de l'agrandissement un utile auxiliaire à ces petites détectives que nous avons décrites dans la deuxième partie. Qu'importera alors que la chambre du touriste soit de petit format, la lanterne permettra plus tard d'agrandir l'épreuve à telle dimension qu'il plaira.

QUATRIÈME PARTIE

APPLICATIONS ET AVENIR DE LA PHOTOGRAPHIE

I. — Applications scientifiques et industrielles

SOMMAIRE. — L'œuvre de la photographie. — Astrophotographie. — Photomicrographie. — Les dépêches du siège de Paris. — Etudes médicales, physiologiques. — Ethnographie. — Topographie. — Epreuves en ballon.

Après avoir été longtemps tenue en une suspicion imméritée, la photographie est devenue maintenant d'une application journalière ; toutes les sciences lui demandent des documents qu'elles savent impeccables et l'industrie l'emploie couramment. Une simple promenade à travers l'Exposition de 1889 prouvait suffisamment quelle grande place a su peu à peu acquérir l'art de Daguerre et nous indiquerons ici en quelques mots les nombreux services qu'elle rend journellement.

Astronomie. — La photographie est un puissant auxiliaire des observations astronomiques : sous le nom d'*astrophotographie*, elle est chargée de dresser la carte du ciel ; l'*héliophotographie*, en donnant des épreuves journalières du disque solaire, permet d'étudier facilement les accidents de la photosphère, taches et facules qu'on remarque et qu'on voit changer à chaque instant sur la surface de cet astre ; la *sélenographie* a pour mission de reproduire ces innombrables volcans qui hérissent notre satellite, en multipliant les épreuves en des temps divers, en les comparant entre elles, on arrivera peu à peu à déterminer exactement la topographie de la lune et à mesurer les plus petites portions de la face qui est continuellement tournée vers nous.

Le Congrès astronomique de 1887 avait décidé d'établir la carte du ciel à l'aide de la photographie : de nombreuses expériences, faites dans les principaux observatoires et particulièrement à Paris, avaient démontré la possibilité d'une pareille œuvre ; non seulement la plaque reproduisait fidèlement les étoiles visibles à l'œil nu, mais même elle enregistrait exactement les étoiles de seizième grandeur qui ne sont perceptibles qu'avec des instruments très puissants ; ce

n'était au fond qu'une affaire de longueur de pose, car si les étoiles de première grandeur ne demandent que 0',005, avec une pose de 1 heure 20 on obtient la trace des étoiles de seizième grandeur. De plus, en combinant exactement l'appareil optique, il est permis de compter sur une image sans aucune déformation, qui puisse par suite se prêter à des mensurations exactes. Le Congrès d'astronomie, tenu au cours de l'Exposition de 1889, a déterminé d'une façon complète de quelle manière on devrait procéder dans les divers observatoires, afin d'établir sur des bases communes l'œuvre considérable du catalogue céleste. La carte du ciel a été répartie par zones nettement limitées entre les dix-neuf observatoires qui ont adhéré au Congrès; les plaques adoptées ont 0^m,16 de côté. Chaque épreuve doit contenir une *étoile guide* dont la position doit être parfaitement connue et qui servira ensuite à déterminer celle des autres étoiles.

Il y avait à craindre, dans la reproduction de ces milliers de points lumineux semés dans l'espace, que les grains de poussière, les imperfections de la plaque ne soient confondues avec la trace des étoiles : MM. Henry, à l'Observatoire de Paris avaient eu l'heureuse idée de faire trois poses successives sur une même plaque en déplaçant légèrement l'appareil à chaque nouvelle pose : au développement la trace lumineuse de chaque étoile était représentée par trois points disposés en triangle, aucune confusion par suite n'était possible. Le Congrès a admis cette manière de faire, mais en limitant le nombre de poses à deux, dans le sens de la hauteur.

Un mot sur l'appareil photographique employé : on se sert d'une lunette montée équatorialement c'est-à-dire se mouvant autour d'un axe vertical parallèle à l'axe du monde ; d'autre part il faut que cet axe tourne d'un mouvement uniforme parfaitement synchrone avec le mouvement de rotation de la terre, de manière à rester braqué sur le même point de l'espace quelque longue que soit la durée de l'exposition.

Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans de plus amples détails sur cette application toute spéciale de la photographie, mais nombre d'épreuves de notre satellite ou de parties de la carte du ciel exposées en particulier par les astronomes bien connus, M. Janssens et les frères Henry montrent dans quelle voie fertile sont entrés maintenant les observateurs du monde céleste. Il convient de citer entre autres les épreuves au cours des dernières observations du passage de Vénus.

Micrographie. — La photomicrographie rend maintenant à ceux qui s'occupent de sciences naturelles un service des plus importants, car aux dessins péniblement exécutés par la chambre claire de Wollaston, trop souvent incertains, est substitué un document d'une indéniable valeur. Nous avons déjà parlé des épreuves de M. Duchesne, nous aurions d'autres noms à citer, mais qu'il nous soit permis de rappeler ici le nom de M. Dagron. Ce n'est pas sans une certaine émotion qu'on retrouvait dans sa vitrine une de ces minces pellicules qui, rou-

lées dans un tuyau de plume, s'en allait sous l'aile d'un pigeon porter à Paris investi des nouvelles du dehors. Cette merveilleuse application de la photographie avait su faire tenir en une feuille de quelques centimètres des milliers de mots; grâce à un microscopie de projection, on pouvait les grossir jusqu'à ce que la lecture en devienne facile. Ce service immense, rendu à la ville en deuil, restera toujours comme une des glorieuses conquêtes de la photographie. On ne doit plus oublier maintenant le nom de l'habile opérateur, M. Dagron, et de ceux qui ont su organiser le nouveau service postal, MM. Mercadier et Cornu.

Une application toute spéciale de ces photographies microscopiques se trouvait dans tous les coins de l'Exposition; nous voulons parler de ces petites épreuves fixées à une extrémité d'un bâtonnet de verre, dont l'autre est taillée en forme de lentille; dans des manches de porte-plumes, des étuis, on trouvait, réduits à une dimension d'un millimètre carré à peine, des reproductions de la tour Eiffel, du dôme central et de tous les points intéressants de l'Exposition de 1889.

Etudes médicales. — La photographie d'un malade dans les diverses périodes de sa maladie, la reproduction de cas pathologiques particuliers peuvent fournir au médecin de précieux renseignements. Dans les pavillons de la ville de Paris, M. Londe avait exposé plusieurs photographies de ce genre et dans les sections étrangères nous avons pu voir quelques spécimens de même nature.

Etudes physiologiques. Une série de photographies, prises à des intervalles très rapprochés d'un même mouvement, peuvent donner au physiologiste des indications très utiles: c'est ainsi qu'à la station du Parc-des-Princes, M. Marey a pu faire une étude approfondie des attitudes de l'homme et du cheval dans leurs diverses allures, et qu'il a découvert les différentes phases du mouvement de l'aile dans le vol des oiseaux et des insectes; on a donné à ce mode de photographie, prise à intervalles de temps égaux, le nom de *Photochronographie*. M. Marey, en opérant sur un fond noir absolu a pu, sur une même plaque, avec un seul objectif, fixer les diverses positions d'un même individu accomplissant un mouvement; M. Londe, avec un appareil à plusieurs objectifs, a obtenu plusieurs épreuves, en des temps rapprochés, d'un même malade; Muydbrige, à San Francisco, Anschutz, à Berlin, se sont au contraire servis de plusieurs chambres noires successivement ouvertes par le sujet lui-même.

Topographie. — Dès les débuts de la photographie, M. Chevallier avait essayé de faire servir le nouvel art au lever des plans; MM. Laussedat, Moessard, le Docteur Lebon, ont repris la question et ont obtenu de meilleurs résultats; mais il convient de signaler dans ce sens les tentatives de photographies en ballon par MM. Tissandier, Nadar, etc., tentatives du reste couronnées de succès ainsi qu'en témoignaient nombre d'épreuves faites par ces habiles expérimentateurs.

Longue serait la liste de ces applications, qu'il nous soit permis d'insister sur les services rendus à l'ethnographie : le Congrès d'ethnographie de 1889 n'admet plus la reproduction des types étrangers que par la photographie, car il a été reconnu qu'un étranger ne peut rendre exactement un type d'une autre race que la sienne, l'éducation première des yeux l'empêche de voir et de rendre juste comme l'appareil.

On a été jusqu'à demander à la photographie de reproduire la balle dans son trajet : nous avouons que pour notre part ce n'est pas sans un certain scepticisme que nous avons regardé des épreuves *agrandies* dans lesquels on apercevait à l'avant et à l'arrière d'un projectile en mouvement des remous d'air spéciaux ; nous aurions été très heureux de voir les négatifs et peut-être alors nous aurions cru. Plus réels ont été les résultats obtenus par M. le colonel Sébert à Sevan-Livry sur le mouvement des torpilles, ou de M. le commandant Joly, pour étudier la loi du recul des affûts.

Les phénomènes optiques ou électriques si instantanées que soient leurs manifestations ont pu à plusieurs reprises être fixées par les plaques sensibles, telles ces étincelles positives ou négatives prises par M. Trouvelot ; ces photographies d'éclair qui ont donné d'utiles renseignements sur la foudre globulaire ou sur les éclairs ramifiés, telles ces reproductions des différents spectres des métaux.

Large est ouverte la voie aux investigations de la photographie, elle est maintenant partie intégrante de notre vie civilisée, elle tend de plus en plus à agrandir son domaine et qui sait si nos arrières petits fils ne riront pas de nos gravures modernes en feuilletant leurs albums que le soleil aura dessinés pour eux et peut être peints !

II. — L'avenir de la photographie.

La photographie en couleur

SOMMAIRE. — La photochromographie. — Solutions indirectes de Cros, Ducos de Hauron et L. Vidal. L'avenir de la photographie en couleurs.

Nous voici arrivé au terme de notre tâche, il ne nous reste plus pour finir qu'à montrer quels sont les desiderata de la photographie moderne. Nous avons dit combien les préparations actuelles sont affectées de daltonisme; très sensibles pour le violet et le bleu, elles sont à peine impressionnées par les rouges : nous avons vu qu'à l'aide d'écrans et de préparation spéciales on peut donner à la

plaque plus de sensibilité pour telle ou telle couleur, mais cela ne peut se faire le plus souvent qu'au dépens de la rapidité et, en tous cas la sensibilité générale, en raison directe de l'impression reçue par nos yeux, n'est pas encore atteinte.

Mais le problème qui s'impose aux chercheurs est plus délicat encore, nous voulons parler de la photographie en couleurs : qui saura trouver le moyen de fixer avec ses délicates et vives nuances l'image que nous voyons sur la glace dépolie ? Si le problème n'a pas encore été résolu de front, il a reçu déjà quelques solutions par des moyens détournés.

Becquerel a pu, en formant sur une lame d'argent une couche de chlorure par l'électrolyse, obtenir une très belle reproduction du spectre solaire, malheureusement l'épreuve se ternit et s'efface à la lumière du jour.

MM. Cros et Ducos de Hauron ont donné une solution indirecte du problème par des procédés différents dans la pratique, mais identiques quant à la théorie. Admettant que les couleurs et leurs nuances dérivent toutes de trois couleurs simples, le rouge, le jaune et le bleu, ils cherchent à obtenir trois négatifs ne reproduisant chacun que les parties éclairées par l'une des trois couleurs : ils obtiennent trois positifs teints de l'une ou l'autre de ces couleurs primaires et par juxtaposition ont enfin l'épreuve colorée.

M. Cros obtient ses négatifs en éclairant le modèle par des lumières monochromes, le négatif obtenu sur plaque ordinaire par les moyens habituels sert à produire un positif sur albumine bichromatée. Le développement consiste à tremper cette épreuve dans un bain colorant qui ne peut teindre que les parties non insolubilisées par la lumière. Les trois monochromes obtenus sont superposés et les teintes en se juxtaposant donnent toutes les variétés de nuances possibles.

M. Ducos de Hauron procède d'une autre manière, il obtient ses trois phototypes à l'aide d'écrans colorés, convenablement choisis, il en tire trois photocopies par les procédés au charbon, en prenant comme matière colorante un pigment de couleur appropriée : la superposition des trois épreuves donne une image colorée des diverses nuances. Ces procédés n'ont été en général appliqués qu'à la reproduction seule des tableaux, les colorations si complexes des lumières de la nature n'ont pas permis d'obtenir un paysage complet, la tentative n'en est pas moins curieuse ; il nous a été donné de voir de ces épreuves et nous avons été surpris de la délicatesse des nuances et de la fidélité de la reproduction.

M. L. Vidal, sous le nom de *photochromie*, avait résolu le problème d'une autre façon : il obtenait un phototype principal dont il tirait un certain nombre de contretypes, sur ceux-ci, à l'aide de retouches, il exécutait des réserves de manière à ne conserver que les parties qu'il jugeait devoir être imprimées en telle ou telle couleur ; par les procédés au charbon il obtenait un certain nombre de photocopies colorées qu'il superposait et, sur la dernière, il plaçait une

épreuve très faible, en teinte neutre, d'un lilas clair ou violacé, qui servait à adoucir la crudité des premières épreuves et donner à l'image un fondu se rapprochant des conditions naturelles. Pour les tirages industriels chaque contre-type était reporté sur pierre et tiré par les procédés chromolithographiques ordinaires. Ce genre d'épreuves a eu un succès mérité, mais la difficulté des retouches laissée à l'appréciation de l'opérateur et la cherté des produits a fait peu à peu abandonner ce procédé. Toutefois nous le voyons repris par les journaux illustrés qui mettent à profit la facilité qu'offre la photographie de donner plusieurs planches phototypographiques absolument superposables, pour préparer des planches monochromes dans lesquelles à l'aide de la retouche, on n'a conservé que les parties voulues. Ces planches donnent des teintes plates très faibles sur lesquelles, en dernier lieu, on imprime en noir une planche gravée par les procédés ordinaires : on obtient ainsi des épreuves d'un fort gracieux effet.

Le problème direct de la reproduction des couleurs n'est pas encore trouvé, comme on le voit, mais la jeune science qui fêtait avec tant d'éclat son cinquantième au cours de l'Exposition n'a pas dit son dernier mot. Les corps modifiés par l'action de la lumière sont très nombreux, et particulièrement dans le domaine de la chimie organique, chaque jour on observe de nouvelles combinaisons dont l'instabilité, en présence des rayons lumineux, pourra être quelque jour mise à profit et donner la solution tant cherchée.

Appendice.

Au moment où s'achevait l'impression de ce livre, l'Académie des sciences recevait une communication d'une importance capitale : M. Lippmann, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, annonçait qu'il venait de découvrir la photographie en couleurs, et présentait, à l'appui de cette communication, une série de spectres solaires d'une rare beauté, où non seulement toutes les couleurs étaient fidèlement représentées, mais de plus, résultat non encore atteint, étaient définitivement fixées et pouvaient supporter sans altération une exposition à la lumière.

Nous avons eu l'honneur d'être reçu par l'éminent physicien ; il a bien voulu nous donner tous les détails sur sa remarquable découverte, que nous allons résumer ici d'une façon exacte.

Ce n'est pas à la faveur d'un hasard heureux que M. Lippmann est arrivé à ce résultat, mais par une suite de déductions logiques mûrement étudiées, et, pour en faire comprendre le principe au lecteur, il est utile que nous entrons dans quelques considérations théoriques.

Nous avons déjà dit par quels liens étroits étaient liés les phénomènes vibratoires de la lumière et du son ; nous avons montré la différence existant entre la longueur et le nombre des ondes pour chaque sorte de lumière colorée. Le mouvement vibratoire qu'on peut représenter sous la forme d'une sinusoïde présente des alternatives de renforcements et de silences, qu'on nomme les nœuds et les ventres, en acoustique, et qu'on retrouve identiques en optique. Or, si une vibration vient frapper sur une surface réfléchissante, elle revient sur elle-même, et si la direction est normale, la réflexion suit la ligne d'incidence, par suite il se forme une série de ventres et de nœuds de longueurs égales aux premiers, mais en sens inverse. On dit alors en physique que les vibrations *s'interfèrent*. Dans les points de rencontre des deux rayons inverses, les vitesses s'annulent, il y a silence ou obscurité ; dans les points au contraire où les vitesses s'ajoutent, il y a renforcement du son et de la lumière, tel est le principe des interférences. Si donc par la pensée nous supposons l'espace, dans lequel s'opèrent ces interférences, séparé par tranches perpendiculaires au rayon lumineux, et espacées d'une demi-longueur d'onde, nous trouverons que ces plans sont alternativement illuminés et obscurs ; si chacun d'eux est constitué par une surface sensible contenant un sel d'argent, les uns éprouveront une réduction, les autres resteront intacts. Lorsque le développement aura fait apparaître les plans réduits et le fixage aura enlevé les sels sensibles inutilisés, la couche photographique sera partagée dans le sens de son épaisseur par une série de petits miroirs argentés séparés l'un de l'autre par un espace rigoureusement égal à une demi-longueur d'onde, et lorsqu'un rayon lumineux de la même couleur, que celui qui a provoqué le dépôt d'argent, viendra frapper cet ensemble, il sera réfléchi sans interférence par les miroirs vers l'observateur, et celui-ci aura la perception de la couleur.

Or, les longueurs d'ondes des différentes lumières sont extrêmement petites ; il en résulte que dans l'épaisseur d'une couche sensible, il peut se former une quantité de ces petits miroirs suffisante pour produire l'effet cherché.

Ce raisonnement, qui s'applique à un rayon coloré simple, s'applique aussi à un rayon coloré de couleurs mélangées ; la lumière opère elle-même le triage, et le résultat est absolu et complet.

Telle est à grands traits la théorie de la découverte ; examinons le mode opératoire. M. Lippmann, dont les travaux étaient exécutés dans la saison sombre de l'hiver, se servait comme foyer lumineux d'une lampe électrique Lance, d'un pouvoir lumineux de 800 bougies, et placée au foyer d'un condensateur. Le rayon traversait d'abord une cuve pleine d'eau alunée pour éteindre la majeure partie des rayons caloriques, puis il traversait, en passant par une fente étroite,

un système de prismes en verres de densités différentes, disposés de manière à fournir directement un spectre sur la glace dépolie d'une chambre noire placée à l'arrière.

Le dispositif employé pour obtenir les interférences est des plus simples : M. Lippmann emploie une petite cuve en ébonite, profonde de quelques millimètres seulement, dont la face antérieure est constituée par la glace photographique, la couche sensible tournée vers l'intérieur : deux pinces suffisent pour maintenir le tout en place. La cuve est alors remplie de mercure pur qui forme, en épousant toutes les inégalités de la couche, un miroir parfait.

Or, nous savons que les divers rayons colorés n'ont pas une action réductive égale sur les sels d'argent ; chacun d'eux nécessite une pose différente ; pour obvier à cet inconvénient, M. Lippmann place sur le trajet de la lumière blanche une cuve remplie d'une solution d'héliantine, matière colorante qui absorbe tous les rayons sauf les rouges. Il obtient donc ainsi une première impression des rouges seuls ; lorsque la pose est suffisante, il remplace cette cuve par une autre contenant une solution de bichromate de potasse qui éteint les bleus et les violets ; la pose est plus courte ; enfin, une dernière exposition très rapide a lieu avec la lumière blanche, et les violets très actiniques s'impriment à leur tour.

Au début, les poses étaient assez considérables ; M. Lippmann était obligé d'avoir recours au collodion humide dont le grain, excessivement fin, se prêtait le mieux à ses expériences ; les grains du gélatino-bromure ont des dimensions qui dépassent de beaucoup la longueur des ondes, et par suite ne pouvaient donner des images convenables. Les premiers spectres n'ont pu être obtenus qu'avec des poses fort longues dépassant une heure ; puis, peu à peu, en modifiant la couche sensible, aidé de son habile préparateur, M. Berget, M. Lippmann a pu arriver à produire les images en quelques minutes.

Des reproductions de vitraux colorés ont été faites ; la voie est ouverte ; la photographie en couleurs créée : mais qu'on ne s'y trompe pas, cette expérience de laboratoire devra être soigneusement étudiée avant de pouvoir servir à la reproduction des couleurs de la nature ; celles-ci, toujours mélangées de rayons blancs, tendront à donner des impressions confuses, si un triage méthodique des couleurs n'intervient pas : de nombreuses études sont encore nécessaires, mais la méthode est indiquée, c'est là un grand pas.

H. FOURTIER

LA VERRERIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

MM. APPERT & HENRIVAUX

INGÉNIEURS

AVANT-PROPOS

L'industrie de la verrerie est presque aussi ancienne que l'humanité.

Malgré son développement graduel à travers les âges, cette industrie qui ne reposait que sur d'anciens procédés et ne vivait que de recettes mystérieusement transmises et fidèlement observées, semble depuis quelques années entrer dans une voie nouvelle et devoir suivre comme perfectionnements de fabrication, et comme applications, le mouvement que les besoins plus pressants et constamment renouvelés de la civilisation impriment à l'industrie moderne.

Des procédés nouveaux de fusion plus économiques et plus puissants, basés sur l'étude des phénomènes de la combustion, l'emploi de moyens mécaniques destinés à suppléer et à remplacer le travail toujours épuisant et limité de l'homme. L'utilisation judicieuse des richesses naturelles, accumulées sous nos pas, ont permis de trouver au verre des applications nouvelles dans lesquelles ses nombreuses et incomparables qualités ont pu être utilisées.

En dehors de son emploi pour les usages domestiques, le verre est appelé, à répondre aux besoins de l'hygiène que sous les formes les plus diverses, et à rendre les plus grands services. Ces nouvelles applications sont susceptibles d'un développement illimité. Par sa transparence et par la lumière qu'il permet de répandre, il est en effet un des agents d'assainissement les plus actifs : par son inaltérabilité et par le poli de sa surface il est au nombre des corps les

plus précieux contre les contagions morbides, aussi son emploi dans la construction des habitations a-t-il pris par suite une importance croissante que ses qualités décoratives ne peuvent que contribuer à faciliter et à multiplier.

Dans cet exposé nous passerons en revue les progrès accomplis dans la fabrication du verre depuis l'Exposition de 1878, aussi bien que les produits obtenus eux-mêmes considérés au point de vue de leurs qualités, de leurs formes et des usages auxquels ils sont destinés.

A l'Exposition de 1889, la qualité des verres était bonne en ce sens que les « compositions » vitrifiables, les fours de fusion, ceux de recuisson sont mieux compris ; la chaleur étant mieux utilisée, on a pu obtenir économiquement une température plus élevée, et par conséquent fondre facilement des verres riches en silice et en chaux, d'où augmentation de dureté et d'inaltérabilité sous l'action des agents atmosphériques.

En outre, on a pu remplacer les verres allemands, réputés, avec raison, les meilleurs pour certains usages spéciaux, tels que fabrication des lampes à incandescence, celle des appareils de physique, de chimie et de démonstration par des verres obtenus synthétiquement à l'aide de produits purs, alors que les verres allemands sont obtenus d'une façon empirique par l'emploi de sables alumineux. C'est à des fabricants français (MM. Appert frères) que sont dues ces améliorations.

A signaler encore une tendance nouvelle, justifiée par les nécessités économiques de plus en plus impérieuses qui dominent la production, et qui consiste dans l'emploi de produits naturels dans lesquels se trouve la silice combinée ou des quantités plus ou moins considérables de bases alcalines indispensables à la production du verre. C'est ainsi que M. Richarme, de Rive-de-Gier, a fait entrer presque exclusivement dans les mélanges vitrifiables les feldspaths, les basaltes, les granits, les obsidiennes.

Au point de vue de la coloration, les verres blancs sont plus incolores que jamais, témoin les glaces de Saint-Gobain, le cristal blanc de Sèvres, les cristaux de MM. Webb, le verre d'optique extra blanc de MM. Appert frères, les verres de gobeletterie à la potasse de MM. James-Vidie et fils, les verres à cylindres de Bagnaux, etc.

En ce qui concerne la verrerie artistique, les améliorations consistent plutôt dans la façon dont les teintes de verres ont été harmonisées, que dans l'application de nuances nouvelles.

On a pu obtenir des effets nouveaux par la dissémination de verres pulvérisés, de diverses grosseurs et de diverses teintes dans l'épaisseur de la pièce de verre ; ce mode de décoration imaginée par M. Rousseau lui a permis d'imiter les pierres gemmes que l'on trouve dans la nature sous les formes les plus variées et les plus brillantes.

M. Rousseau-Léveillé s'est attaché également à perfectionner les formes et la

matière des cristaux de luxe. Quelques-unes de ces pièces, aux profils élégants et aux riches montures d'or et d'argent sont de véritables œuvres d'art qui méritent d'être signalées.

En 1885, la maison Rousseau devint la maison Rousseau-Léveillé. M. Léveillé s'inspirant de l'art japonais et combinant l'emploi des acides avec la molette du graveur a pu présenter à l'Exposition de 1889 certaines pièces originales qui montrent le parti qu'on peut tirer de l'assemblage des différentes espèces de verre travaillées après coup.

Ainsi, par exemple, nous citerons un grand vase avec poissons qui est en verre neutre, avec des colorations d'oxyde d'urane et de cuivre à l'intérieur, et une doublure rouge-brique à l'extérieur ; cette doublure a été retournée deux fois sur elle-même pour permettre à la gravure de produire des tons différents.

Les pièces en imitation de sardoines foncées, taillées à rinceaux avec colorations extérieures étaient également très remarquées, ainsi que des agates avec bord rapé, une coupe couleur fleur de pêcher, et un vase méplat avec tête renaissance posée sur feuille d'or.

Ces objets, nouveaux comme décorations, indiquent que cet art peut encore se développer, « s'affiner » en donnant au verre toute sa valeur comme forme, comme coloration, en arrivant à supprimer complètement la décoration extérieure, — or ou émail, — cela en combinant les colorations, les graduant et en laissant au verre toute sa transparence, ce qui est sa qualité essentielle.

M. Cros s'est appliqué à reproduire des objets anciens en verre, de plusieurs couleurs, obtenus, non par les procédés habituels : émaux juxtaposés ou couches superposées de verre diversement coloré, mais modelés avec des masses plastiques de nuances variées et vitrifiées par la cuisson.

Les résultats obtenus par M. Cros permettent de prévoir que l'industrie pourra obtenir des effets décoratifs nouveaux, mais familiers aux verriers de l'antiquité.

Par l'application des émaux transparents ou opaques, M. Brocard (de Paris) a reproduit d'une façon remarquable les dessins figurant sur les vases arabes, coupes de mosquées, brûle-parfums, etc.

La maison Feix frères, d'Albrechtsdorf (Autriche-Hongrie), a obtenu un légitime succès par la décoration de ses produits à l'aide de la galvanoplastie.

Le procédé consiste à fixer d'abord sur la pièce de verre un décor au platine métallique, à utiliser ce dessin conducteur pour l'obtention d'un dépôt de cuivre métallique, qu'on recouvre ensuite d'une mince couche d'or. Nous reproduisons des spécimens de cette fabrication.

Les procédés de taille et de gravure se sont perfectionnés et, à côté des moyens mécaniques qui permettent de tailler à la fois à côtes plates ou à côtes creuses, on remarque les tailles les plus fines, les plus régulières, les plus brillantes, faites à la main, et qui, sur des verres en couches superposées et diver-

sement colorées, produisent les effets artistiques les plus agréables et sont comparables aux camées en pierre dure.

Des spécimens remarquables de ce genre de taille étaient exposés par MM. Gallé (de Nancy), Reyen, Léveillé-Rousseau, Landier et Houdaille, Webb, Thomas et Sons.

Les cristaux de MM. Webb sont parfaits comme blancheur et comme taille. Parmi les verres différemment colorés, -- couches superposées -- exposés par ces messieurs, je citerai notamment une coupe laissant apparaître en nuance claire, jaunâtre sur un fond sombre, un décor très savamment étudié.

Nous la reproduisons (fig. 1), tout en faisant remarquer qu'une décoration



Fig. 1

plus sobre, telle que celle de la coupe représentée (figure 2) eût donné à la pièce exposée par MM. Webb une valeur artistique plus considérable.

Nous reproduisons également un plateau (fig. 3) obtenu par un procédé identique et où la couleur seule du décor diffère ; tantôt ivoirine, tantôt légèrement orangée ou bleue.

M. Reyen avait une exposition particulièrement remarquable dans laquelle figurait un vitrail représentant une nymphe courant sur des rochers, deux portraits de famille, deux sujets Téniers, un vase forme Louis XV, dont le fond en verre opalin et parsemé de place en place d'émaux de couleurs variées que l'enlèvement de la couche générale brune laisse voir.

MM. Davis, Collamore et Cie, de New-York, nous ont fait voir des cristaux d'une pureté remarquable, taillés en pointes de diamants. Cette taille nous remet en présence de ces cristaux si en faveur en France, de 1825 à 1830, et dont



Fig. 2



Fig. 3

l'effet est, sinon très artistique, du moins tout à fait décoratif, surtout quand les objets ainsi décorés sont examinés à la lumière artificielle.

A l'Exposition de 1889, M. E. Gallé, de Nancy, l'artiste éminent, avait élevé un pavillon dont l'ensemble rappelait la tente d'un druide, d'un chef gaulois ; le tout imaginé, dessiné, exécuté par M. Gallé.

Des piques relevant tout autour la draperie et surmontées elles-mêmes du sanglier celtique en bronze vert, d'où pendent les torques gaulois en verroterie, des coqs gaulois complètent la décoration. La boiserie est faite uniquement avec des essences de vieilles forêts lorraines.

L'aménagement de ce pavillon a été fait avec un goût extrême.

Nous avons distingué parmi les pièces, toutes remarquables, de ces expositions de M. Gallé, des *colorations* nouvelles dont deux, entre autres, sont dues à l'iridium et au thallium ; d'autres jaunes, quelques bruns et verdâtres irisés, dûs à l'argent et au soufre ; un bleu-paon dû au cuivre et au fer ; des bruns au soufre, au cachon.

D'autres colorations jaspées, marbrées, de compositions nombreuses, les unes opaques, les autres transparentes, des malaxages ; des applications à chaud, des superpositions de couches diversement colorées, des interpositions, des décors pris entre deux verres, des *arborisations* dont la disposition est réglée à l'avance par l'artiste.

M. Gallé a, pour la préparation de ces pièces polychromes, plus de cent compositions différentes, dont les combinaisons lui permettent d'obtenir une variété infinie d'accidents voulus et de nuances inédites.

La projection de matières émettant au contact du cristal en fusion des vapeurs susceptibles de former dans le flux vitreux des soufflures, de s'y réduire en irisations, de se fixer aux parois de ces vases en mince-couche métallique, produit des *brillages colorés* et à reflets dont les effets sont *entièrement neufs* et très décoratifs.

Il y a aussi à remarquer des colorations superficielles, des *teintures*, *reflets*, *flambages*, *métallisations* ou *désoxydations* dans lesquelles l'oxyde métallique de la composition se réduit en gouttelettes brillantes et solides, bosselant la masse qui les retient. Ces flambés, ces perles métalliques, ces irisations sont le produit de l'action, soit réductrice soit oxydante de l'atmosphère du four sur des *paraisons* présentées à l'ouvrage du four revêtues à chaud de compositions spéciales.

Les *flambés* obtenus par le réchauffage de verres au protoxyde de cuivre ont là encore des échantillons remarquables.

IMITATIONS DE PIERRES DURES

Cristaux genre quartz enfumé et quartz améthyste.

On sait que l'oxyde de manganèse colore la matière vitreuse en violet riche ou terne suivant que la base en est sodique ou potassique. Mais les quartz sont rarement unis, plutôt striés, nuageux ; les procédés de M. E. Gallé ont servi à reproduire ces accidents, qui divisent les rayons lumineux d'une façon agréable à l'œil et rompent par des nuances locales la monotonie du ton. On voit des pièces où la coloration violacée est affectée de marbrures, de jaspures, d'agatisés, de nuagés, — et d'autres où elle est condensée par places.

Les compositions numéros 121 et 92¹ au peroxyde de manganèse maintenu à son maximum d'oxydation, donnent une sorte de truité, et les numéros 81 et 82, des aspects d'algues marines.

M. Gallé a reproduit les félures brillantes de certains quartz en projetant de l'eau froide sur le vase pendant le travail du verrier ; mais c'est là un procédé connu ; d'ailleurs ces pièces de forte épaisseur ne sont déjà que trop exposées à



Fig. 4. — Vase en cristal marbré, gravure camée : « Orphée perdant Eurydice ». Composition et fabrication de M. E. Gallé, de Nancy. (Exp. 1889, collection de M. L. Cléry).

prendre la *trempe*, qui amène ensuite la rupture en taillerie. Aussi a-t-il employé quelquefois des brins d'amianté, des paillettes micacées ; exemples : nu-

méro 3, vase méplat, sonillé d'une préparation au manganèse, sujet gravé et doré : « Vercingétorix » ; numéro 301, vase Médicis, verre améthyste, nuagé, agatisé par l'incorporation d'un verre demi-opaque dit albâtre ou pâte de riz, sous forme de composition d'une vasque, numéro 98, dont le *Journal de Saint-Petersbourg* a donné une description lyrique : manganésée, puis à couche de cristal rubis, elle est encore marbrée de préparations diverses à l'or et à l'argent.

La juxtaposition, le soudage de bandeaux de cristal violacé, plus ou moins bleu ou rouge et d'une pâte noire opaque, pour former un seul vase, a donné des aspects riches et nouveaux. La gravure des couches noires est venue achever cette œuvre.

Ainsi dans la pièce numéro 16, la base et le col blanc, à couche noire ciselée de phalènes en relief, sont séparés par une boule améthyste et le tout forme un cornet ; de même, dans la pièce numéro 127, une paraison bleue violacée a son bord égalisé, soudé à celui d'une autre paraison blanche, doublée de pâte opaque noire ; les compositions n'étant pas discordantes, on a pu en faire, sans rupture, une seule coupe richement gravée. Une coupe gravée de fins camées noirs est portée par un pied améthyste tendre où l'artiste a gravé cette inscription : « De noir chagrin, douce améthyste console ».

Enfin, d'un type similaire est le facon offert à M. le Président de la République par la collectivité des distillateurs ; dans des couches d'un noir rouillé et d'un violet pourpre sont découpées des branches fleuries et des fruits d'illicium anisatum avec cet exergue : « Je vaincrai par la douceur ».

NOIR (HYALITE)

Cette composition serait d'un aspect assez triste ; mais la taille y met à jour des nuagés verdâtres que le graveur peut utiliser heureusement, comme le montre la pièce numéro 122, gargoulette au long col où la couche noire a été découpée en vapeurs et en ailes de libellules, et encore un petit vase très finement gravé d'un Amour chassant les papillons noirs. M. Gallé attribue le reflet gris qui irise en quelque sorte cette matière à un commencement de réduction du peroxyde de fer, en présence de l'atmosphère carbonneuse de l'ouvreur durant le travail.

IMITATIONS D'AMBRE

On remarque diverses pièces dans lesquelles l'artiste a cherché à utiliser des procédés de coloration jaune anciennement connus, en y ajoutant des effets nouveaux imités directement de morceaux d'ambre rouge, gris, etc., exemples : numéro 290, vase orné de cerises en camée ; numéro 300, vase imitant un *ambre*

brut souillé de corpuscules dans sa masse; numéro 141, olive en verre jaune malaxé de ruban de pâte jaunâtre teintée par du soufre et simulant des algues; numéro 153, petit cornet ombre gris, à rapports de pâte jaunâtre, soudés à chaud et gravés; un petit vase numéro 38 et une petite tasse se rapprochent assez bien des colorations naturelles, comme on peut s'en convaincre par l'examen du morceau d'ambre qui a servi de modèle à M. Gallé.

Une partie de ces colorations est due à l'argent, comme le montrent dans ce verre à base alcaline des taches verdâtres à la réfraction.

Un petit vase numéro 138, exposé dans la grande galerie, est fait d'une matière vitreuse, remarquable par sa coloration singulière et nouvelle: verre jaune opacifié par des taches orangées, brillantes, passant au brun verdâtre ou bleuâtre. Cette matière s'est irisée à l'ouvrage de légers reflets d'un bleu violacé, dus au métal contenu dans la composition.

La superposition du rose à l'or sur des jaunes agatisés d'argent donne des résultats qui s'éloignent de la nature, mais ne manquent pas de richesse et surtout d'imprévu (voir les pièces n^{os} 4 et 22).

COLORATIONS DIVERSES

On remarquera un verre opaque, de couleur vert antique due au chrome, et dont M. Gallé se sert dans les pièces triplées et quadruplées.

Elle produit un effet particulièrement remarquable dans la pièce numéro 108, sorte de grand camée dont la couche superficielle brune, d'une forte épaisseur gravée profondément, enlève sur un fond partiel vert antique des végétations et des animaux en haut relief.

Un cornet (n^o 139) offre à son tour, sous une couche brune, un verre flammé d'émail orangé opaque (antimoniate de plomb), glacé de rubis au cuivre d'un grand éclat. Une mince couche de brun laissée sur le rouge de cuivre lui donne un aspect fumeux intéressant.

BULLAGES IRISÉS

Les pièces numéros 99, 42 et 153 présentent des applications décoratives du singulier tour de main décrit plus haut. Dans le bol numéro 99, la composition numéro 81 a produit dans la matière des bulles à reflet argenté brunâtre, qui sont venues hérissier de verrues luisantes les pétales d'une orchidée fantaisiste.

Dans le numéro 42, une quantité de longues bulles allongées imitent des bouillons d'eau; les soufflures qui sèment une fiole à col allongé de fines gouttes de pluie sont dues à des compositions différentes où il est facile de reconnaître la présence de l'argent.

C'est encore l'argent qui a donné l'aspect de certaines verreries antiques, altérées dans leur composition par les agents atmosphériques.

Les nuances dichroïques du pourpre de Cassius, variables suivant la composition du verre, forment, sur quelques pièces, des taches opaques orangées d'un certain éclat, jaunes à la réflexion et pourpres à la transparence.

Ces effets ont été utilisés par M. Gallé sur des pièces diverses, entre autres sur un cornet numéro 134, où l'or précipité a maculé de taches bleuâtres, violacées, marron, groseille et terreuses, un verre sodique, destiné à imiter les colorations des écailles et des pétales enroulées des boutons et des fleurs du magnolia.

FLAMBÉS AU CUIVRE

Les pièces 91, 25, etc., ont été recouvertes d'une composition au cuivre exposée à l'atmosphère de l'ouvreau. La coloration est très inégale, très variable, tantôt même à peine sensible, parfois sous forme d'un réseau brun. La coupe 25, exposée à des vapeurs de charbon désoxydantes, a revêtu une flamboyante coloration. Le cuivre s'y présente translucide, rouge à la réflexion et bleu à la réfraction.

Au contraire, dans le vase 19, à panse de jade et à col jaune sanguinolent, le cuivre de cette dernière partie, soumis à une atmosphère oxydante durant des chauffés successives, a vu la coloration d'abord rouge disparaître presque entièrement.

Enfin, dans des essais récents, numéros 10-31, une autre façon d'opérer fait apparaître un flux rouge sur des formes sombres, et semblerait promettre sur le verre et le cristal l'intensité des colorations au cuivre des flambés de porcelaine.

IMITATION DE JADES

Les nuances de ces matières dures ont inspiré à M. Gallé diverses colorations dont le type sont des albâtres au sulfate de potasse très légèrement teintés de verdâtre par des proportions variables de bichromate de potasse, d'oxyde de fer et de cuivre. Il est important que la nuance verte soit très peu accusée, sous peine de tomber dans les nuances ordinaires des moulures. Cependant, pour imiter le jade vert impérial, on pourrait la soutenir davantage, mais ce sont surtout des interpositions de compositions colorées qui donneront les meilleurs effets. Comme la demi-opacité de l'albâtre suffit à masquer complètement les matières qu'on y introduit, au lieu du malaxage, il est préférable de faire des applications superficielles du marbrage, ou, si l'on trouvait les résultats trop secs, de glacer, pour ainsi dire, les marbrures par une couche de verre incolore. Les numéros 25-19 sont des exemples intéressants de cette fabrication.

AGATES MOUSSUES ARBORISÉES

De nombreuses applications ont été faites par M. Gallé : ce sont des cristaux blancs ou verdés légèrement; des préparations spéciales y sont incorporées à chaud au moment du travail, et disposées soit en persillés, sablés, mouchetés, ou bien en ramifications élégantes cueillies par le verrier. Ces effets peuvent être simples ou combinés, superposés, entremêlés de couches de cristaux opales à faible proportion d'opacifiants, soit blancs, soit de colorations très légères.

Il existe au musée des Arts décoratifs, à Paris, un bassin de la fabrication de M. Gallé, orné de renoncules de rivière taillées en relief dans une couche d'opale assez semblable à de la cire vierge.

Il a aussi coloré des couches opaques à l'aide de rose d'or, tantôt très vif, tantôt d'une pâleur extrême (fleur d'hydrangea, vase 143; fleur d'amaryllidée, vase 155); de là des nuances tendres, des morbidesses simples de pétales et de chairs. Exemples : numéros 110-111, une paire d'urnes couvertes, l'une à étude de bégonia, enlevée au touret, en pleine pâte rose, pourpre sur fond de cendre bleu mat; l'autre, une chute de fuchsias demi-transparentes, dont les feuilles gravées utilisent, en les mettant au vif, des verts frais et piquants; ailleurs, enfin, numéro 116, une coupe genre agate rubanée noire, passant au verdâtre, à reliefs de fleurs carnées du coloris le plus suave; un bol à pied en cristal blanc, dont la limpidité laisse transparaître des végétations moussues : l'extérieur est comme enveloppé d'un vol d'héphémères, gravés en relief dans une pâte rose et formant réseau.

AGATES-ONYX, MALAXAGES, INCRUSTATIONS, DÉCORS
INTÉRIEURS

En incorporant à la masse diaphane du verre des rubans colorés, M. Gallé a obtenu des effets très intéressants. Les deux vases 53 sont faits de cristal légèrement opacifié par du phosphate de chaux, auquel le verrier a mêlé des rubans de verre noir avant de commencer le travail. Les dessins varient à l'infini, et l'imagination de M. Gallé a su les mettre en évidence en les soulignant d'une esquisse légère, tracée à la surface du vase. L'emploi et l'excès du manganèse doivent être évités dans la composition du noir, pour ne pas affecter d'une teinte commune les nuances bleuâtres opalisées du phosphate de chaux.

Un autre genre de décor dans la masse est présenté par un vase, numéro 44, en verre potassique, teinté par du cuivre, du fer, de l'iridium. Autour d'une paraison, ont été cueillis de minces cassons d'émail blanc, découpés en ailes de papillons. Le tout a été doublé d'une calotte de même verre potassique, et les applications de la gravure ont fait le reste. Une vaste fleur rouge opaque (protoxyde de cuivre), avec son pistil et ses étamines, est enfermée dans la masse du

vase 136 : le graveur n'a eu qu'à accentuer extérieurement les effets par les reliefs en supprimant les bavures. Le numéro 131 a été, lui aussi, littéralement décoré dans sa masse, afin d'encadrer un sujet prévu d'avance, inspiration qui a dû guider la confection du vase par le verrier. On y voit des traces de feuillages, de branches et de glands, motifs indiqués avec une souplesse égale à celle du pinceau.

Depuis 1878, M. Gallé s'est attaché à développer la palette, qui permet d'orner le verre à l'aide de couleurs et d'émaux vitrifiables à de basses températures proches de son ramollissement.

Des émaux de relief à la mode japonaise, présentés par M. Gallé en 1878, ayant eu beaucoup de succès, cet artiste éminent a cherché à renouveler ces émaux par des nuances non employées encore : bleus variés verts et jaunes de toutes sortes, y compris des tons fins et rompus. La palette de ses ateliers d'émaillage était déjà fort complète à l'exposition des Arts décoratifs en 1884. Elle comprenait à peu près tous les moyens de décorer le verre, les grisailles des vitraux appliqués à des vases pailletés d'argent et d'or, le camaïeu noir, la teinture en jaune par l'argent, les peintures de platine et d'or, la surdécoration d'un excipient au moyen des couleurs de cristal, l'émail blanc de Bohême, fritté d'acide stannique, de silice et de minium d'un aspect sec, et bon tout au plus à des adaptations de styles anciens. A la même époque, une nouvelle série d'émaux transparents en relief était également présentée par M. Gallé, qui, continuant sans relâche ses recherches sur les émaux, met aujourd'hui sous nos yeux des émaux opaques de teintes fausses et bizarres, des nuances rompues destinées à jeter du piquant au milieu d'une gamme puissante, des émaux opaques colorés par des préparations à l'or fournissant des roses, des lilas, qui ont aussi leurs emplois.

En résumé, il n'est guère aujourd'hui de nuances, si fugitives soient-elles, que ne puisse reproduire M. Gallé, depuis l'orangé, le rouge de cire à cacheter, jusqu'au violet et au pourpre ; certaines bordures (vase genre quartz enfumé), n° 119 ; boîte antique, 147), ont la délicatesse de tons des cachemires. Le glacé de ces compositions est parfait, leur adhérence complète. Enfin, ces émaux peuvent être surdécorés de couleurs tendres et recevoir des feuilles métalliques fixées par des fondants.

On pouvait voir, à la classe 19, et au vestibule d'honneur, des spécimens différents de ces procédés, et, parmi eux, des échantillons qui ont reçu à la fois plusieurs gravures d'émaux cuisant à des feux d'intensité diverse.

NOUVEAUX ÉMAUX TRANSLUCIDES

En 1884, M. Gallé présentait quelques émaux translucides, alors nouveaux, distincts de ceux employés dans le vitrail, et distincts également du bel émail

bleu limpide connu des Arabes. Depuis lors, des essais du même genre se sont produits à l'étranger, notamment en Silésie, chez M. Helckart. Mais ces préparations, d'un aspect un peu forain, étaient fort inférieures et de relief nul. On peut en voir aujourd'hui de très nettes, possédant à la fois la limpidité et le relief, ce qui en augmente l'effet séduisant, mais aussi les difficultés de réussite. L'avantage de ces émaux translucides, en s'adaptant à des pièces préalablement décorées d'émaux opaques d'une cuisson plus dure, est de donner à l'œil une satisfaction complète, que la pièce soit examinée à la lumière réfléchie ou bien aux rayons réfractés. Et, ainsi, telle veilleuse, dont le décor en seul émail opaque n'eût donné son effet que de jour, ce qui est un contresens, pourra, grâce à l'association de ces fondants colorés, scintiller à la lumière artificielle de tous les feux du rubis et du diamant.

ÉMAUX-BIJOUX

Un autre application, faite par M. Gallé, est l'emploi entièrement neuf, dans la décoration des émaux de petit feu, d'une série toute différente d'émaux translucides, qu'il a appelés *émaux-bijoux*. Dans ses ateliers, on les applique à basse température sur un excipient métallique adhérent aux vases par une cuisson préalable. La difficulté était de trouver une composition qui n'altérât pas la dorure, et qui fût assez diaphane pour ne pas arrêter le feu des reflets métalliques.

Cette difficulté a été vaincue, mais non sans peine, car une extrême fusibilité rend délicat l'emploi de ces préparations. Il faut les glacer à point pour leur assurer la transparence, et pourtant leur fluidité à basse température de moufle peut amener des dégâts. Ils sont exposés, sur les flancs de pièces un peu plus grandes, à plus de risques encore; la moindre inégalité de température suffit à noyer les ornements du bas, tout en laissant ceux du col insuffisamment à point. On peut voir toutefois quelques pièces importantes sur lesquelles des végétations d'émeraude, de topaze, d'ambre, de rubis sont nettement développées (vases 270, 271, 272; plateaux 58, 11; boîte 55).

Leur alliance, avec tous les émaux précédemment décrits, a permis à M. Gallé d'imiter la nature, de donner sur la même pièce, aux élytres d'un scarabée, aux yeux d'une libellule, les reflets d'acier et d'azur, et, à l'aile soulevée, la diaphanéité des tissus vivants; quelquefois même celle des gouttes de rosée (n° 82).

Les émaux-bijoux offriront encore un intérêt particulier dans la décoration des anses et bagues de cristaux. Sans doute, en principe, la simulation d'un autre art est peu recommandable, mais M. Gallé a pensé que des décors d'orfèvrerie, enveloppant et engraisant des attaches si frêles, rassureraient l'œil. Il n'a, d'ailleurs, employé ce procédé qu'avec discrétion (gobelets et carafes genre cristal de roche).

ÉMAUX CHAMPLEVÉS

Un des nouveaux procédés de M. Gallé touche de près à celui des émaux champlevés sur cuivre et a des incrustations faites sur des cristaux de roche (bol n° 21, vase 39, seau 286, haubap 289). Des cavités ont été creusées dans le verre, puis dorées au feu. Elles reçoivent à plusieurs feux, si cela est nécessaire de l'émail translucide jusqu'à l'affleurement complet de leur surface avec celle de la pièce.

On remarquera aussi les décors que M. Gallé, se servant d'un terme des peintres faïenciers, appelle *decors en sous-couverte au petit feu*. Ce sont des glaçures très fusibles, adaptées au verre dur qui doit le recevoir; elles le glaceront de patines bizarres (vases 273, 89, 233 à 236, numéros des collections exposées), envoyant sous un flux vitreux et teinté des gravures, des nielles, des paysages en camaïeux. De ce genre est issu le numéro 278, dit mosaïqué.

ÉGLOMISÉS

A signaler des verres doubles (n^{os} 286-288), qui se distinguent de ceux faits aux XVII^e et XVIII^e siècles en Bohême, par leurs grandes dimensions et par ce fait que le décor est enfermé à chaud, et qu'il a lui-même subi plusieurs cuissons. La capsule intérieure, devenue indistincte de l'autre, a été ornée d'émaux-bijoux incrustés; puis elle a été emboîtée dans celle extérieure, qui dissimule entièrement la suture par un décor d'émail opaque.

En résumé, M. E. Gallé a rendu un service immense à l'art industriel en faisant entrer en jeu l'imagination pour utiliser, au point de vue décoratif, les recherches techniques, tant au point de vue de la coloration dans la masse que dans l'émaillage superficiel.

Si nous nous sommes étendu aussi longuement sur cette exposition particulière, c'est à cause de la place considérable prise par M. E. Gallé, qui s'est affirmé en chef d'école, comme un maître incontestable de la verrerie décorative et artistique de l'époque actuelle (1).



Fig. 5. — Verre de cristal taillé, à deux couches M. E. Gallé.

1. *Revue des Arts décoratifs*, décembre 1889.

VERRERIE ITALIENNE

L'Italie, dont les verreries ont eu un énorme succès, en 1878, était encore représentée cette année au Champ de Mars. On y voyait, non loin de la Tour



Fig. 6

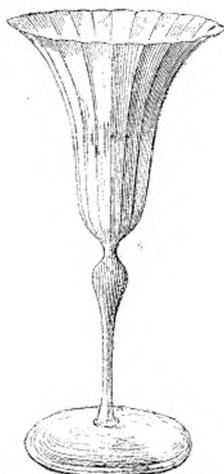


Fig. 7

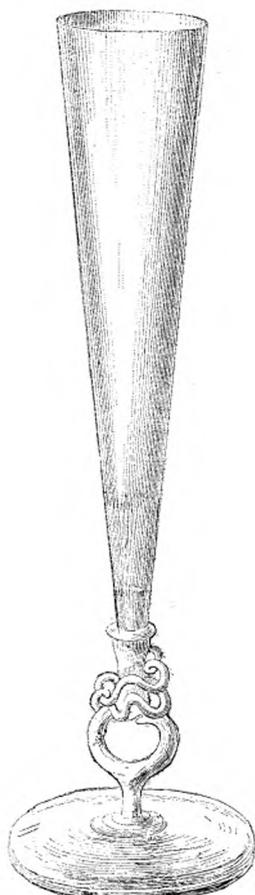


Fig. 8

Eiffel, l'éternel et primitif four vénitien, semblable à très peu près à ceux de l'époque brillante de Venise, semblable encore à celui de l'Exposition de 1878,

de l'Exposition de Bruxelles en 1880, de l'Exposition d'Anvers, de l'Exposition de Barcelone ; semblable sera très probablement celui de la future Exposition.



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

Disons cependant que des verriers de Venise, des verriers ingénieurs, MM. Zecchin, ont implanté à Murano des fours chauffés par le gaz et — qui plus est — des fours à cuves à plusieurs compartiments, dans lesquels on fond des verres de différentes colorations.

Venise nous montre encore cette fois les merveilles d'adresse et d'habileté de

ses artistes verriers qui semblent jouer avec les difficultés auxquelles se prête d'ailleurs une pâte de verre molle, maniable à plaisir (fig. 6-7-8-9-10). Et Dieu sait si les Vénitiens en abusent ! Aussi avons-nous constaté d'une façon absolue l'absence de formes nouvelles, mais au contraire l'excès de contorsions du verre amenant forcément le maniérisme fragile et la mièvrerie prétentieuse. Nous citerons seulement les verres et objets de verrerie exposés par Salviati, ne nous arrêtant pas aux autres objets de même nature dont les colorations heurtées nous éloignent, et dont les formes nous font regretter la simplicité d'autrefois.

Il est à regretter que la fabrication des verres Murrhins n'ait pas été représentée en 1889, comme elle l'était en 1878. Cette fabrication spéciale présente des difficultés qui donnent une valeur considérable à ces objets.

Voici (fig. 11) le dessin d'un de ceux qui figuraient à l'Exposition de 1878.

AUTRICHE-HONGRIE

Nous voudrions citer les magnifiques produits fabriqués par M. Lobmayr, de Venise ; malheureusement, nous en parlons comme d'un souvenir datant de 1878, qu'une visite plus récente à ses magasins de Vienne n'a fait que raviver. Nous avons vu là des objets surpassant de beaucoup les produits de Venise, comme couleur, comme forme, comme proportions, etc. Sauf quelques produits signalés plus haut, l'exposition d'Autriche-Hongrie ne donnait pas en 1889, au Champ de Mars, une idée bien exacte de ce que peut l'habileté technique de ses remarquables verriers de Bohême.

Nous avons à regret constaté, dans certains objets exposés, un mauvais goût indiscutable ; à cet égard, nous citerons l'effet déplorable causé par des « broderies » de couleur posées sur des verres verts d'aspect désagréable. Puis ces imitations de marbres qui enlèvent au verre toute sa transparence sans lui donner la valeur artistique d'objets de porcelaine, auxquels on paraît vouloir à grand tort les assimiler, ou tout au moins les faire ressembler.

Pourquoi ne pas s'inspirer des modèles qui se trouvent dans les musées ? Ainsi, entre autres sujets, voici (fig. 12) une reproduction d'aiguïère qui peut être imitée avec avantage, et sur laquelle l'ornementation ne nuit pas, fût-elle en métal, or ou argent sur verre.

Dans la sous-section de l'Extrême-Orient, se trouvait l'importante collection du docteur Mène. Cette collection renferme une grande quantité d'objets d'art se rapportant à l'histoire rétrospective du travail en Chine et au Japon.

Au milieu de ces magnifiques objets, on admire un grand brûle-parfums à couvercle azuré, puis des aiguïères, des colonnes, des écrans, des divinités, des ornements divers en jade, en lapis-lazuli, en cristal de roche, en agate orientale.

Au premier étage, on remarquait des émaux cloisonnés japonais, de fabrica-

tion moderne, très remarquables, aussi bien par leur pureté de travail que par l'élégance des formes.

Le jade étant un silicate d'alumine et de chaux (renfermant de la magnésie et du fer), nous sommes amenés à en parler ici.

La couleur du jade varie du blanc pur au vert-pomme; certains échantillons ont la teinte de l'émeraude; la variété blanche est la seule appréciée des Chinois



Fig. 12

qui ont un véritable culte pour cette matière. Les Chinois le tirent du Turkestan, de Kachgar; la variété verte est commune: on en trouve de gros blocs dans le lit de certains fleuves en Sibérie. Le jade raye le verre et l'acier; on le travaille et on lui donne le poli à l'aide de la poudre d'émeri et de diamant; ce travail est excessivement lent et coûteux.

La vitrine de M^{mo} Barbet renfermait, entre autres objets de jade, sept pièces remarquables :

Une coupe à libations en jade blanc, taché de vert clair, d'un travail très ancien ;

Un grand vase en jade blanc, avec taches de rouille, formé de deux cylindres accolés, travail de l'époque des Ming, vase du type de ceux consacrés à perpétuer le souvenir des personnages illustres.

Les vases d'époque plus récente sont plus jolis, plus gracieux comme forme ; on constate là l'influence de l'art persan ou de l'art européen. On voit encore un vase de jade blanc très pur, couvert de feuillages et d'ornements finement sculptés, style persan, avec panse unie et col enveloppé du dragon, en relief. D'autres vases en jade blanc : l'un carré à arêtes ornées de dentelles saillantes à jour, de la forme des vases contenant le vin des sacrifices ; un autre carré, aplati, à frises ornées de poids saillants et à anse grecque avec dragon enlacé ; un autre vase en jade verdâtre, couvert de dragons se détachant en relief, avec le sceau de l'empereur Kien-Loug.

On remarque également des vases chinois, vases à thé en jade, dont la propriété consiste à rendre, quand on les frappe, un son comparable à celui du cristal ; ce son ne s'éteint pas progressivement, mais s'arrête brusquement au bout d'un instant.

On remarque également dans cette collection : une fleur de lotus en quartz transparent ; une branche de pêcher avec fruits en cristal, incolore et algue marine ; une boîte en cristal rose craquelé ; deux poissons, l'un rouge, l'autre vert, taillés dans une même pierre, pierre dont le fer était à deux degrés différents d'oxydation ; d'autres objets en *serpentine*, un sceptre vert, et des caractères chinois de teinte jaune aux branchages en relief.

Si M. Gallé a vu ces collections nombreuses, nous pouvons nous attendre de sa part à des surprises à la première exposition ; il trouvera le moyen de surpasser les Chinois.

Les émaux transparents de MM. Ortechinnikoff et fils, de Moscou insérés et sertis dans le métal, étaient fort remarquables.

Nous avons remarqué chez ces exposants des bijoux, de l'orfèvrerie et de l'argenterie russe, ornés de ces émaux, et nous n'avons pas caché notre admiration à ces Messieurs.

Le prix élevé de ces objets ne les rend pas très accessibles et ne permet pas à tous les amateurs de s'en rendre acquéreurs. Ces émaux, diversement colorés et transparents, sont actuellement en grande faveur en Russie pour rehausser l'éclat des toilettes des dames. Depuis quelque temps, et par suite de l'engouement résultant, pour les objets de provenance russe, du courant de sympathie qui existe entre les deux nations, cette mode tend à s'implanter en France. Il faut, d'ailleurs, reconnaître que l'emploi discret de ces émaux produit sur les étoffes de couleur sombre l'effet le plus gracieux.

VITRAUX

Le Catalogue officiel indiquait que cinquante et un exposants français et quinze étrangers ont soumis à l'examen du public des vitraux ou verres décorés de ce nom.

Nous avons compté environ trente-huit peintres verriers, dont vingt-huit français, trois belges, un anglais, deux américains et quatre suisses. En 1887, ce chiffre était bien supérieur; en 1878, il était plus du double.

Les peintres verriers semblent se désintéresser de plus en plus des expositions où leurs œuvres sont placées généralement dans de mauvaises conditions d'éclairage, d'élévation et surtout de classification.

On devrait accorder aux vitraux une classification distincte, un jury spécial. Du reste, la peinture sur verre subit une transformation complète; loin de rencontrer la protection du gouvernement, les artistes sont obligés, maintenant, de soumissionner les travaux de restauration des vitraux appartenant aux monuments historiques, absolument comme s'il s'agissait de badigeonnage ou de maçonnerie.

Le caractère laïque du vitrail s'accroît de plus en plus; les habitations particulières luxueuses sont maintenant ornées de vitraux, ordinairement mauvais, à cause du prix que l'on accorde à des œuvres qui, pour être artistiques, sont nécessairement très coûteuses.

L'Exposition de 1889 offrait peu de vitraux remarquables; il a été permis cependant de constater, pour certains peintres anglais et français, une remarquable habileté d'exécution.

En 1878, on trouvait des éléments d'étude très importants dans l'exposition du vitrail; depuis, le verre lui-même — dont la fabrication a fait de réels progrès — a été mis plus en valeur; les cives, les cabochons produisirent certains effets nouveaux. En 1889, un verre d'aspect particulier, marbré, nacré, strié, « voilé », dit verre *américain*, a fait son apparition dans certains vitraux et l'effet produit, lorsque ce verre est employé avec discernement, avec discrétion, est des plus satisfaisants. L'inventeur de ce verre, M. Lafarge, a exposé entre autres, un vitrail à fond jaunâtre à petits feuillages et animaux bizarres, dont la coloration irisée est d'un effet charmant.

Très remarquable aussi est le plafond vitrail de M. Galland, pavillon de M. Krieger. MM. Appert ne sont pas étrangers à la fabrication d'une partie des verres opalins qui le composent.

L'*Apollon entouré de muses*, de M. Anglade, d'une bonne composition, exécution remarquable, mais de coloration trop pâle.

L'*Education de saint Louis*, de M. C. Champigneulle, d'une coloration harmonieuse mais molle, plate, lui donne l'aspect d'un store.

Les *Japoneries* de M. Carot dénotent, chez cet artiste, une ingéniosité, une adresse et un talent particulier à ce genre de vitraux.

Le *Saint-Georges* de M. Bégule, de Lyon, — dans ce vitrail le verre américain est employé très judicieusement — a droit à tous les éloges comme style, coloration, dessin correct et franc.

Il est regrettable que tous les efforts dépensés dans l'énorme vitrail placé dans l'axe transversal de la Galerie des Machines, et représentant le *Char du Soleil*, ait produit ce store banal, indigne, à notre avis, du nom de vitrail.

La *Bataille de Bowvines*, œuvre de MM. C. Champignenlle et Frittel, renferme des parties très satisfaisantes, comme, par exemple, le *Combat* figurant dans la salle où se tient le conseil de guerre de Valenciennes ; ce n'est toutefois pas suffisant pour une pièce de cette importance, qui sera bien pâle lorsqu'elle sera examinée dans son cadre définitif.

On a vanté le travail de M. Oudinot, dessiné par M. O. Merson : *Jésus à table ayant à ses côtés les pèlerins d'Emmaüs*. Cette œuvre dénote, de la part de l'artiste, un talent consommé ; mais nous préférons voir traiter par M. O. Merson des sujets moins religieux ; les deux disciples du Christ pourraient être aussi bien placés dans tout autre cadre que dans celui-ci.

Oudinot a exposé d'autres vitraux parmi lesquels il y a à constater de belles parties ; pas un de ces vitraux n'offre, à notre avis, un tout bien satisfaisant et réellement remarquable. Au pavillon de la République Argentine, là où le verre a été employé à profusion pour différents emplois ornementatifs, il y a un certain nombre de vitraux parmi lesquels il convient de distinguer l'intensité et l'harmonie de coloration de quatre paons ; au milieu de cette ornementation, le verre américain produit un effet magnifique.

La République française recevant la République Argentine à l'Exposition universelle de 1889, tel est le sujet d'une assez grande verrière placée en haut de l'escalier conduisant au premier étage de ce pavillon. Composition médiocre, aspect et couleurs heurtés ; en somme, peu de distinction d'ensemble : un garde municipal et son cheval occupent là une place trop considérable et nuisent aux autres personnages dont ils diminuent l'importance.

Nous avons remarqué aussi, au pavillon algérien, des vitraux de M. Didron, vitraux style arabe, très-colorés, à fond blanc et jaune ; ces vitraux d'un procédé d'exécution assez sommaire dû à M. Didron, qui consiste à tracer des rinceaux en pleine coloration et aux détails multiples, dont les tons variés se détachent sur un fond de préférence jaune ou blanc. Les fleurs et les feuilles dominant, le dessin est constitué par le plomb : or, cette matière servant de sertissage ne doit être employée que pour exprimer une forme. C'est donc une véritable vitrerie en plomb assez coûteuse par le travail qu'elle exige. Ces vitraux sont solides, à cause de la petite dimension des pièces de verre et à cause de la multiplicité des plombs.

Nous signalerons parmi les vitraux étrangers ceux de MM. Clayton et Bell, de Londres; colorations vigoureuses dans les uns, excellentes grisailles; quelques figures saintes, et, entre autres, la tête de Sainte-Dorothee, puis la Vierge, donnent une haute idee du talent de ces artistes. MM. Stalins et Janssens, sujets religieux d'une bonne execution. MM. Hosch, de Lausanne, ont expose une quantite de petits sujets dans lesquels on remarque un travail considerable de gravure, ressemblance avec les vitraux suisses du XVI^e siecle.

VERRES A VITRES

L'industrie du verre à vitre subit une crise, par suite de la diminution des exportations en Amérique. Cette crise se fait principalement sentir en Belgique.

En Amérique, le chauffage des fours par le gaz naturel a groupé les verreries dans le voisinage des endroits où ces gaz abondent et cela principalement dans le pays de « Pittsburg. »

Les fours à cuve remplacent aussi, en Amérique, les fours à creusets et, comme tout ce qui se fait dans le Nouveau-Monde, ces fours ont, là-bas, des dimensions colossales. Nous citerons entre autres le four de Jeannette dont les dimensions atteignent 130 pieds de longueur sur 30 pieds de largeur, constituant ainsi une sorte de lac de verre fondu dans lequel puisent d'une façon continue 50 ouvriers souffleurs.

Nous aurions désiré donner d'amples renseignements sur les fours de verrerie et spécialement sur les fours à bassin, mais l'un des auteurs de ce travail étant de par la nature de ses fonctions, tenu à une certaine réserve, nous nous contenterons de faire connaître les appréciations d'un ingénieur — ami des auteurs — (1) s'occupant exclusivement en Amérique de la construction des fours de verrerie.

Nous lui laissons la parole :

« Étant donné qu'un four à bassin, pour une production déterminée, doit avoir une certaine surface exposée à l'action de la chaleur pour la fonte et l'affinage du verre, et que, depuis la partie du four correspondant à la zone de haute température, jusqu'aux ouvreaux de cueillage, une certaine distance est nécessaire pour laisser au verre, pendant qu'il effectue ce trajet, le temps de se refroidir suffisamment, on arrive à pouvoir déterminer exactement les dimensions du four. Connaissant ainsi la production à obtenir, la grandeur de la surface rayonnante, et la valeur moyenne du combustible dont on fera usage, on détermine au moyen d'une formule (établie à la suite de nombreuses expériences) quelle devra être la section totale des entrées de gaz.

La section des entrées de l'air, des brûleurs, la grandeur des régénérateurs, des valves, des conduits de gaz, les dimensions de la cheminée, la grandeur et le nombre des gazogènes, découlent directement de la section totale des entrées de gaz. »

On a vu, dans cet exposé, quelle importance les constructeurs de four de ver-

(1) M. Pagnoul.

rierie attachent à la composition chimique du combustible ; c'est qu'en effet la valeur du gaz, sa puissance calorifique, sont absolument dépendantes de la nature de la houille ou autre combustible qui sert à le produire, et que d'autre part le volume de gaz qu'il faut brûler pour obtenir un travail de fusion déterminé, est fonction du pouvoir calorifique de ce gaz.

On a cherché à réduire la durée des opérations de fonte et d'affinage du verre, en faisant usage d'un gaz plus riche en éléments réellement combustibles, que le gaz produit par les gazogènes Siemens ; c'est ainsi qu'on emploie depuis quelques années, sinon en verrerie, du moins dans quelques usines métallurgiques, un gaz composé en grande partie d'oxyde de carbone et d'hydrogène. Ce gaz, connu sous le nom de « gaz d'eau », est obtenu par la décomposition de la vapeur d'eau au moyen de coke incandescent, dans des gazogènes de forme spéciale dont nous donnons plus loin une description sommaire.

On s'est beaucoup occupé dans ces dernières années de rechercher quelles sont les modifications que le gaz combustible peut subir avant sa combustion complète, modifications qui seraient le résultat de réaction se produisant entre les éléments constitutifs des gaz — hydrogène, oxyde de carbone, carbures d'hydrogène et acide carbonique, vapeur d'eau — pendant le passage du gaz dans les régénérateurs et dans le laboratoire même du four. On s'est demandé s'il n'y avait pas lieu de tenir compte des phénomènes de dissociation qui empêcheraient la combustion d'être complète dans le four même en raison de la haute température qui y règne.

Voici ce que dit à ce sujet M. Pagnoul :

« L'hydrogène et l'oxygène ne traversent-ils pas le four sans se combiner, et leur combinaison ne se produit-elle pas dans les régénérateurs où la température le permet, ce qui aurait pour effet d'élever sensiblement la température de ceux-ci et de chauffer bien davantage les gaz qui les traversent.

« Ces gaz plus chauds dégageraient par cela même un plus grand nombre de calories.

Certains résultats pratiques semblent donner raison à cette manière de voir.

« Pendant le chômage de l'été dernier à Bridgeton, nous avons tenu le four chaud. La dépense était la même qu'en le faisant mourir. Pour le conserver à la température du rouge cerise (800 à 900°) il a fallu, dès le début et lorsque les empilages étaient encore chauds, dépenser environ neuf tonnes de charbon par 24 heures. Après, cette quantité a augmenté un peu.

« Le tirage de la cheminée était réduit au minimum et toutes les ouvertures fermées et margées.

« Pendant les neuf mois de marche de la verrerie, aux Etats-Unis, on cesse le travail le samedi après midi pour le reprendre le lundi à une heure du matin. L'enfournement des matières premières cesse aussi pendant une grande partie de cet arrêt. On doit toujours naturellement tenir le four à la même température.

« De ces deux expériences, on peut conclure qu'environ les deux tiers de la chaleur totale sont perdus par le rayonnement et la cheminée. Il n'y aurait donc qu'un tiers d'utilisé. Je n'examinerai pas ici quel est le rapport entre la quantité de calories que pourrait développer théoriquement le charbon et la quantité utilisée par la fonte et l'affinage du verre; je fais une constatation pratique. »

Grâce à l'emploi de ces fours à bassin, grâce à la récupération de chaleur des produits de la combustion, le prix de revient a subi une diminution notable. La qualité du verre s'est ressentie désavantageusement de cette production à outrance, et la teinte est devenue un peu plus irrégulière; aussi certains fabricants ont-ils essayé de *décolorer* le verre par l'adjonction du peroxyde de manganèse, du nitrate de soude, etc.

On a été amené à fabriquer, dans le nord de la France, du verre non affiné, quelquefois même à peine fondu « calcin », cela dans des creusets percés à la partie inférieure d'un trou d'écoulement. Cette ouverture, fermée par un tampon métallique refroidi à l'aide d'un courant d'eau, permet de laisser couler le verre liquéfié et de le produire dans des conditions économiques satisfaisantes; ce verre est ensuite vendu aux verriers, comme calcin, c'est-à-dire comme fondant.

VERRE PERFORÉ

M. Emile Trélat a pensé que des vitres qui, en même temps qu'elles laisseraient passer la lumière, pourraient distribuer l'air nécessaire à la ventilation dans un état de division et d'épanouissement suffisant, seraient préférables aux appareils de ventilation très imparfaits employés généralement dans les endroits publics, les hôpitaux, etc., puisque, par suite de leur transparence même et des nettoyages obligés auxquels on doit les soumettre, elles seraient dans les meilleures conditions pour assurer leur bon fonctionnement et leur efficacité.

M. Charles Herscher, ingénieur-constructeur, se faisant l'écho des desiderata de M. Emile Trélat, s'est chargé de leur exécution et s'est adressé à MM. Appert, pour leur fabrication.

MM. Appert ont pensé à faire les trous dans le verre en même temps que la feuille de verre elle-même, et en opérant par coulage et moulage.

Pour faire cela, on verse le verre liquide sur une table en métal garnie de saillies ayant la forme et l'espacement des trous que l'on veut obtenir; on exerce sur ce flot de verre une pression suffisante pour l'amener à l'épaisseur voulue, déterminée par des règles de la hauteur nécessaire.

La pression peut être obtenue par un rouleau ou par une presse à mouler le verre, employée communément en verrerie.

Les verres qui sont présentés ici sont obtenus sous une pression de 50 kilogrammes par centimètre carré.

Au moment du moulage, les saillies qui doivent former les trous sont submergées par le verre liquide qui y a été versé; aussi, une fois terminé, les saillies du moule sont-elles recouvertes d'une mince couche de verre qui bouche les trous sur une de ses faces.

Cette couche de verre, dont on détermine l'épaisseur par la saillie des petits troncs de cône de la table, a une épaisseur d'un cinquième de millimètre environ et on peut en opérer le débouchage de plusieurs façons, soit au sable, soit en la rongant par l'acide fluorhydrique, soit par un foret tournant avec rapidité.

Ce dernier moyen est le plus expéditif : avec un foret de section hexagonale tournant avec une vitesse de 750 tours par minute, une ouvrière peut déboucher 2000 à 2400 trous à l'heure.

Cet ensemble de procédés a permis de diminuer les frais de fabrication de ce verre et de le livrer au commerce à un prix suffisamment réduit pour en permettre l'emploi d'une façon très générale.

Ce verre peut être poli sur une ou deux faces par un procédé analogue à celui employé pour le polissage des glaces.

Dans les locaux où une ventilation permanente serait gênante, on met derrière le verre perforé un vasistas à charnière muni d'un verre plein, qu'on ferme à volonté.

Un petit dispositif très simple imaginé par MM. Genest et Herscher permet, au moyen d'une tringle coudée, de fermer ou d'ouvrir ce châssis avec la plus grande facilité.

On peut encore superposer deux feuilles de verre perforé, et, par un faible mouvement de translation de l'une d'elles, égal au diamètre d'un trou, faire coïncider les trous des deux feuilles de verre, et produire la ventilation, qu'on interrompt par le mouvement contraire.

Ces verres sont employés pour la ventilation dans un grand nombre d'endroits, tels que : hôpitaux, salles d'étude des lycées et écoles, ateliers de filature, cabinets d'aisances, écuries, etc.

Ce verre peut servir pour d'autres usages, tels que pour clore les ouvertures des garde-manger, pour les tablettes supportant les aliments, en remplaçant avec avantage les toiles métalliques : les mouches en effet, ne peuvent passer par ces trous de 3 millimètres.

Il peut servir aussi pour des filtrations et des tamisages.

Une des grandes améliorations apportées à l'hygiène des habitations, il y a quelque trois cents ans, a été l'emploi du verre pour clore les fenêtres, permettant ainsi de faire entrer en abondance dans les pièces la lumière, cet agent d'oxydation par excellence; l'emploi judicieux des *vitres perforées* en augmentera encore les bienfaits, puisqu'il donne la facilité d'y introduire simultanément ces deux éléments indispensables à l'existence humaine et à son entretien : l'air et la lumière.

VERRE D'OPTIQUE

Les produits exposés par M. Mantois (successeur de M. Feil père) sont remarquables.

Cette maison, dont la réputation est universelle, a fait de nouveaux progrès quant aux dimensions des disques obtenus pour les objectifs astronomiques.

Il y a là des verres de densités considérables : 6,26.

Cette densité est démontrée au public par une disposition ingénieuse : un échantillon de 9,26 de densité contre-balançant un prisme de même forme, mais de dimension beaucoup plus considérable, de 2,43 de densité.

Les disques pour objectifs astronomiques et photographiques de la fabrication de M. Mantois varient entre 0^m,47 et 0^m,84 et même 1^m,05 de diamètre.

La fabrique allemande d'Iéna, subventionnée par le gouvernement prussien et qui a obtenu des verres de densités considérables, n'a pu fournir jusqu'ici des disques semblables à ceux de M. Mantois.

Le disque de 1^m,05 (Crown glass), qui doit faire partie de l'objectif de la grande lunette de Spence (destinée à l'Université de la Californie) qui pèsera environ 130 kilogrammes, a été taillée dans un bloc de Crown glass de 550 kilogrammes. Ce bloc est sorti du creuset le 26 janvier 1888. Depuis le 28 janvier 1888, ce bloc de verre a été constamment en travail, cassé au marteau, puis scié, pour éliminer les parties défectueuses sur toutes ses faces; il a subi six phases distinctes qui ont donné lieu à neuf formes différentes d'aspect, de dimensions, de poids, qui toutes ont été photographiées et représentent un travail non interrompu pendant seize mois. Ceci est utile à indiquer et explique les difficultés vaincues et le prix représenté par une pièce semblable après son achèvement définitif et satisfaisant.

GLACES

Les dimensions des glaces à cette exposition sont supérieures à celles des expositions précédentes. La Compagnie de Saint-Gobain (hors concours) tient toujours le premier rang, et par l'importance de son exposition et par la qualité et la dimension de ses glaces.

Certains produits des Compagnies belges ont été aussi très appréciés et récompensés, témoin les expositions des glaceries de Roux, de Florefe (à Jeumont); puis, Courcelles, Auvelais, Moustier, etc.

La Compagnie de Saint-Gobain exposait, classe 19 :

SAINT-GOBAIN

Une grande glace brute, 8^m,10 sur 4^m,14, superficie 33^m,5340; grand miroir plan pour télescope, diamètre 1^m,30, poids 900 kilogrammes; grand miroir

concave, diamètre 1^m,60, poids 450 kilogrammes; dalles brutes, coulées ou moulées, unies et à reliefs; pièces moulées diverses et tuiles en verre, pièces de phare et optique; verres de toiture unis et à reliefs, verres imprimés à reliefs (brevetés). Il est intéressant de comparer les dimensions des glaces de Saint-Gobain figurant aux expositions depuis 1806 et de constater aussi les progrès réalisés depuis cette époque dans cette industrie. (Voir page 380, fig. 13.)

CHAUNY

Grande place polie de miroiterie en blanc, 7^m,63 sur 4^m,10, superficie 31^m,2830; grande glace argentée, 5^m,34 sur 2^m,46, superficie 13^m,1364; glace bisautée et argentée, premier choix, à répétition, 2^m,07 sur 1^m,32; spécimens variés de glaces en blanc et argentées, de différents choix et épaisseurs.

CIREY

Grande glace argentée de 5^m,19 sur 3^m,09, superficie 19^m,0371; glace biseautée et argentée, à répétition, 3^m,67 sur 2^m,28; glace biseautée et argentée, premier choix, à répétition, 2^m,07 sur 1^m,32.

MONTLUÇON

Grande glace argentée de 5^m,07 sur 3^m,09, superficie 15^m,6663; glace biseautée et argentée, premier choix, à répétition, de 2^m,07 sur 1^m,32.

CLASSE 63. — SAINT-GOBAIN

Glaces et dalle brutes pour toitures, revêtements et vitrages; verres coulés unis et à reliefs pour toitures et vitrages; dalles unies et à reliefs; pavés et tuiles en verre; pièces moulées pour le bâtiment; verres imprimés à relief (breveté).

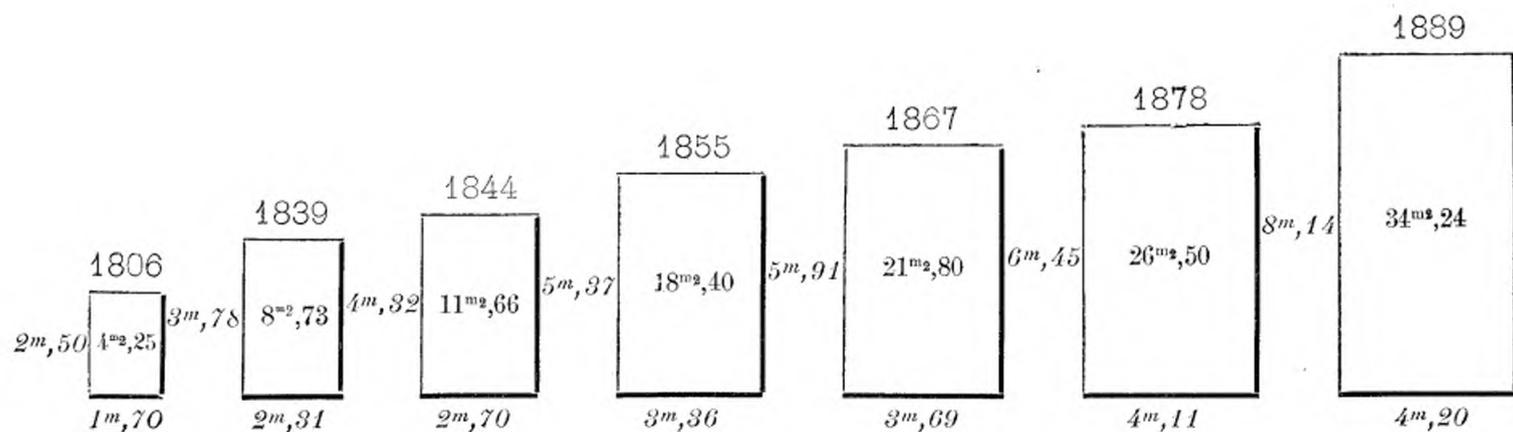
CLASSE 64. — SAINT-GOBAIN

Glaces et dalles brutes et polies, pour tables de dissection, de laboratoire, revêtements et urinoirs; pièces moulées pour caniveaux, égouts, sièges de communs, etc.

CLASSE 21.

Glace polie de vitrage, la plus grande produite jusqu'à ce jour, 8^m,14 sur 4^m,2062, superficie 34^m,24.

La teinte des glaces, la qualité de la pâte, le travail de ces glaces étaient satisfaisants et démontrent que l'abaissement des prix de vente n'a pas nui à la qualité de ces produits.



Les Glaces de Saint-Gobain aux Expositions universelles Françaises de 1806 à 1889.

Fig. 13

La production des glaces a été sans cesse en augmentant depuis 1878. En Belgique, on produisait à cette époque :

Sainte-Marie-d'Oignies	60.000 à 70.000 mètres carrés	
Floreffe	60.000	—
Roux	60.000	—
Courcelles	55.000	—
Auvélais	35.000	—
En 1888, Sainte-Marie-d'Oignies fabrique . .	100.000 mètres carrés.	
Floreffe	80.000	—
Roux	90.000	—
Courcelles	100.000	—
Anvelais	70.000	—
Moustier	100.000	—

En 1889, la production a été plus considérable encore, et les établissements de Sainte-Marie-d'Oignies et de Floreffe ont des succursales établies en France, à Recquignies, à Jeumont. La diminution des prix de vente a été constante depuis plus d'un siècle, et la production plus forte ne peut qu'accroître ce mouvement vers la baisse.

Tarif des glaces de 1702 à 1889

DIMENSIONS	1702	1802	1835	1856	1862	1884	1889
	livres	fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Glaces de 1 m. carré de superf.	165	205	127	61	47.75	40.30	30.23
— 2 — —	540	859	377	143	107 »	93.80	70.35
— 3 — —	1000	1.648	757	248	186 »	160 »	102 »
— 4 — —	2750	3.644	1.245	349	262 »	227 »	136 »

Pour les glaces de grandes dimensions, la baisse a été encore bien plus rapide.

Ainsi, une glace de 10 mètres carrés de superficie, qui coûtait, en 1873, 1 200 francs, ne coûte plus, en 1889, que 467 francs.

Les exportations de glaces belges pendant les six premiers mois de :

	1889	1888	1887
	6 mois	6 mois	6 mois
Allemagne	89.432	58.633	103.833
Angleterre	1.929.423	861.653	912.093
Australie	72.600	119.000	88.050
Espagne	68.150	111.637	93.050

Etats-Unis d'Amérique	812.280	1.154.500	1.203.000
France.	103.254	68.563	108.960
Hambourg.	74.050	65.090	140.420
Pays-Bas	296.573	205.714	302.132
Russie.	167.973	33.880	23.000
Autres pays	745.367	543.389	586.420
Total (francs)	4.359.102	3.252.050	3.580.958

En 1890, 5000000.

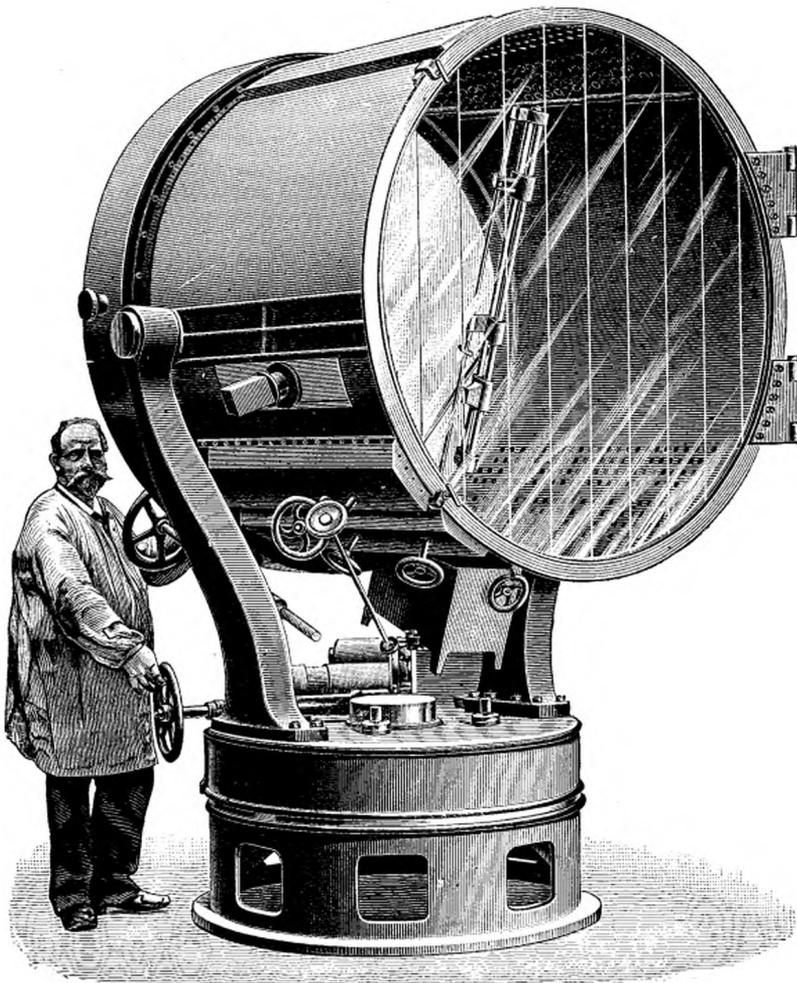


Fig. 14

Les usines françaises de la Compagnie de Saint-Gobain exportent annuellement pour 4 000 000 de francs au cours actuel.

Les usines étrangères de la Compagnie exportent pour 3 000 000 de francs, soit au total 7 000 000, non compris les verres vendus bruts.

L'exportation des fabriques de glaces allemandes, étrangères à la Compagnie est d'environ 1 500 000 francs de glaces polies, nues ou argentées, épaisses.

Les glaces minces dites « glaces allemandes » ne sont pas comprises dans ce chiffre.

L'exportation directe ou indirecte des manufactures anglaises est plus difficile à connaître, nous ne l'évaluons pas à moins de 8 000 000 de francs.

Les produits moulés (verres bruts) et coulés, exposés bruts, par la diversité de leurs formes, invitent les architectes, les ingénieurs, à généraliser de plus en plus l'emploi de ces verres qui seront d'un grand secours pour répandre la lumière dans les constructions et permettront d'utiliser plus convenablement bien des parties obscures des escaliers, cours, sous-sols, etc.

Nous avons constaté également des verres coulés, minces, à dessins en reliefs (rolled plates) d'un nouveau dessin, mais d'un procédé anglais appliqué à Saint-Gobain.

Des verres matés, avec ou sans réserves, par jets de sable, d'un assez joli effet décoratif.

Puis des « hublots », pour la marine et une belle pièce formant vasque ; une pièce semblable a été livrée à MM. Sautter et Lemonnier, et constitue le miroir réflecteur du phare tournant de la tour Eiffel.

C'est également à l'aide des lentilles et miroirs coulés à Saint-Gobain, que la maison Sautter-Lemonnier construit les projecteurs de lumière électrique, destinés aux usages militaires. Nous ne citerons que le projecteur monstre (fig. 14) de 1^m,500 de diamètre, l'une des curiosités de l'Exposition.

Blocs isolateurs en verre pour chemin de fer électrique

Un chemin de fer électrique (*City and south London railway*) relie, par une communication urbaine et souterraine, les quartiers de la rive droite avec les abords du pont de Londres. Ce chemin de fer, d'une longueur concédée de 6 200 mètres et dont les travaux, entrepris il y a quatre ans, sont maintenant achevés sur une longueur de plus de 5 000 mètres, a été inauguré le 4 novembre 1890.

Le chemin souterrain est constitué par deux tunnels indépendants ; dans l'un circulent les trains montants, dans l'autre les trains descendants. Ces tunnels ou tubes de 3 mètres et 3 mètres 20 de diamètre sont placés à 20 mètres au-dessous du niveau du sol des rues.

Sur les parois de ces tunnels sont fixés les tuyaux qui conduisent, jusqu'à l'extrémité de la ligne, l'eau sous pression qui sert au fonctionnement des ascenseurs de chaque station; les câbles isolés à enveloppe de plomb amenant le courant électrique de l'usine courent le long des parois de chaque tube.

Enfin, deux banquettes en maçonnerie, sur lesquelles reposent les traverses et les rails, sont établies d'une extrémité à l'autre de chaque tunnel et permettent la circulation des agents et la sortie des voyageurs en cas de détresse ou d'accident à un train (fig. 15).

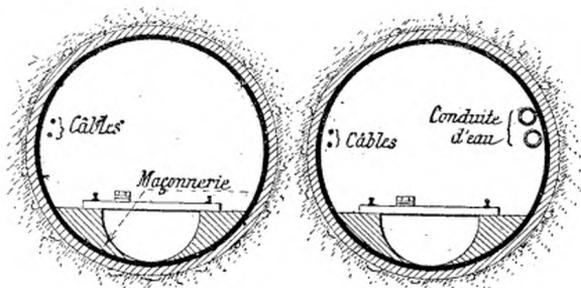


Fig. 15

La ventilation est parfaite, le passage des trains circulant toujours dans le même sens produit, en effet, un courant d'air suffisant à l'aération et il n'y a pas de ces nuages de fumée si nuisibles dans certains tunnels un peu longs.

Voie. — Les rails sont du type Vignole et d'un poids de 30 kilogrammes le mètre courant; leur longueur est de 7^m,50; ils reposent sur des traverses en bois non préparé, placées à 0^m,70 d'axe en axe l'une de l'autre. La voie a un écartement de 1^m,53 entre les bords intérieurs des rails.

Le conducteur qui amène le courant aux locomotives électriques est constitué par une barre d'acier ayant la forme d'un U (fig. 16) et une section d'environ 570 millimètres cubes. Les assemblages bout à bout de ce conducteur sont faits



Fig. 16

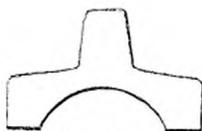


Fig. 17

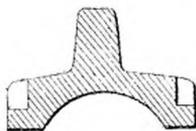


Fig. 18

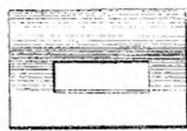


Fig. 19

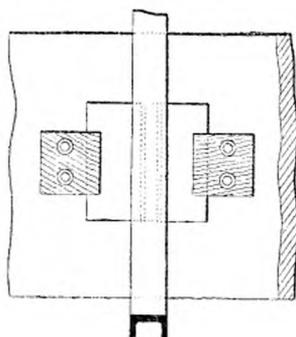


Fig. 20

avec des éclisses en cuivre. Ce conducteur, placé à 0^m,35 du bord intérieur de l'un des rails, est isolé du sol au moyen de blocs en verre brut d'une forme spéciale (fig. 17 à 19) fixés sur chaque traverse au moyen de deux cales en bois vissées (fig. 20).

Pour que la force électro-motrice reste sensiblement constante tout le long de la ligne et que la perte, par suite de résistance du conducteur, ne soit pas trop considérable, la voie porte, en outre, quatre conducteurs en cuivre reliés au rail central de distance en distance, composés chacun de 61 fils de 2 millimètres et recouverts de plomb avec une isolation tellement parfaite que la perte sur toute la ligne n'est pas de plus d'un ampère.

Le retour se fait par les rails latéraux.

La voie ne comporte pas de ballast, afin d'éviter la projection et l'entraînement de la poussière. Par contre, il en résulte, lors du passage d'un train, un bruit intense se répercutant au loin dans les tunnels. Il faut, d'ailleurs, ajouter que les voyageurs n'en sont nullement gênés, si on a soin de fermer les portes extrêmes des voitures du train.

Aux stations, les quais en bois sont à la même hauteur que le plancher des wagons, comme cela existe d'ailleurs dans la plupart des gares anglaises.

Au passage sous la Tamise, la voie a une pente de 30 millimètres par mètre avec des courbes de rayon d'environ 50 mètres. Le train prend alors un mouvement très accentué d'ondulation dans tous les sens, qui n'incommode pas les voyageurs, mais qui est particulièrement curieux.

Enfin, la ligne se termine par des heurtoirs dont les tampons sont rendus élastiques par la pression hydraulique déjà utilisée pour le fonctionnement des ascenseurs des stations (1).

Autres applications du verre à l'électricité. — Les demandes sont incessantes de bacs, cuves, crémaillères, supports ronds, carrés, plaques dalles de toutes formes et dimensions que l'on demande en verre. La plupart de ces demandes reçoivent une solution à l'avantage du verre.

Les nouveaux droits votés par la chambre des députés pour protéger la culture forcée des primeurs viennent d'implanter en France une nouvelle industrie, pour laquelle conviennent parfaitement les verres coulés, plus épais et, par conséquent, plus résistants aux intempéries, et retenant davantage la chaleur interne des serres dans lesquelles on pratique ces cultures. Un préjugé condamnait jusqu'ici l'emploi de ces verres épais, sous prétexte que les rayons lumineux ne traversaient pas ces verres aussi facilement que le verre à vitre plus mince. C'était là un simple préjugé, et les essais que nous avons faits à ce sujet et qui se trouvent reproduits par le tableau ci-contre (fig. 19 bis), montrent que

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, 1891, page 89, V^e C. Dunod, Paris. Note de MM. Eug. Sartiaux et Cossmann, sur le chemin de fer électrique de Londres.

notre assertion est exacte. Il faut ajouter que ces verres coulés, à épaisseur égale, sont moins colorés que le verre à vitre et que s'ils sont à peu près semblables comme coloration, cela est dû à leur épaisseur plus forte que celle du verre à vitre, c'est-à-dire du verre soufflé.

Nous terminerons ce chapitre en disant quelques mots d'un verre nouveau que l'on fabrique depuis quelque temps en Suède et qui est appelé à faire époque dans la fabrication des lentilles.

Le nouveau verre est absolument diaphane, très dur, très apte à recevoir un polissage parfait. Il doit ces qualités à de légères additions de phosphore et de bore (probablement phosphate et borate alcalins ou calcique), substances qui n'avaient pas encore été jusqu'ici employées dans la fabrication du verre.

La grande valeur de ce produit, c'est d'être parfaitement « achromatique », c'est-à-dire que les lentilles faites avec ce verre n'offrent aucune trace de bandes colorées. Le pouvoir de grossissement des lentilles ordinaires pour microscopes

ne s'étend au plus qu'à $\frac{1}{16000}$; mais d'après le bureau technique de Richard Loders, à Gorlitz, des lentilles faites avec le verre nouveau permettent l'étude des $\frac{1}{8.200.000}$ parties d'un millimètre.

Il est facile de prévoir la révolution que les propriétés du nouveau verre produiront dans le domaine de l'optique, mais au premier rang apparaissent les services qu'il rendra, non seulement aux sciences exactes, mais à l'astronomie et à la physique expérimentale.

VERRES SOUFFLÉS — BOUTEILLES

De grands progrès ont été réalisés dans la fabrication du verre à bouteilles. Le verre est plus limpide, moins bulleux qu'il y a quelques années, et la régularité d'épaisseur est bien supérieure à ce qu'elle était autrefois; témoins les bouteilles de la verrerie de MM. de Violaine, qui étaient exposées en certain nombre, coupées dans le sens longitudinal, ce qui permettait de constater cette uniformité d'épaisseur. Les procédés de soufflage à l'air comprimé, dont nous dirons quelques mots plus loin, le mode de fonctionnement des moules, leur forme, ne sont pas étrangers à cette amélioration de la fabrication.

Nous avons admiré la multiplicité des produits de certains exposants, parmi lesquels nous citerons MM. Richarme, de Rive-de-Gier.

Les études faites par M. Salleron, sur la résistance des bouteilles, ont permis de constater l'importance de la pression que peuvent supporter les bouteilles.

D'après Maumené, « les bouteilles à champagne arrivant de la verrerie sont très souvent capables de résister à la pression de 30 atmosphères, pendant les 2 ou 3 minutes que dure un essai, et l'expérience prouve qu'une bouteille, dans

laquelle le gaz acide carbonique parvient à développer 8 atmosphères pendant quelque temps, est une bouteille perdue. »

D'après les essais auxquels MM. Pol Roger et C^o, d'Épernay, soumettent les bouteilles, ces Messieurs sont amenés à éliminer les bouteilles qui ne résistent pas à la pression intérieure instantanée de 17 atmosphères. Cet essai des bouteilles s'effectue à l'aide d'un appareil imaginé par M. Salleron (élasticimètre, fig. 21), que nous ne saurions trop recommander.

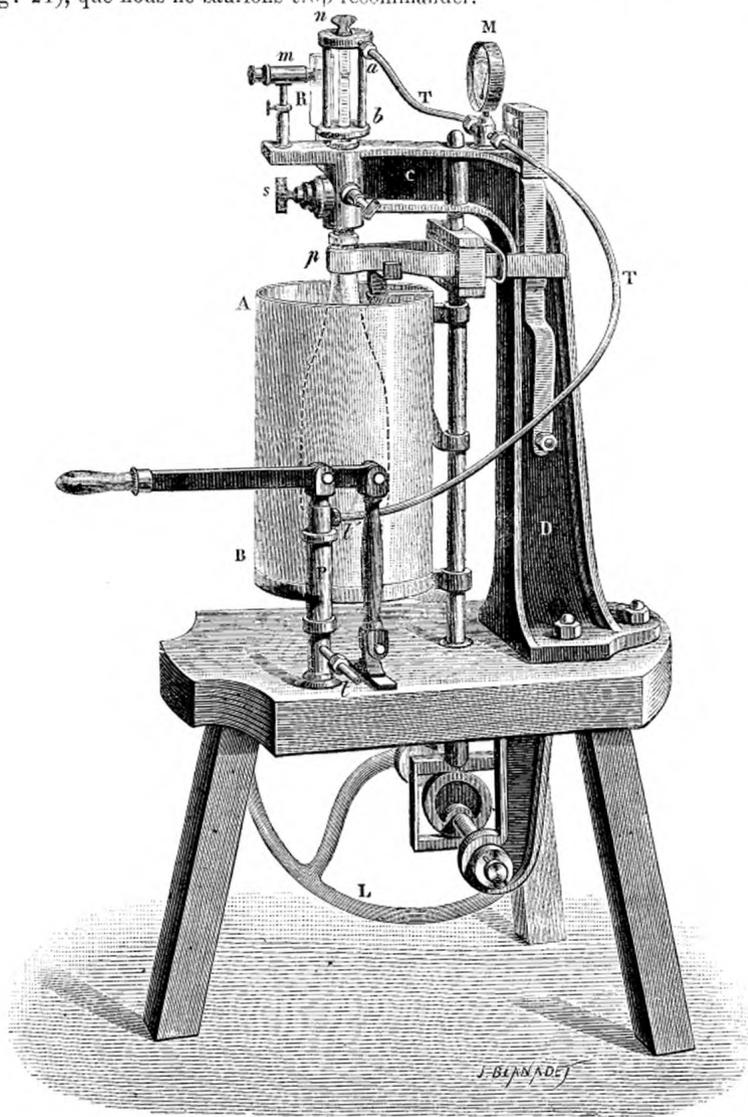


Fig. 21

Le verre est, en effet, un corps élastique et, sous l'influence de pressions intérieures, on voit les objets en verre, bouteilles, touries, se gonfler et augmenter de capacité. Si, sous une certaine pression, les limites de l'élasticité du verre sont dépassées, la bouteille conserve une partie du gonflement éprouvé et ne reprend plus sa capacité primitive lorsqu'on cesse de la soumettre à la pression. Voici comment M. Salleron l'a démontré : Au col d'une bouteille, on ajoute un tube *a.b* (fig. 22) de faible diamètre divisé en centièmes de centimètres cubes et constituant un prolongement très étroit du col de la bouteille.

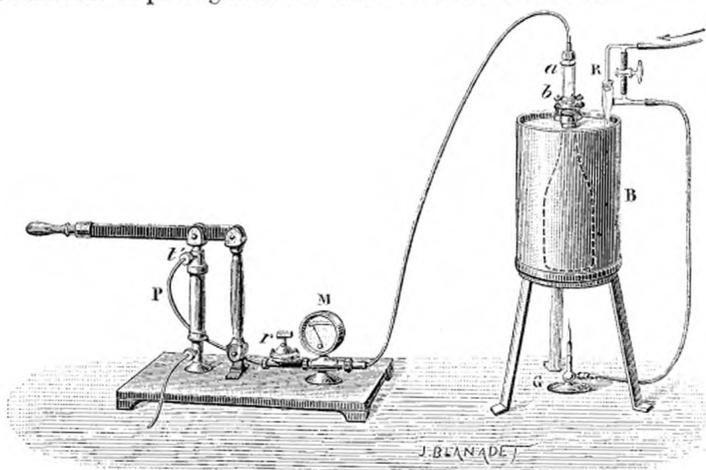


Fig. 22.

Ce tube permettra de mesurer exactement, par la diminution du volume du liquide dont la bouteille et l'ensemble du matériel sont remplis, les changements de capacité qui peuvent se produire dans la bouteille. La partie supérieure *a* du

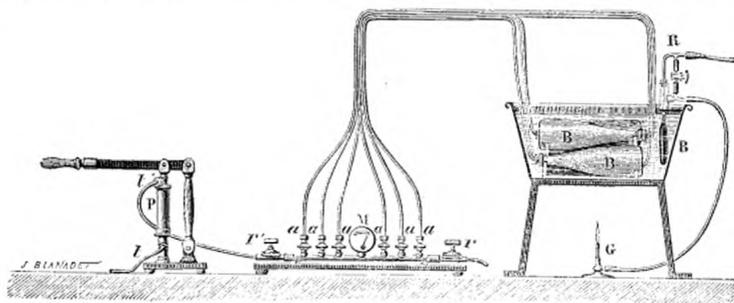


Fig. 23. — Appareil destiné à l'essai simultané de plusieurs bouteilles.

tube gradué est mise en communication à l'aide du tube de raccord *t* avec une petite pompe foulante *P* (fig. 23) qui comprime de l'air au-dessus de l'eau qui

remplit la bouteille. Un manomètre M mesure à chaque instant la pression à laquelle la bouteille est soumise. Enfin la bouteille est immergée au sein d'un bain-marie B qui la maintient à une température déterminée qu'on maintient fixe à l'aide d'un thermo-régulateur R.

Une bouteille du poids de 985 grammes et d'une capacité de 825 centimètres cubes, maintenue dans le bain-marie à une température de 10° et soumise graduellement à 10 atmosphères de pression a augmenté de capacité de 0^{cc}.600.

Pour 13 atmosphères, l'augmentation a été de 0^{cc}.800.

Pour 14 atmosphères, 0^{cc}.900.

Donc cette bouteille a subi dans sa constitution une modification profonde, qui doit nécessairement diminuer sa résistance. Quand, à un moment donné, les molécules sont parvenues à la limite de l'écartement qui correspond à la largeur d'un de leurs côtés, ou l'ont plus ou moins dépassé, le verre se rompt dans certaines régions internes; si l'effort persiste, les lésions s'agrandissent, se propagent jusqu'à ce que le verre se détache en morceaux; en examinant à la loupe la tranche des fragments de verres cassés, très souvent on voit des « esquilles », des fissures produites par ce changement d'état permanent du verre.

Toutes les actions extérieures qui tendront à déplacer les molécules du verre : élévation de la température, vibrations, chocs plus ou moins violents, auront une influence considérable sur la résistance du verre et auront pour effet de diminuer considérablement cette résistance.

Dans un autre ordre d'idées, l'inégale épaisseur du verre et la composition chimique joueront également un rôle important : une épaisseur irrégulière amène, en effet, généralement une cuisson inégale des diverses parties du verre; quant à la composition chimique, elle fait varier dans d'énormes proportions la ténacité du verre, sa résistance aux actions chimiques que pourront exercer les divers liquides que les objets en verre sont généralement appelés à recevoir. A ce point de vue, il faudrait pour ainsi dire avoir un verre de composition spéciale pour chaque liquide à conserver.

Nous donnons, ci-dessous, la composition de verres à bouteilles de différentes provenances.

Analyses de verres à bouteilles

	VERRES DE VAUXROT					FOLEMBRAY	FOURNES	RICHARME	Verre d'un autre fabricant	
						Cham- penois	Cham- penois	Rive-de- Gier	Rive de- Gier	
Silice	58.50	59.70	61.10	57.30	56.20	62.28	63.90	62.50	57.20	59.00
Chaux	23.60	21.47	20.20	23.50	22.85	21.89	20.17	21.30	19.30	21.00
Magnésie	6.95	8.00	6.60	5.45	5.50	6.02	3.90	4.00	traces	0.30
Soude	5.40	6.10	3.28	5.65	5.81	6.72	6.26	6.80	5.98	4.50
Potasse	traces	traces	1.64	»	»	»	0.47	0.50	2.85	2.85
Peroxyde de fer	2.07	2.21	1.70	1.78	1.93	1.88	1.64	2.17	1.00	1.00
Alumine	3.33	2.39	3.90	3.52	4.67	1.26	3.52	2.93	11.70	11.00
Oxyde de manganèse	traces	traces	traces	»	»	»	»	traces	0.55	0.50
Baryte	»	»	1.32	1.70	2.19	»	»	traces	1.50	»
Acide sulfurique	»	»	»	1.10	0.85	»	0.46	»	»	»
	99.85	99.80	99.74	100.00	100.00	100.05	99.56	100.20	100.08	100.15

Tout ce que nous venons de dire, relativement à la résistance des bouteilles, s'applique à tous les récipients en verre, quelle que soit leur capacité. C'est même dans le cas des pièces d'un volume considérable, bonbonnes, touries, que les soins à apporter dans la fabrication doivent être plus minutieux. Ce qui rend, en effet, les bonbonnes, touries, relativement moins résistantes que les bouteilles, c'est la difficulté de les obtenir d'une épaisseur absolument régulière; aussi, dans un travail que l'un de nous a été appelé à faire à ce sujet (1) — et où les personnes que ces questions intéressent pourront trouver des renseignements plus nombreux et plus détaillés que ceux que nous pouvons donner ici — il a été dit que, pour les touries employées au transport des produits chimiques et autres liquides, il nous semble indispensable d'avoir recours, comme moyen de fabrication, au soufflage à l'air comprimé » préconisé par MM. Appert frères.

SOUFFLAGE A L'AIR COMPRIMÉ

M. L. Appert a cherché à supprimer complètement le rôle de l'ouvrier souffleur, rôle si pénible et si préjudiciable à la santé des ouvriers, en remplaçant le souffle humain par une injection d'air comprimé. Il a inventé un appareil pouvant se prêter au travail du soufflage pour des objets de toutes formes, bou-

(1) *La résistance du verre*, *Revue scientifique* (rose), décembre 1890. — J. Henrivaux.

teilles, manchons pour vitres, etc., et, suivant la nature de l'objet à souffler, l'appareil a reçu diverses modifications rendant possibles tous les mouvements que l'ouvrier doit donner à la canne. Rien ne le gêne dans son travail ; il peut, soit faire tourner rapidement la canne sur elle-même, soit la tenir verticalement le « nez » en haut ou en bas, soit lui donner le mouvement du pendule.

Nous donnerons la description sommaire de l'appareil dit « Appareil universel à souffler le verre. »

Deux pédales P (fig. 24) qui font saillie au-dessus de la plate-forme de travail, permettent de mettre en mouvement par les tiges *li* un robinet d'arrêt automatique *r*, situé à la partie supérieure de l'atelier. Ce robinet est mis en relation, d'un côté avec le réservoir d'air comprimé ; de l'autre, avec la canne du verrier au moyen d'un tube flexible *a* qui passe sur une poulie O C.

Le soufflage à l'air comprimé qui, seul, peut permettre la fabrication des objets de dimensions colossales, témoin cette sphère de 1^m,55 de diamètre dans laquelle on a pu découper 3000 verres de montre, avait été

étudié par M. Appert dans le but de rendre moins pénibles les conditions de travail du souffleur, et nous pouvons dire, sans fausse modestie, que son application a été considérée partout comme un véritable bienfait.

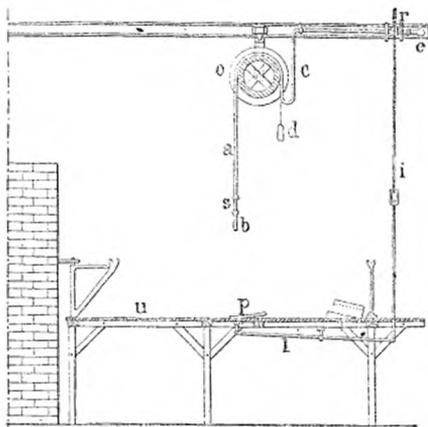


Fig. 24

VERRE MOULÉ

Tous les procédés de mise en œuvre du verre sont basés sur l'utilisation des propriétés de plasticité, de malléabilité que possède le verre, lorsqu'il est porté à une température suffisamment élevée.

En effet, soit qu'on emploie le procédé du soufflage, le plus anciennement connu et pratiqué, et au moyen duquel on rend au verre, par des réchauffages successifs, la plasticité qui lui est nécessaire et qu'il perd progressivement à chaque instant, par son refroidissement, soit qu'on emploie le procédé du moulage dans lequel on utilise la chaleur accumulée dans le verre sortant du creuset, en lui imprimant d'une façon instantanée sa forme définitive, c'est toujours à cette propriété précieuse de malléabilité qu'on a recours.

Le procédé de moulage ordinaire a l'inconvénient d'emprisonner le verre qui a été versé dans le moule entre deux surfaces métalliques relativement froides : la face intérieure du moule et la face extérieure du noyau, et, en le refroidissant, d'amener très rapidement la suppression de sa plasticité, rendant ainsi inefficace toute action mécanique, quelles qu'en soient l'énergie et la rapidité d'application.

Un procédé employé uniquement pour la fabrication des glaces et des verres de toitures permet de produire, sous forme de lames ou de feuilles d'épaisseur variée, moulées ou non sur une face, des pièces de verre de dimensions quelconques, pouvant aller, comme on l'a vu à l'Exposition de 1889, à près de 40 mètres carrés de surface et du poids de 1500 kilogrammes et plus.

C'est par l'étude attentive des conditions dans lesquelles fonctionne ce dernier procédé que M. Appert a été amené à imaginer le procédé suivant dont la caractéristique consiste :

1° A n'effectuer le moulage que successivement et en n'agissant à chaque instant que sur une surface aussi limitée que possible.

2° A disposer les appareils de façon à conserver au verre sortant du four de fusion la chaleur qui a été communiquée, de façon à agir pendant toute la durée de l'opération sur du verre à même température et, par suite, dans le même état de malléabilité.

Voici comment on procède : On emploie un moule métallique d'épaisseur suffisante, armé de nervures destinées à empêcher la déformation. Ce moule s'ouvre en deux parties juxtaposées sur la hauteur, et en deux ou trois parties sur la largeur, au moyen de charnières. La partie inférieure du moule étant fermée, sa capacité doit être telle que, étant remplie, elle contienne la quantité de verre nécessaire pour faire l'ensemble de la pièce. Le moule, ouvert à ses deux extrémités pour les pièces ouvertes elles-mêmes des deux bouts, est obturé à sa partie inférieure au moment du moulage par un noyau conique d'un diamètre inférieur à celui du moule, de façon à former l'épaisseur de la pièce.

On verse le verre dans le moule, on en ferme la partie supérieure, laissée ouverte jusque là, et on imprime avec la vitesse voulue un mouvement d'ascension au noyau qui, pour cela, est monté sur une tige en fer ou en fonte tournée qui le guide dans l'axe du moule.

Ce mouvement est produit par un moyen mécanique quelconque, par de l'air ou de l'eau sous pression, ou de la vapeur.

La durée du moulage est extrêmement courte et varie suivant la nature du verre et la dimension des pièces.

S'il y a excédent de verre, il est refoulé en dehors du moule et reste en masse refroidie sur le noyau qu'on continue à faire monter et qu'on a le soin de faire émerger en dehors et au-dessus du moule ; il est alors séparé de la pièce fabriquée par un étirage qui se produit au moment du passage du noyau dans une

bague de diamètre un peu supérieur ajoutée sur le moule, quand celui-ci a été fermé. Le noyau est immobilisé et séparé de la tige qui le porte par une sorte de verrou ; la tige seule redescend dans l'intérieur de la pièce, définitivement terminée, d'un mouvement rapide, de façon à permettre le démoulage.

A chaque opération, le noyau chaud est remplacé par un noyau froid de mêmes dimensions.

Pour obtenir des pièces égales d'épaisseur et égales entre elles, il est nécessaire que les conditions dans lesquelles s'opère le moulage soient identiques ; c'est ce qui arrive en effet, puisque, étant admis que le verre puisé dans le four est à la même température, le moule lui-même reste dans un état d'équilibre sensiblement constant ; que le noyau, qui est renouvelé à chaque opération, est toujours froid, et que la vitesse d'ascension du noyau est toujours la même. Quand la pièce est fermée d'un bout, le noyau est de forme tronconique ou en forme de pyramide tronquée pour permettre le démoulage, quand l'opération est terminée. Le fond en est refroidi par un courant d'eau circulant intérieurement.

Il est à remarquer que dans ce procédé le moulage se produit non par le noyau métallique lui-même, mais par un noyau en verre qui se forme instantanément sur le noyau métallique au moment où celui-ci y a été versé. Suivant donc l'état de malléabilité du verre et la rapidité avec laquelle sa composition lui permettra de se refroidir, ce noyau artificiel sera d'un diamètre plus ou moins grand et l'épaisseur de la pièce de dimensions en rapport avec ce diamètre. Une des conséquences de cette formation de noyau artificiel, c'est que l'intérieur des pièces moulées est lisse et poli, et qu'il ne porte aucune trace du noyau qui l'a formé. Le dehors de la pièce moulée, au contraire, épouse toutes les formes et les dessins en creux ou en relief qui ont pu être tracés sur la partie intérieure du moule ; aussi, quand ces pièces sont des tubes ou tuyaux, sont-elles très propres à faciliter la conduite des fluides ou des liquides, en réduisant au minimum les pertes de charge.

Ce procédé de moulage permet évidemment la fabrication de pièces de dimensions illimitées, et on peut, en effet, par ce procédé, fabriquer facilement et économiquement des pièces d'une longueur de 1 et 2 mètres et plus.

Le verre employé pour la fabrication des glaces contenant en moyenne 15 % de chaux caustique, répond très bien aux besoins de cette fabrication ; sa fluidité est grande, sa malléabilité suffisante et son refroidissement rapide ; sa grande résistance à l'action des agents de toute nature ne fait qu'augmenter ses qualités.

Ce procédé n'exige pas l'emploi d'ouvriers spéciaux, de simples manœuvres suffisent pour le mettre en action, aussi est-il extrêmement économique et appelé à rendre des services de toute nature à l'hygiène et à l'industrie, en rendant encore plus général l'emploi du verre que recommandent son bas prix et ses nombreuses qualités.

Coupe verticale AB.

Coupe transversale EF.

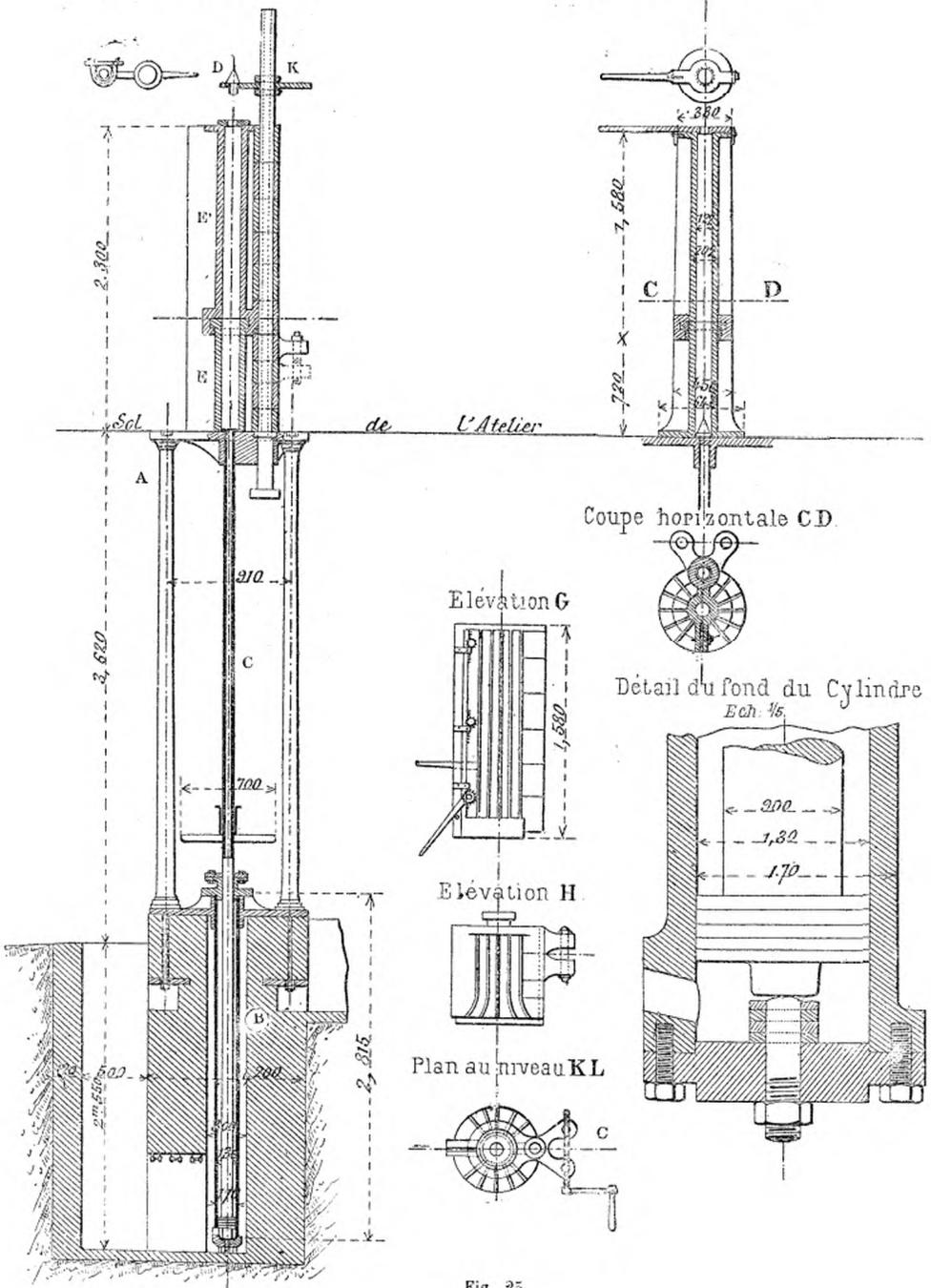


Fig. 25

Nous donnons (fig. 25) un dessin d'un appareil à mouler des tuyaux en verre, imaginé par M. Appert, et mis en application depuis plusieurs mois à Saint-Gobain :

A. Vide permettant l'accès au bas du cylindre.

B. Cylindre et piston à air comprimé donnant le mouvement à la tige C.

C. tige en fer creux portant à sa partie supérieure un cône D destiné à appliquer le verre chaud dans l'intérieur du moule E.

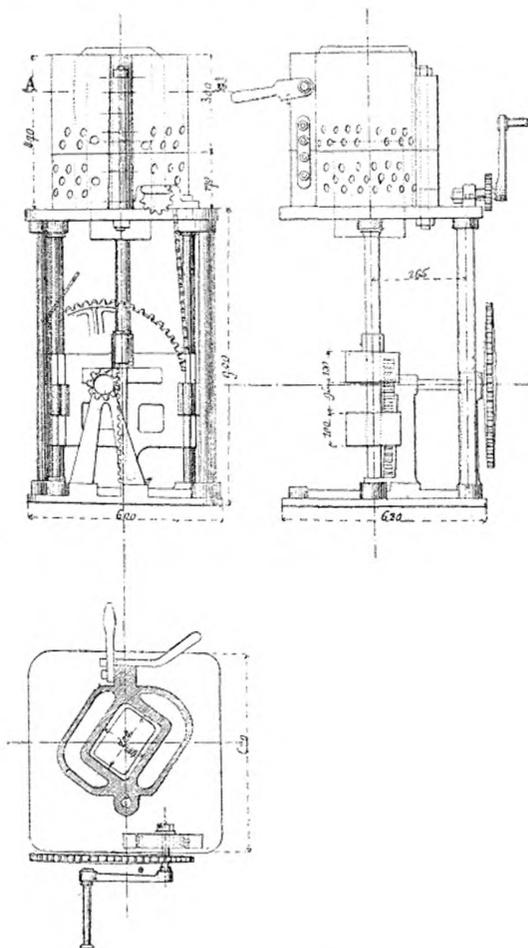


Fig. 26, 27, 28

D. Cône dont le diamètre extérieur est un peu inférieur au diamètre intérieur du tube à fabriquer.

E. Moule en fonte en deux parties E_1 et E_2 , disposés de manière à pouvoir se fermer à charnières d'une façon indépendante pour faciliter le versage du verre dans la partie inférieure E_1 , et à s'ouvrir sur toute la hauteur d'une façon simultanée au moyen de la vis G pour permettre le démoulage des tuyaux.

J. Pièce mobile s'ajustant à la baïonnette sur le moule une fois fermé et destinée à séparer par étirage le verre mis en excès, du tuyau qui vient d'être moulé.

K. Verron destiné à arrêter le cône mouleur D avant de faire redescendre la tige C qui a servi à son ascension.

Ce procédé de moulage permet non seulement de faire des pièces ouvertes des deux bouts telles que des tuyaux, il peut être employé encore à la confection de pièces ouvertes seulement d'un bout telles que des boîtes ou des bacs de dimension et de section transversale quelconques (voir fig. 26, 27 et 28).

Il suffit dans ce cas, tout en opérant d'une façon analogue au point de vue du moulage, de donner au noyau mouleur la forme intérieure de la pièce qu'on veut obtenir en ayant soin de le tenir légèrement conique sur sa hauteur, de lui imprimer comme toujours, un mouvement d'ascension vertical, mais au lieu de la continuer jusqu'à la sortie du noyau en dehors et au-dessus du moule, on l'arrête quand la face supérieure dudit noyau qui doit former le fond de la pièce est arrivé au-dessous de la partie supérieure du moule à une distance égale à l'épaisseur que l'on veut donner à la pièce en fabrication.

La partie supérieure du moule est ouverte et l'espace qui a été ainsi réservé se remplit, à la fin du moulage, de verre encore fluide dont une partie peut s'écouler en dehors s'il en a été versé en excès.

Un rouleau métallique de dimension et de pesanteur suffisantes, mû mécaniquement ou à la main suivant les dimensions des pièces, vient alors laminer ce verre à l'épaisseur voulue, expulsant en même temps l'excédant du verre qui a pu y être versé, et le séparant de la pièce moulée par sa réduction en lame mince sur les bords supérieurs du moule qu'on a eu soin de tailler en biseau à cet effet.

On redescend vivement le noyau qui coiffait la pièce moulée et, pour la terminer, il ne reste que plus, une fois sorti du four de recuisson, qu'à en dresser les bords supérieurs toujours un peu irréguliers, ainsi que les arêtes inférieures limitant le fond.

SOUDURE DU VERRE AVEC LES MÉTAUX

Dans un grand nombre de circonstances on se trouve dans la nécessité de souder le verre avec les métaux, cette opération qui ne pouvait se faire jusque ici que dans certaines conditions particulières et avec des verres de nature spéciale assez difficile à rencontrer, était toujours une opération délicate et donnant des

résultats incertains, quelques recherches intéressantes ont été faites dans ce but et ont donné des résultats qu'il est utile de faire connaître.

M. Cailletet bien connu par ses remarquables études sur la compression et la liquéfaction des gaz, a communiqué à l'Académie des Sciences un nouveau procédé de soudure du verre et de la porcelaine avec les métaux.

Ce procédé de soudure employé par lui pour ses expériences est des plus simples :

On recouvre d'abord la partie du verre ou de la porcelaine qui doit être soudée d'une mince couche de platine métallique.

Il suffit pour obtenir ce dépôt, d'enduire au moyen d'un pinceau la pièce légèrement chauffée, de chlorure de platine bien neutre, mélangé à de l'huile essentielle de camomille.

On chauffe lentement de façon à évaporer l'essence et lorsque les vapeurs blanches et odorantes ont disparu, on élève la température jusqu'au voisinage du rouge sombre.

Le platine se réduit alors et recouvre la pièce d'un enduit métallique parfaitement adhérent.

En fixant au pôle négatif d'une pile d'une énergie convenable, la pièce ainsi métallisée et placée dans un bain de sulfate de cuivre, on dépose sur le platine un anneau de cuivre qui doit être malléable et bien adhérent, si l'opération a été conduite avec soin.

Dans cet état, la pièce ainsi cuivrée peut être traitée comme un véritable tube métallurgique et soudée au moyen de l'étain, au fer, au cuivre, au bronze, au platine et à tous les métaux qui s'allient à la soudure d'étain.

La solidité et la résistance de cette soudure sont très grandes; M. Cailletet a constaté qu'un tube de son appareil à liquifier les gaz dont l'extrémité supérieure avait été fermée au moyen d'un ajutage métallique, ainsi soudé, a résisté à des pressions de plus de 900 atmosphères.

On peut remplacer le platinage par l'argenture qu'on obtient en chauffant dans le voisinage du rouge, le verre recouvert de nitrate d'argent; l'argent ainsi réduit adhère parfaitement au verre, mais des essais assez nombreux ont fait préférer le platinage à l'argenture.

MM. Feix frères, maîtres verriers à Albrechtsdorf (Autriche), dont nous avons eu occasion de parler déjà comme exposants en 1889, ont employé un procédé analogue pour la décoration des pièces en verre qu'ils avaient présentées.

Ces pièces recouvertes d'un réseau artistement dessiné et formé de réseaux et d'entrelacs obtenus par le dépôt de cuivre électrolytique subissent un travail supplémentaire de ciselure, après quoi elles sont plongées dans un bain galvanoplastique qui y dépose une légère couche d'or et en rehausse l'éclat.

Ces industriels n'ont pas fait connaître la nature du métal employé comme conducteurs.

M. F. Walter a trouvé un alliage qui adhère énergiquement au verre et qui peut servir, par conséquent, à assembler les tubes de verre entre eux, à les fermer hermétiquement, etc., etc.

Cet alliage se compose de 95 0/0 d'étain; 5 0/0 de cuivre.

On l'obtient en versant le cuivre dans l'étain préalablement fondu, agitant le mélange avec un agitateur en bois, le coulant ou le granulante, puis le refondant.

Il fond à 360° environ.

En ajoutant 1/2 à 1 0/0 de plomb ou de zinc, on peut rendre l'alliage plus ou moins dur ou plus ou moins fusible.

On peut s'en servir aussi pour recouvrir les métaux réduits à l'état de lames ou de fils auxquels il donne l'apparence de l'argent

Fours de fusion

Nous ne parlerons pas des anciens fours à bois, aujourd'hui complètement abandonnés et nous ne citerons que pour mémoire le four à grille à chauffage direct par la houille.

Nous dirons quelques mots du four Boëtius, nous réservant de parler plus longuement des fours à gaz proprement dits.

FOUR BOËTIUS

Le principe du four Boëtius repose sur la combustion méthodique du charbon, dans l'échauffement de l'air destiné à la combustion et le mélange intime des gaz comburants et combustibles.

Ce four se compose du four de fusion proprement dit *a* (fig. 29, 30, 31) et des deux générateurs à gaz *b b'*, situés directement au-dessous du four et séparés par un massif central *c*. L'aspiration s'effectue par des cheminées *d d'* ménagées dans les piliers d'ouvreaux et en communication avec la hotte du four. Le siège est composé d'un seul massif légèrement incliné vers les parois du four et percé en son axe longitudinal de deux lunettes *l l'* par lesquelles les gaz arrivent dans le four.

Il est composé de deux tas de grandes briques de siège, superposés à un lit de petites briques de siège qui, à son tour, recouvre un réseau de petits canaux *r r'* débouchant dans les lunettes *l l'*.

C'est par ces canaux que sont lancés les jets d'air destinés à la combustion.

Directement sous le siège et suivant son axe longitudinal s'étendent les deux gazogènes. Ce sont des foyers à grille inclinée et à tirage naturel, dont le fond

est formé par le massif central *c* et dont les parois s'élèvent en se rétrécissant jusqu'aux dimensions des lunettes *ll'*. Les générateurs sont recouverts de deux voûtes qui supportent le siège et dans lesquelles on a ménagé une ouverture communiquant avec les lunettes *ll'*.

En *g g'* sont les grilles qui se continuent jusqu'aux tisans en *ll'* par des plans inclinés *pp'* appuyés sur les voûtes *vv'*. Sous chaque grille court le cendrier *K* appelé cave.

Outre l'économie de combustible, on atteint dans le four Boëtius des températures bien supérieures à celles que le chauffage à foyer direct permet d'obtenir; le verre y est plus beau, plus fin, et s'y maintient plus longtemps à l'état malléable, en même temps qu'il reste à l'abri des poussières pendant toute la durée du travail.

D'après les données de M. Boëtius, M. Tocke a isolé du four les deux gazo-

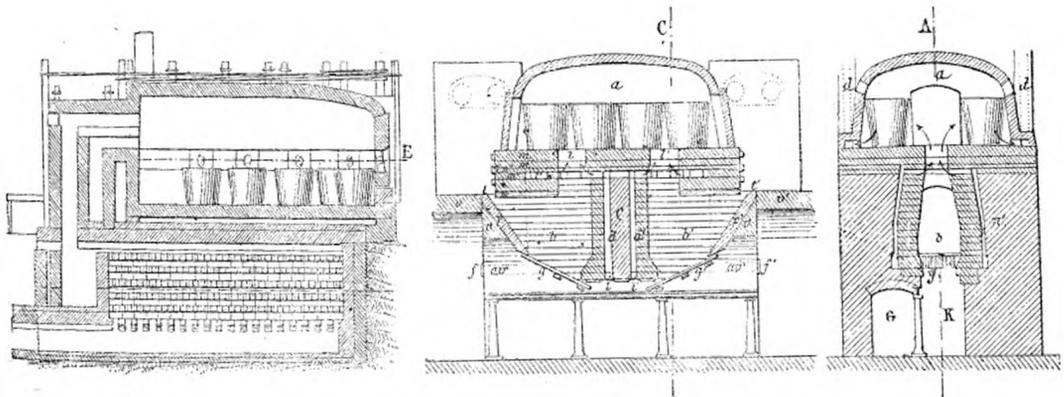


Fig. 29, 30, 31

gènes en les reportant à une certaine distance et en les reliant au four au moyen d'un conduit en maçonnerie.

En 1885, M. Appert a apporté quelques perfectionnements au four primitif de Boëtius. Les modifications introduites ont eu pour but de donner à l'air amené dans le laboratoire du four, autour des creusets, une température sensiblement plus élevée que dans l'ancien dispositif, produisant ainsi un accroissement de température avec une consommation de combustible notablement moindre (10 à 15 %).

Par un système de chicanes placées le long des murs verticaux des gazogènes et dans le damier disposé sous le siège du four, les filets d'air sont obligés de suivre un parcours beaucoup plus considérable et égal dans toutes ses parties avec la vitesse la plus faible possible. L'air reste ainsi en contact avec les parties

chaudes des gazogènes et du four en les rafraichissant et en en rendant l'usure moins rapide.

Un ensemble de regards convenablement disposés permet la visite et le nettoyage des chicanes et des carneaux. L'air arrive dans le four à une température d'environ 500 à 600 degrés.

Les fours ainsi modifiés sont employés dans un grand nombre de verreries produisant la gobeletterie ou demi-cristal.

Fours à gaz. — Four Siemens à gaz et à régénérateurs

Le four Siemens, à gaz et à chaleur régénérée se compose de deux parties distinctes : le four proprement dit, avec ses valves de renversement, ses régénérateurs, ses chambres de fusion ou du travail, et le gazogène où le charbon est converti en combustible gazeux.

Les gaz (fig. 32) sortant du gazogène passent par la valve de renversement G qui les dirige à la partie inférieure du régénérateur G₁ G₂, l'air est admis par la

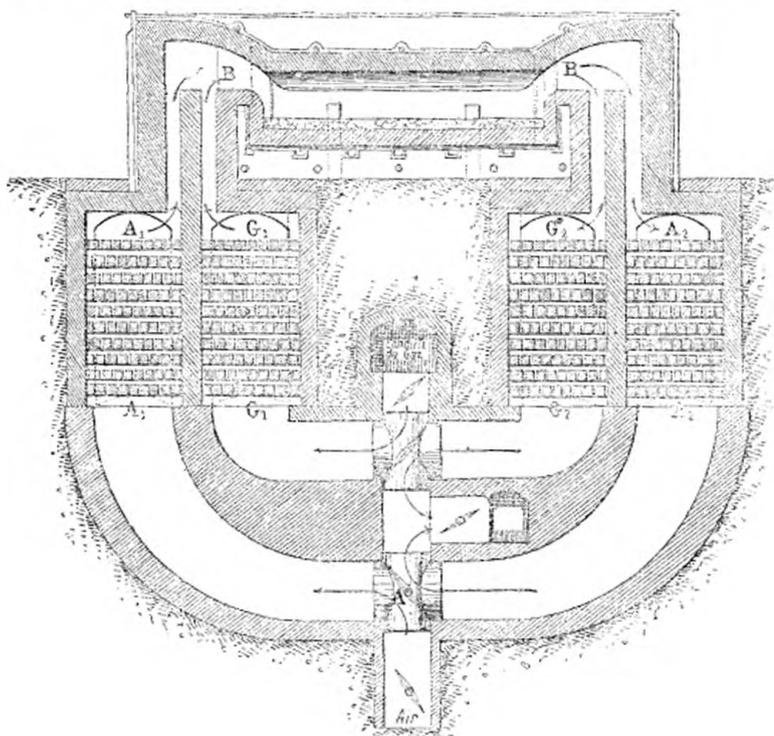


Fig. 32

valve de renversement de l'air A dans le régénérateur à air $A_1 A_1$, qui est plus grand que celui à gaz ; l'air et le gaz arrivent en B_1 dans la chambre de combustion. La flamme après avoir traversé le four passe par B à travers deux chambres régénératrices $G_2 G_2 A_2 A_2$ avant de se rendre à la cheminée.

Donc, l'air et le gaz combustible montent dans le four à travers une paire de régénérateurs, et se rendent à la cheminée après la combustion à travers l'autre paire ; mais en traversant cette seconde paire de régénérateurs ils abandonnent la plus grande partie de leur chaleur aux briques qui y sont empilées et arrivent au fond des chambres et à la cheminée relativement froids.

Lorsque la circulation s'est faite ainsi pendant un certain temps (1/2 heure à 1 heure), on renverse les valves en renversant ainsi la direction des courants. L'air et le gaz rentrent alors dans la seconde paire de chambres régénératrices $A_2 G_2$, l'air monte dans l'une, le gaz dans l'autre, et ils reprennent la majeure partie de la chaleur déposée avant le renversement dans les briques, par les gaz descendants.

Les gaz ainsi portés à une température de 800 degrés par exemple entrent alors en combustion, et si dans l'opération précédente la température était de 800 degrés elle devra être maintenant de 1 600 degrés. Les gaz brûlés s'échapperont à cette température et chaufferont à 1 600 degrés environ, les empilages supérieurs de la première paire de régénérateurs. Ainsi de suite, la température du four sera abaissée à chaque renversement des valves.

La pratique a démontré les avantages suivants du four à gaz Siemens :

- 1° Economie de combustible (45 à 50 %).
- 2° Augmentation du travail obtenu (30 %).
- 3° Grande pureté et douceur de la flamme.
- 4° Durée plus grande des fours.
- 5° Economie de place dans les usines et grande propreté.
- 6° Réglage à volonté de la chaleur et de la nature de la flamme.
- 7° Absence complète de fumée à la cheminée d'appel.

FOUR A RADIATION

Depuis 1884, M. Frédéric Siemens a émis une nouvelle théorie pour le chauffage des fours et a établi ainsi qu'il suit le chauffage dit « par radiation ».

Dans la première période de la combustion qui est la période active, les flammes passent à travers une grande chambre à combustion et ne la chauffent que par leur chaleur rayonnante. Dans la seconde les produits de combustion sont mis en contact direct avec les surfaces à chauffer auxquelles ils transmettent la chaleur produite par la combustion en l'ajoutant à celle résultant de la radiation émise par les flammes.

Comme il importe, dans les fours qui réalisent l'application de ce principe que les gaz en combustion ne perdent de leur chaleur que ce qui tient au rayonnement, il est absolument indispensable de faire les chambres à combustion assez grandes pour éviter le contact direct avec les parois. Les voûtes des fours et les conduites de fumées doivent être disposées de telle sorte que la combustion complète du gaz puisse s'effectuer avant que les flammes aient quitté la chambre à combustion. On obtient ainsi une chaleur plus intense et une durée de combustion plus longue que dans les fours ordinaires.

L'intensité de la chaleur et la durée de la combustion comportent des avantages que les fours ordinaires ne sauraient présenter. Les flammes perdent beaucoup de chaleur par le contact de leur surface avec les parois d'un foyer, ce qui serait difficile à expliquer s'il n'y avait, à côté de la combustion imparfaite, d'autres causes qui réduisent, en l'espèce, l'effet calorifique des flammes.

La flamme émet de la chaleur par rayonnement, non seulement par sa surface, mais aussi de son intérieur en la laissant passer à travers toute sa masse ; c'est ainsi que toute particule de flamme envoie des rayons dans toutes les directions ; mais quand celle-ci touche aux parois, la combustion cesse aux endroits des contacts et du carbone mis en liberté détermine la production de la fumée. Cette dernière développe une partie de flamme et empêche les rayons caloriques des autres parties d'y parvenir et d'élever la température.

Dans tous les phénomènes de la combustion, le rayonnement joue un rôle beaucoup plus important qu'on ne le lui reconnaissait jusqu'ici ; par conséquent, toute cause qui tend à diminuer le pouvoir rayonnant de la flamme ou à en dévier les rayons, réduit nécessairement la quantité de chaleur qui peut être utilisée. Si la flamme se trouve hors de contact avec les objets qu'il s'agit de chauffer, la combustion s'améliore, et on tire du rayonnement tout l'avantage qu'il peut présenter. Le mode usuel d'application de la flamme, qui consiste à en faire embrasser les surfaces à chauffer, détermine une combustion imparfaite, empêche les rayons de chaleur d'élever la température de la flamme et tend par conséquent à la détruire. Cela se rencontre surtout lorsqu'on emploie des hydrocarbures ou de l'oxyde de carbone comme combustibles.

Pour que cette théorie, qui se trouve en concordance avec les fours expérimentés par M. F. Siemens, soit complète, elle doit prendre en considération les phénomènes de dissociation ; cette théorie déterminée par les surfaces chauffées est résumée comme suit par M. F. Siemens.

L'augmentation de température, en produisant l'expansion des gaz, réduit l'attraction mutuelle des atomes ou, en d'autres termes, diminue leur affinité chimique. En raison de l'augmentation de chaleur, la tendance répulsive des atomes augmente jusqu'à ce que la décomposition ou la dissociation survienne. Ceci admis, il s'ensuit que l'attraction que les surfaces exercent sur les atomes des gaz, attraction qui croît avec la température, favorise la dissociation en aug-

mentant la tendance répulsive des atomes. M. Victor Meyer, qui avait le premier contesté l'exactitude des résultats obtenus par les deux savants que nous venons de nommer, les a depuis acceptés. Nous avons été bien aise d'apprendre ce fait, puisque leurs expériences confirment les résultats obtenus dans la pratique des fours. M. Meyer, dont l'autorité dans les questions de dissociation est généralement reconnue, a fait plusieurs expériences intéressantes qui ont fait ressortir l'exactitude de la théorie que nous venons d'exposer. Par exemple, il faisait tomber, en gouttes, du platine fondu dans de l'eau ; de l'oxygène et de l'hydrogène se dégageaient par suite de la dissociation de la vapeur. Dans ce cas, la dissociation ne peut pas être contestée, mais il faut se demander si la chaleur en est la seule cause. En premier lieu, il faut prendre en considération l'action dissociante que les surfaces chauffées du platine exercent sur la vapeur et, en deuxième lieu, l'affinité qu'a le platine pour l'oxygène et l'hydrogène. Il en est de même d'une autre expérience où M. Meyer a fait passer de la vapeur à travers un tube en platine chauffé. Bien d'autres expériences pourraient être citées dont les résultats confirment nos idées sur la question.

Il y a un autre phénomène démontré par l'expérience et lié avec la dissociation, qui doit être expliqué ! Quand une flamme dont la température est augmentée devient plus longue, on considère ce fait comme l'indice le plus sûr du commencement de la dissociation.

Or, toutes les expériences de ce genre ont été faites avec des tubes étroits où l'influence des surfaces chauffées sur la dissociation devait entrer en jeu. Ce n'est pas seulement la chaleur qui, dans ces cas, déterminait la dissociation et augmentait la longueur des flammes, mais aussi l'influence des surfaces chauffées sur les gaz en combustion, surtout quand ceux-ci contenaient des hydrocarbures. Donc, l'allongement de la flamme était dû en partie à ce que les surfaces empêchaient la combustion des gaz dissociés, en rétrécissant l'espace. Si la même flamme pouvait se développer dans un espace où les surfaces ne sont pas multipliées, dans les fours à radiation par exemple, l'allongement ne pourrait pas se produire ; même, au contraire, au fur et à mesure de l'augmentation de température, la flamme deviendrait plus courte.

Ce phénomène peut-être observé dans les becs à gaz régénérateurs dont la flamme est d'autant plus courte que la température et, par conséquent, la lumière produite, sont intenses. D'autre part, la flamme peut être allongée à volonté, si elle est conduite à travers les passages étroits. On observe ceci dans des fours régénérateurs qui envoient des flammes jusqu'au sommet de la cheminée si les soupapes sont arrangées de façon que les flammes, au lieu de passer au travers le foyer, entrent immédiatement dans le régénérateur et y brûlent.

La combustion proprement dite ne peut pas avoir lieu dans les voûtes du régénérateur, et les flammes s'allongent jusqu'à ce que les gaz se refroidissent au rouge sombre et se transforment en une épaisse fumée. Aussi, dans ce cas, les

grandes surfaces du régénérateur exercent la double action d'empêcher la combustion et de favoriser la dissociation.

Il résulte de ce que nous venons d'avancer que les fours régénérateurs présentent de grands avantages pour les expériences, étant donné qu'ils offrent des résultats pratiques qui peuvent servir de base aux conceptions théoriques de la combustion et de la dissociation. Si la dissociation des produits de combustion a lieu, nous en voyons les conséquences dans une diminution de la chaleur, une réduction du rendement et la destruction des fours et des matériaux. Après avoir éloigné les causes de la dissociation, nous constatons l'élévation de la température, l'augmentation du rendement, la plus longue durée des fours et l'économie des matériaux. Des résultats analogues peuvent être obtenus avec d'autres fours, mais les avantages n'en seront pas aussi grands que dans le cas des fours régénérateurs, étant donné que l'intensité de la chaleur qui peut être produite par les premiers est moins grande

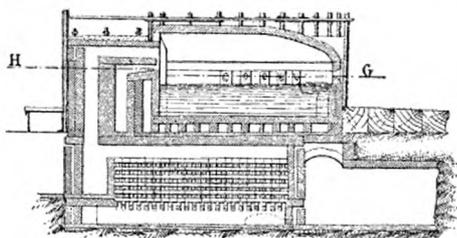


Fig. 33

que celle produite par les derniers.

Ce système de chauffage par radiation, ou à flammes libres, a été appliqué aux fours à fusion dits *bassins* (fig. 33), aux fours à pots avec introduction de

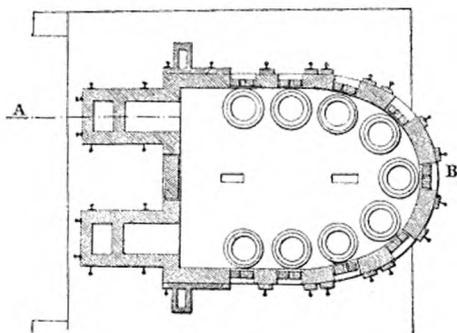


Fig. 34

flammes alternées par les pignons opposés du four ou par un seul pignon, comme dans la disposition dite « en fer à cheval » (fig. 34). Ces exemples et ce que nous venons de dire suffiront pour montrer l'application de la théorie de M. F. Siemens. Les fours à fondre le verre sont appelés à bénéficier largement des avantages de ce nouveau système comme durée des fours

et économie de combustible.

M. Klattenhoff, directeur de verreries à Jumet (Belgique), a pris, en 1882, un brevet pour un nouveau mode de répartition des flammes dans les fours à gaz, et M. de Boischevalier a donné une description de ce procédé.

La figure 35 indique le principe de l'invention. Le gaz entre dans la cham-

bre de chauffe F à la fois de deux côtés en aa , l'air également de deux côtés en bb , tandis que les gaz brûlés s'échappent par les deux mêmes côtés dans le voisinage des entrées par les ouvertures cc . Il en résulte à l'intérieur de la chambre de chauffe des courants qui prennent approximativement la direction des flèches, et l'impulsion à l'introduction s'oppose à ce qu'une évacuation immédiate de gaz non brûlés venant de a s'opère par l'ouverture voisine c .

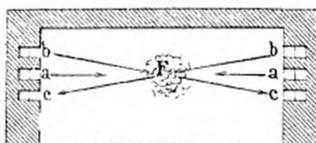


Fig. 35

On peut, pour les besoins de la régénération, organiser un renversement périodique entre la direction de l'air et celle des gaz brûlés, de façon à faire entrer l'air en cc et sortir les gaz brûlés par bb ; mais il faut, dans tous les cas, disposer les ouvertures d'introduction et d'évacuation en groupes se faisant vis-à-vis et de plus, les rapprocher suffisamment entre elles dans chaque groupe pour qu'il en résulte une *opposition des courants* de flammes, et qu'au cas de renversement indiqué il ne se produise aucune modification sensible dans la direction de ces flammes. Cette possibilité du renversement, tout en conservant la même direction de flammes dans l'intérieur du four constitue, comme nous le verrons plus loin, un avantage essentiel du système.

Il résulte du principe ainsi posé, qu'il n'est pas nécessaire de se limiter à une seule ouverture à chaque tête ou de chaque côté de la chambre de chauffe; on peut les multiplier, si l'on augmente en conséquence le nombre ou la dimension des ouvertures pour l'air et les gaz brûlés, toujours dans le but d'obtenir une opposition de courants dans les conditions indiquées.

On peut donc également, au lieu de placer les ouvertures au-dessus les unes des autres, les disposer horizontalement ou aux sommets d'un triangle, et l'on peut, s'il n'y a pas de renversement, réunir le gaz et l'air dans un brûleur avant l'entrée du four. Si même à la rigueur, on supposait une régénération par le gaz avec renversement du courant de gaz, on pourrait disposer deux ouvertures a tout près l'une de l'autre; nous ne signalons cette possibilité que pour mémoire, puisque nous avons fait remarquer au début qu'il n'y avait pas avantage à chercher de ce côté.

Il faut, pour que les flammes viennent à la rencontre l'une de l'autre, au lieu de s'échapper chacune directement en c après s'être formées en ab , que le gaz en venant du générateur et l'air en s'échauffant acquière une certaine impulsion; il faut de plus que le tirage de la cheminée soit réglé de façon à équilibrer cette impulsion au point qu'il reste un peu de pression moyenne dans le four. Si ces conditions sont remplies dans la mesure où elles sont indispensables à la bonne conduite de tout autre système de four à gaz, l'expérience acquise dans des installations transformées d'après le système des courants opposés, a prouvé qu'on peut faire converger les deux flammes de points très éloignés entre eux sans qu'il

s'échappe de produits non brûlés, c'est-à-dire sans que chaque flamme forme un crochet entre son point d'introduction et l'ouverture voisine d'évacuation. Par contre les deux flammes qui vont à la rencontre l'une de l'autre, acquièrent déjà à peu de distance de leur point de formation une tendance à se développer en éventail, à tourner ensemble et à remplir la chambre de chauffe plus régulièrement et plus complètement qu'une flamme qui, passant dans un seul sens, se compose de zones parallèles inégalement échauffées qui subsistent souvent dans toute la distance du parcours du point d'introduction à celui d'évacuation ce qui fait que la plus grande chaleur se porte à la partie supérieure du four où elle est nuisible, tandis que son effet serait utile à la partie inférieure.

Si le gaz et l'air entrent dans le four par deux ouvertures distinctes, leur combinaison chimique ne se fera qu'à une certaine distance et progressivement, de sorte que la flamme ne sera pas piquante ; le mélange intime n'en est pas moins garanti par la rencontre des courants.

La figure 36 représente le four de Radot et Lencauchez, dans lequel le gaz arrive par un tuyau G au-dessus du four, se répartit vers les deux têtes de la chambre de chauffe et y rencontre dans deux brûleurs l'air qui, de son côté, est entré en L et s'est échauffé en montant dans le récupérateur avant de se répartir dans les deux brûleurs. Les produits de combustion s'échappent verticalement par le pied des piliers du four, et delà dans le récupérateur qu'ils parcourent horizontalement en l'échauffant avant de s'échapper par F dans la cheminée. Ce genre de distribution de flammes n'exclut pas le parallélisme des zones de cha-

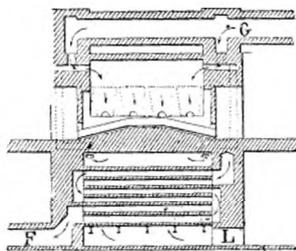


Fig. 36



Fig. 37

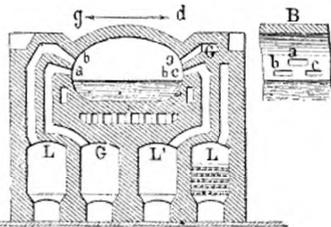


Fig. 38



Fig. 39

leur qui entourent les pots. L'opposition des courants s'arrête à son début et cette disposition, en outre, ne permet pas le renversement du courant de l'air et n'est par suite, applicable qu'au système récupératif ; elle ne donne pas néanmoins de mauvais résultats ; il y a, toutefois, à y blâmer la position du canal à gaz au-dessus du four, d'où résulte un refroidissement, au lieu que le gaz combustible tende à s'échauffer au contact des parties du four qui demandent à être refroidies.

Les figures 37, 38, 39, montre l'application des courants opposés, à différents

cas de la pratique, ce ne sont que de simples esquisses théoriques qui ont pour but d'indiquer plutôt la possibilité que le moyen d'opérer cette application, et visent plutôt à la clarté de l'exposition qu'à l'exactitude de la construction, ce dernier point devant se régler dans un bureau de dessin et non dans notre rapide exposé.

Nous supposons connu le four à cuve Siemens pour le travail continu du verre. Si on imagine la partie gauche *g* de la figure 38 dessinée symétriquement à droite, l'ensemble représente la coupe en travers perpendiculaire au grand axe du four tel qu'il est actuellement connu. Le gaz arrive du générateur *G* par *a* dans le four, l'air du régénérateur *L* par *b*; les gaz brûlés s'échappent de l'autre côté par *a b* et inversement après renversement des clapets. Chaque côté long du four présente plusieurs ouvertures *a* et autant d'ouvertures *b*, et la projection *a* se reproduit plusieurs fois.

Si le côté *d* de la figure 38 est dessiné symétriquement à gauche, l'ensemble représente la modification d'après le système des courants opposés. Le gaz entre à la fois des deux côtés en *a*, c'est également des deux côtés à la fois que l'air et les produits de combustion alternent, l'un entrant en *b* ou en *c*, tandis que les autres sortent par *c* ou par *b*, et la projection *B* se reproduit autant de fois que dans l'autre cas la projection *A*.

Les chambres qui constituaient précédemment les régénérateurs à gaz *G*, sont devenus des régénérateurs à air *L'*. Si comme c'est souvent le cas, ils sont plus petits que les autres, ils offriront néanmoins à eux deux, assez de surface pour échauffer l'air seul; autrement, il faudrait en modifiant l'embranchement des canaux, faire agir, pour l'entrée, le régénérateur *L* à droite avec *L'* à gauche et inversement. Il faut avoir soin que le gaz ne se refroidisse pas dans le canal collecteur *G* et même qu'il s'échauffe, s'il est possible sous la sole du four. Dans cette disposition, le gaz entre au-dessus de l'air; cette disposition est adoptée plutôt pour la clarté du croquis que dans d'autres intentions. Cette position relative des ouvertures n'a pas d'importance au point de vue du mélange intime des gaz, puisque l'opposition des courants le complète, mais elle lui est plus favorable que nuisible, puisque quand le gaz n'est pas si chauffé que l'air, il reste plus lourd que lui. Cela peut aussi avoir l'avantage d'empêcher que des veines de gaz non encore complètement enflammées n'arrivent au contact direct de la surface de verre fondu.

Le four à cuve peut être destiné au travail intermittent, soit qu'on travaille le verre entre deux fontes, soit qu'on laisse écouler en une fois tout le contenu du four sous forme de calcin, procédés qui pour plusieurs raisons ne se sont pas implantés dans la pratique. Comme dans les installations de ce genre, on travaille le verre par les côtés du four et qu'on chauffe par les bouts, on peut s'imaginer le dessin modifié de telle sorte que la figure représente la coupe en long du four, que les deux groupes de régénérateurs soient un peu plus écartés

l'un de l'autre, les flammes se distribuant du reste d'après les mêmes principes, mais par les têtes au lieu des côtés.

Dans les deux genres de fours à cuve, l'effet des courants opposés permet de compter sur une meilleure répartition de la chaleur et sur sa concentration au milieu du bain de verre, par suite également, sur une moins rapide détérioration à la ligne d'effleurement du verre.

Les deux figures 40 représentent un four à verre, rond, à six creusets cou-

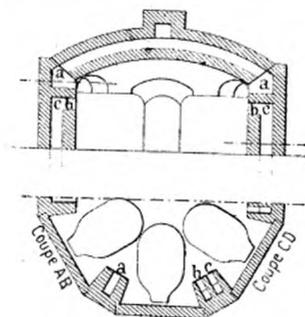


Fig. 40

verts, le gaz arrive au-dessus de la voûte, s'échauffe à son contact, entre au four en *a* par les six paliers à la fois; l'air entre en *b*, les produits de combustion sortent en *c* ou inversement et alternativement. L'opposition des courants se forme entre les deux piliers opposés, et les divers courants se mêlent très intimement dans tout l'espace. Le four a-t-il un plus grand nombre d'ouverts et par exemple, deux pots dans chaque ouvert, un simple croquis à main levée suffit pour indiquer qu'il reste alors au milieu du four un grand espace vide de creusets qu'on peut supposer occupé par un pilier central dans lequel on peut ménager des ouvertures qui produisent des oppositions de courants entre le pilier central et les piliers extérieurs.

MM. Biedermann et Harvez, appartenant au personnel technique de M. Si-

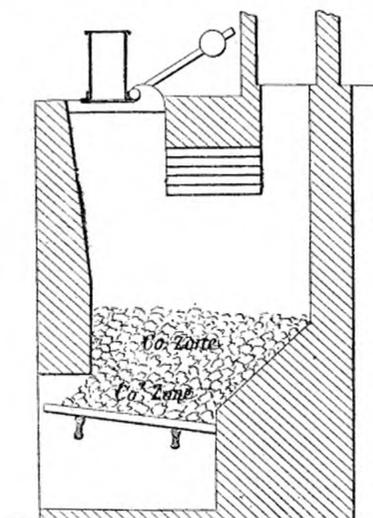


Fig. 41

emens, ont pensé que les fours à chaleur régénérée étaient susceptibles de perfectionnements et pourraient encore procurer une économie considérable de combustible en modifiant légèrement le mode de récupération et en faisant intervenir directement une partie des produits de la combustion, à leur sortie du laboratoire, dans la gazéification du combustible solide. On sait que dans le gazogène ordinaire, la production de l'oxyde de carbone est le résultat de la décomposition de l'acide carbonique formé en premier lieu sur la grille par le carbone en excès.

Dans la couche inférieure du combustible incandescent (fig. 41) il se produit de l'acide carbonique surchauffé qui se trans-

forme en oxyde de carbone en traversant la couche supérieure rouge, tandis que les hydrocarbures distillent à la surface et quittent le gazogène mélangés à l'oxyde de carbone.

La formation de l'acide carbonique donne lieu à une forte production de chaleur, mais sa transformation en oxyde de carbone est, au contraire, accompagnée d'une absorption de calorique.

Dans le four Siemens adapté à la réalisation de ce principe nouveau, les produits de la combustion, tels qu'ils sont à la sortie du laboratoire, c'est-à-dire très chauds, sont introduits directement sous la grille du gazogène. Il en résulte qu'on peut donc se dispenser de produire de l'acide carbonique dans la partie inférieure du nouveau gazogène. Il suffit que la chaleur qui eût été engendrée par cette production d'acide carbonique, et qui est nécessaire à sa décomposition, soit compensée par le calorique apporté par les produits de la combustion jouant ici le rôle de comburant. Le gazogène, s'il en est ainsi, deviendra le *convertisseur* dans lequel s'opérera la reconstitution des gaz brûlés en gaz combustibles, sans que la température du combustible solide diminue. Ce fait qui, à première vue, peut paraître paradoxal, s'explique par la présence dans le gaz brûlé d'une quantité considérable d'azote, qui est le véhicule de la chaleur nécessaire à la réaction.

On peut par un raisonnement très simple, montrer en quelque sorte la raison et la première source de l'économie réalisée. Supposons, en effet, le gazogène de la figure 41 rempli de coke incandescent. Si on admet de l'oxygène sous la grille, il se formera, dans la zone inférieure, de l'acide carbonique produisant une certaine quantité de chaleur. Cet acide carbonique se décomposera dans la zone supérieure en absorbant une partie de cette chaleur. Il résulte de la réaction, que le poids du carbone gazéifié dans la zone inférieure sera égal à celui du carbone gazéifié dans la zone inférieure. Mais si nous supprimons la production d'acide carbonique et que nous le remplaçons par de l'acide carbonique surchauffé emprunté à une source étrangère, nous aurons bien réalisé l'économie de la moitié du combustible.

Dans le nouveau four, les gaz sortant du laboratoire sont en partie dirigés sous la grille du gazogène convertisseur, et leur chaleur est intégralement uti-

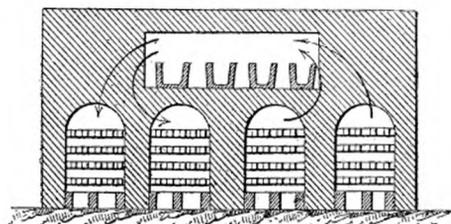


Fig. 42

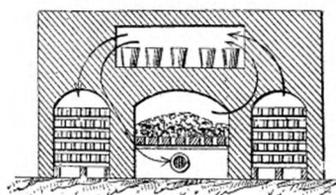


Fig. 43

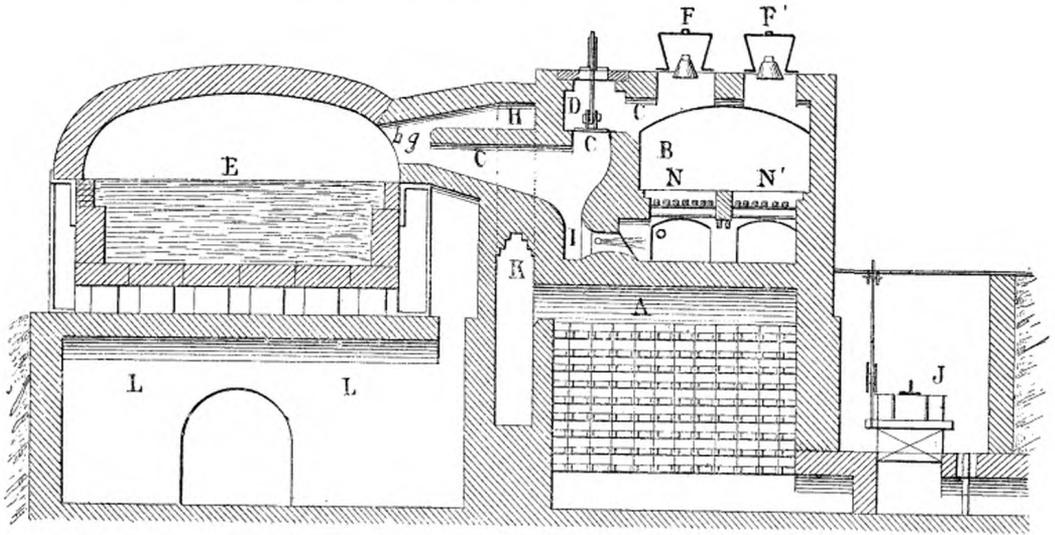


Fig. 44

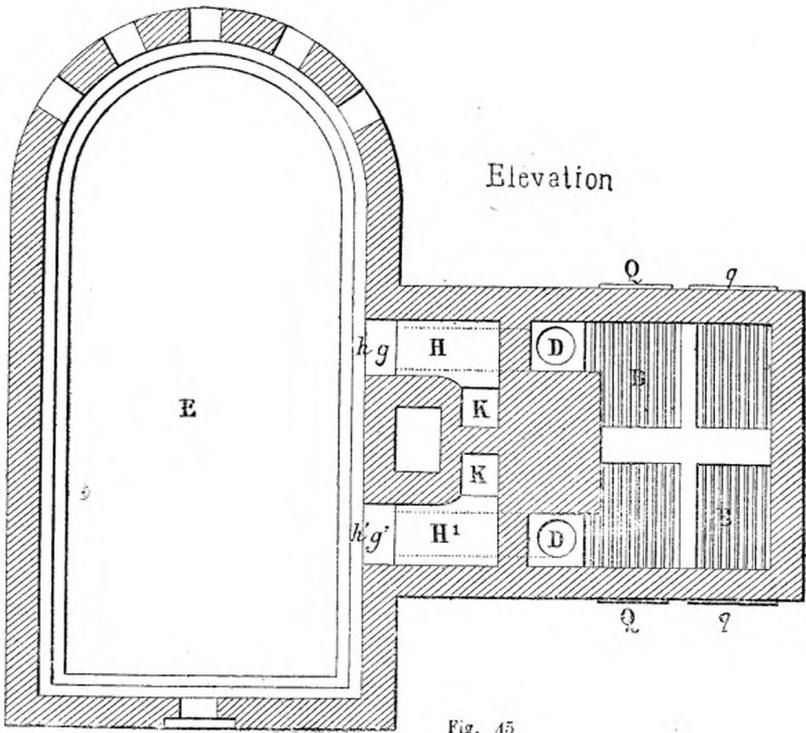


Fig. 45

lisée, soit pour opérer la distillation des matières « volatiles » de la houille, soit pour les maintenir à une certaine température à leur arrivée dans le four. L'autre partie des gaz brûlés descend dans le régénérateur de l'air comme dans le four Siemens ordinaire.

Pour la propulsion des gaz à travers le convertisseur on emploie un injecteur de vapeur. Cette vapeur est surchauffée par les gaz venant du four, elle est décomposée en traversant le convertisseur et sert à enrichir les gaz.

Les figures 42 et 43 permettent de saisir les analogies qui existent entre le nouveau et l'ancien four Siemens. Le four ancien (fig. 42) possède deux régénérateurs, un pour le gaz, un pour l'air ; le nouveau (fig. 43) ne possède qu'un régénérateur d'air et un convertisseur pour le gaz. Dans les deux cas, on refroidit également les gaz brûlés avant leur départ par la cheminée en ne laissant que la chaleur nécessaire au tirage, mais comme dans le nouveau four une partie seulement des gaz brûlés est à évacuer, la chaleur nécessaire au tirage de la cheminée se trouve diminuée d'autant. Dans les deux fours, il y a renversement des courants d'air et de gaz pour assurer la répartition uniforme de la température dans le four.

La forme adoptée pour le nouveau four peut varier selon les circonstances. Celle qui est représentée par les figures 44 et 45 est adaptée à la production du verre dans un four à bassin dans lequel la flamme circule en décrivant un demi cercle A est un des régénérateurs à renversement pour l'air ; B le gazogène établi sur lesdits régénérateurs ; FF' trémies de chargement du combustible ; NN' grilles du gazogène ; E, le laboratoire du four, est à côté du gazogène et repose sur une fosse L ; C est un des conduits amenant le gaz combustible au laboratoire E ; DD' valves à champignons conjuguées entre elles par un balancier, de manière à ouvrir ou à fermer alternativement l'une ou l'autre conduite à gaz ; *hg*, *h' g'* brûleurs à flamme libre débouchant dans le laboratoire ; HH' bouches d'air chaud communiquant avec le laboratoire ; K, K', conduites reliant les régénérateurs aux brûleurs ; I, un des injecteurs à vapeur placés dans les carneaux et produisant l'appel d'une partie des gaz brûlés sous les grilles du gazogène convertisseur ; I, valve pour produire l'inversion du courant d'air allant au four et des gaz brûlés passant par les régénérateurs pour se rendre à la cheminée ; O, un des couvercles montés sur charnières pour admettre ou intercepter alternativement les gaz brûlés dans leur communication avec le gazogène. Ces couvercles sont manœuvrés automatiquement par des tringles reliées au balancier des champignons DD', le mouvement qui ferme D' ouvrant O et *vice versa*. Des portes Qq donnent accès aux grilles du convertisseur pour le nettoyage.

Voici maintenant quel est le fonctionnement du four : le gaz du convertisseur B passe par un des carneaux C et le champignon D' au brûleur *h' g'*. Le gaz rencontre la bouche H' et s'enflamme.

Les produits de la combustion s'échappent par le second brûleur *hg*, pour se

diriger partie vers la cheminée en passant par le régénérateur A et la valve J, partie sous les grilles NN du gazogène par l'injecteur I pour y être reconstitués en gaz combustibles. De temps en temps, on renverse la direction des courants en manœuvrant les champignons DD' et la valve J comme on le fait habituellement dans les fours Siemens.

Voici les analyses des gaz obtenus avec l'ancien gazogène et avec le gazogène convertisseur.

Acide carbonique.	4,0	3,8
Oxygène	0,0	0,0
Oxyde de carbone	27,0	26,1
Hydrogène.	8,0	1,0
Hydrogène carboné	4,0	2,8
Azote	57,0	61,3
	100,0	100,0

Ces gaz, quoique de compositions bien différentes, différence due en partie aux houilles employées dans les deux cas, ont sensiblement la même puissance calorifique, mais il était intéressant de constater que la proportion d'acide carbonique n'est pas beaucoup plus considérable dans le gaz du gazogène convertisseur que dans les gaz obtenus directement par l'air dans les gazogènes de l'ancien four Siemens.

Outre l'avantage que présente le nouveau four, en raison de l'économie de combustible qu'il permet de réaliser, il convient d'attirer l'attention sur l'extrême simplicité de construction de cet appareil. Le prix de revient d'après les inventeurs, n'est que d'environ les deux cinquièmes de celui d'un ancien four Siemens de même capacité productive. L'emplacement occupé par le nouveau four est extrêmement restreint, la main-d'œuvre se trouve aussi simplifiée et diminuée, le service de gazogène étant réduit dans la même proportion que la consommation du combustible.

Dans une note de M. G. Despret relative aux perfectionnements apportés aux gazogènes et fours Siemens nous trouvons que le fonctionnement d'un four avec régénération d'une partie des gaz brûlés, est assuré, en utilisant 56 1/2 % des gaz brûlés à l'échauffement de l'empilage du régénérateur à air, le reste 43 1/2 % étant largement suffisant pour fournir par son passage dans les gazogènes convertisseurs un gaz combustible de richesse constante.

L'économie chiffrable serait évalué à 50 %.

Comme ayant beaucoup d'analogie avec le système de régénération des gaz brûlés que nous venons d'exposer ci-dessus, nous indiquerons le procédé de M. C. Staffen (1).

(1) *Revue technique de l'Exposition universelle* de Ch. Vigreux, numéro 28, Juillet 1891.

Dans ce procédé, on recueille par voie de dissolution dans l'eau, l'acide carbonique contenu dans les gaz brûlés, et c'est ce gaz ainsi dépouillé d'azote qu'on injecte, soit seul, soit mélangé à de la vapeur, sous la grille d'un gazogène convertisseur.

On obtient ainsi un gaz combustible très riche et d'un pouvoir calorique très élevé.

Ce procédé, dont l'application doit d'ailleurs présenter de sérieuses difficultés, n'a pas encore reçu la sanction de la pratique.

Nous dirons quelques mots d'une modification apportée au four primitif de Siemens, par M. Charneau. Les figures 46 et 47 font voir que l'accumulateur se

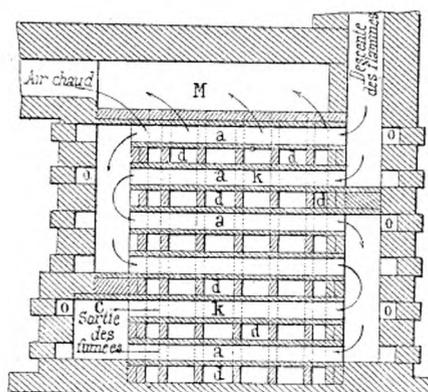


Fig. 46

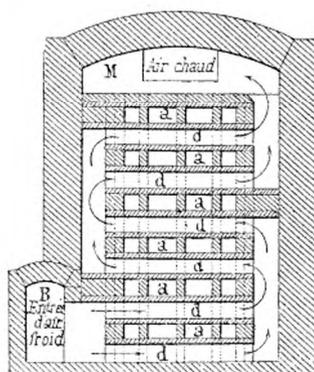


Fig. 47

compose d'une série de petits conduits *a a a* parallèles, construits avec des briques de dimensions courantes dans lesquelles passent les flammes perdues du four qui circulent tout en descendant dans la masse de briques pour aller rejoindre la cheminée d'appel par le carneau C.

L'air à chauffer entre par le conduit B placé sur une des faces de la chambre de briques pour pénétrer dans l'appareil par une série de petits conduits parallèles horizontaux *d d d* construits perpendiculairement sur ceux du passage des flammes; il monte en s'échauffant pour gagner la chambre d'air chaud M et de là se rendre aux brûleurs par un ou plusieurs conduits suivant les nécessités.

On voit par l'examen des figures que chaque tranche d'air est enveloppée par deux tranches de flammes et, réciproquement, chaque tranche de flammes est enveloppée par deux tranches d'air à chauffer. La séparation des flammes et de l'air à chauffer est faite par un carrelage établi au moyen de petits carreaux K à recouvrement ou avec des briques ordinaires. En raison des petits conduits qui sont construits perpendiculairement les uns sur les autres, les joints sont com-

plètement étanches puisqu'ils sont couverts dans tous les sens par une épaisseur de briques pleines ; il est donc matériellement impossible qu'il y ait communication entre les tranches de flammes et les tranches d'air à chauffer. Nous pouvons dire que c'est le seul appareil qui, malgré sa simplicité, offre cet avantage.

Le poids de la masse de briques est suffisant pour assurer sa parfaite stabilité ; de plus, tous les conduits sont prolongés jusqu'à la rencontre des murs de la chambre, et forment ainsi une série de murettes verticales qui viennent buter sur les quatre pans du massif de briques et empêcher toute espèce de dislocation.

Des regards *o, o, o*, sont ménagés dans les murs de fermeture de l'accumulateur de façon à pouvoir vérifier son état et nettoyer les poussières ou dépôts qui auraient pu s'arrêter dans les conduits de fumée. Le nettoyage peut se faire sans inconvénient pendant la marche du four.

Nous terminerons ce chapitre en donnant la description d'un gazogène d'invention récente et dont l'application donne paraît-il de très bons résultats.

On sait que le décrassage est la principale difficulté qu'on rencontre dans l'emploi des gazogènes. C'est une opération pénible pour les ouvriers et en même temps défectueuse au point de vue de l'utilisation du combustible en ce sens qu'elle occasionne un déchet considérable.

Les moyens qui réussissent le mieux pour atténuer cette difficulté : sont ou d'employer des houilles très pures et par conséquent très coûteuses, ou de donner aux gazogènes une allure très lente qui ne permette pas aux mâchefers de s'agglomérer par la fusion. Mais l'allure froide conduit à une augmentation notable des dimensions des appareils d'où surcroît de dépense d'installation.

Ce qui distingue le gazogène Taylor dont l'invention remonte à environ deux ans et dont les applications sont déjà nombreuses aux Etats-Unis, c'est que le décrassage s'y opère sans aucune difficulté et n'occasionne aucun déchet. On l'exécute en pleine marche sans apporter aucun trouble à l'allure de l'appareil.

Le gazogène Taylor se présente sous la forme d'un cylindre vertical en tôle de 4 mètres de hauteur, garni à l'intérieur d'une chemise en briques réfractaires.

Ce gazogène n'a pas de grille proprement dite. Les mâchefers réunis dans une trémie viennent s'ébouler sur un plateau auquel on peut donner un mouvement de rotation au moyen d'une manivelle agissant sur un jeu de roues dentées.

Le plateau mobile roule au moyen de galets sur le plateau fixe. Par cette disposition on évite tout ajustage précis, les dilatations se font librement et la rotation se produit sans grand effet.

A l'état de repos, le cône d'éboulement des mâchefers s'arrête au bord du plateau mobile, mais si on imprime à ce dernier un mouvement de rotation, les mâchefers s'éboulent sur tout son pourtour et tombent dans le cendrier. On facilite cette chute des mâchefers au moyen de barres de fer HH qu'on enfonce plus ou moins dans le cône de mâchefers.

Les mâchefers ne deviennent jamais collants, parce qu'ils sont constamment refroidis par le jet de vapeur et d'air.

Pour mettre l'appareil en marche on commence par remplir de mâchefers la trémie, on ajoute ensuite un peu de bois et de copeaux qu'on allume, et par dessus une certaine quantité de combustible.

Voici la moyenne des analyses du gaz obtenu avec ce gazogène.

	Houille anthracite.	Houille grasse.
CO	27.0	27.0
CO ²	22.0	12.0
H	1.2	2.5
C ² H ³	2.5	2.0
Az	57.2	56.5
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

Pour parer à l'inconvénient résultant de l'agglomération accidentelle des mâchefers soit par la négligence de l'ouvrier, soit par l'emploi de combustible à cendres trop fusibles) on a ménagé à la hauteur de la trémie conique, plusieurs portes de travail que l'on ouvre en cas de besoin.

Fours chauffés au gaz naturel

L'époque n'est pas éloignée où dans certains pays le chauffage au charbon, au gaz, sera remplacé par les huiles ou essences de pétrole, par les gaz naturels même, ce qui a lieu actuellement à Pittsburg, à 150 kilomètres environ de New-York, où toutes les industries implantées en ce pays, et elles sont fort nombreuses, sont chauffées par ce moyen.

Le gaz naturel de Pittsburg a réduit de moitié la consommation du charbon dans cette ville, et il est probable qu'il le remplacera tout à fait dans l'avenir. On s'en sert aujourd'hui dans les fabriques principales, dans les hôtels, dans les établissements publics, et son emploi se généralise, même dans les résidences particulières. Comme il ne résulte de ce gaz ni poussière, ni noir de fumée, la proportion de suie dans l'atmosphère est déjà réduite de 50 %, et elle diminue de mois en mois. Mais il n'y a pas seulement progrès sous le rapport du bien être et de la propriété; il y en a sous le rapport de l'économie.

Un des directeurs des verreries de Pittsburg déclare que, par l'emploi du gaz comme combustible, au lieu du charbon, il obtient une économie considérable. Une partie de cette économie résulte de la nature du combustible; une autre consiste dans le fait que le gaz ne laisse pas d'escarbilles, et que l'enlèvement des cendres ou escarbilles, ainsi que leur transport, coûte, avec le chauffage au charbon, de 3 000 à 4 000 dollars par an. Il y a encore une autre économie dans

le travail : le four dans lequel on brûle du charbon exige deux hommes occupés au charbon, à 17 dollars par semaine chacun; le four à gaz n'en demande pas un; il n'y a pas besoin d'entretenir le feu, ni de remuer le combustible. Enfin, l'économie la plus grande et la plus importante, réside dans la durée des fours. Le four à gaz, demandant une chaleur d'environ 1 600 à 1 800°, s'use assez rapidement en brûlant du charbon, tandis qu'avec le gaz pour combustible, sa durée est notablement augmentée.

Sans exagérer les avantages à tirer de l'emploi du gaz naturel, en réalité, il ne peut y avoir de doute sur les faits. Le seul point incertain, c'est la durée d'écoulement ou de production du gaz. Quelques personnes prétendent que ce ne sera qu'une affaire temporaire, mais ce sont les mêmes personnes probablement qui prétendaient que le pétrole ne durerait pas; si le gaz naturel tient les promesses faites en son nom, il sera la cause d'une révolution sérieuse dans les manufactures, et surtout dans les contrées où on le trouve à l'état naturel, le gaz y est beaucoup plus répandu, plus universel qu'on ne le pensait.

Ainsi, la figure 48 montre un four à verre chauffé par le gaz naturel (ce gaz contient des hydrocarbures de la paraffine).

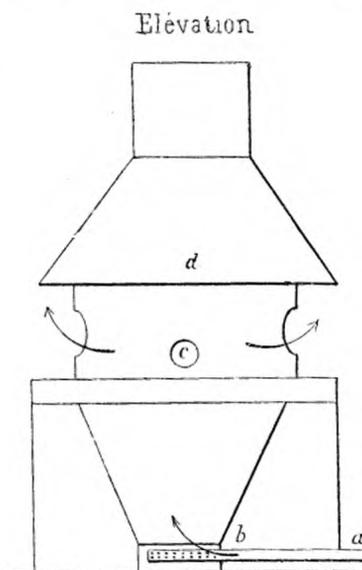


Fig. 48

Le gaz entre par un tuyau de 0,025 *a*; ce tuyau est perforé à l'extrémité placée à l'intérieur du four. L'air entre en *b* par un espace ouvert au bout du tuyau, et dont on régularise l'entrée en augmentant ou diminuant la section. Les gaz en excès ou brûlés sortent par les ouvertures *c*, et se rendent ensuite à la cheminée d'appel en passant par la porte *d*.

La grille des anciens fours est ici un bâti de briques. On peut, dans les fours transformés, laisser la grille, mais on la couvre d'une série de briques, et le gaz pénètre par des ouvertures ménagées dans ces briques, de façon à ce que l'air soit appelé en même temps par des ouvertures parallèles, afin de permettre la combustion.

Voici le four (fig. 49) employé dans certaines verreries de Pittsburg, et qui est un perfectionnement de celui décrit ci-dessus. Le gaz arrive dans le tube *a*, de 0^m,055 à 0^m,060 de diamètre, qui s'étend le long des deux parois du four; de ce tube s'en détachent d'autres d'un diamètre plus faible (environ 0^m,01), par lesquels le gaz entre dans le four par les fentes *b* pratiquées dans le siège du four. L'air entre en *c*, monte par les canaux *d*, et pénètre dans le four au-

dessus des arrivées de gaz en *e*; c'est là le point de combustion d'où la flamme pénètre dans le four. Les produits de la combustion s'échappent, par les ouvertures *f*, dans les cheminées d'appel. Une quantité déterminée d'air est introduite par la porte *g* pendant l'opération de l'affinage, afin d'aider à l'obtention d'une haute température; cet air est donc introduit dans le four d'une façon facultative

Il nous est impossible de terminer ce qui a trait au chauffage des fours de fusion par le gaz naturel, sans parler de deux autres appareils employés avec succès dans les verreries et cristalleries d'Amérique. Cette description complète ce que nous avons dit au sujet des fours à fusion, et place cette question au niveau des progrès les plus récemment réalisés en verrerie pour le chauffage des fours.

La figure 50 représente le four Atterburg, employé en cristallerie, et qui peut être aussi bien employé en verrerie.

Ce brûleur perfectionné consiste en un capuchon (*a*) construit en brique réfractaire. Il est de forme conique et d'environ 10 pouces de diamètre; il est fixé dans sa position par un barreau (*b*) en fer, d'environ 1/4 pouce de diamètre, qui passe le long du tube (*c*). Ce capuchon peut varier dans le sens de sa position verticale.

Le but de ce capuchon, c'est la réfraction du gaz tandis qu'il s'échappe du tube (*c*). Ainsi, il s'étend et se mélange plus intimement avec l'air, et par là augmente la combustion. Le tube (*c*) à gaz a 3 pouces de diamètre; il s'ouvre à la partie supérieure dans toute sa dimension, le barreau tige (*b*), qui supporte le capuchon passant à travers. Le capuchon protège aussi la couronne (*d*) qui sans lui serait vite détériorée, si on permettait au gaz d'arriver directement entre elle en s'échappant du tube (*c*).

L'air entre par un certain nombre d'ouvertures étroites (*g*) dans le mur, au niveau du sol; on en régularise l'arrivée et le débit en les

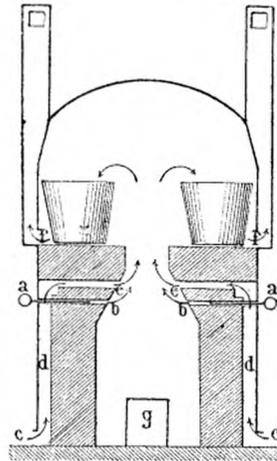


Fig. 49

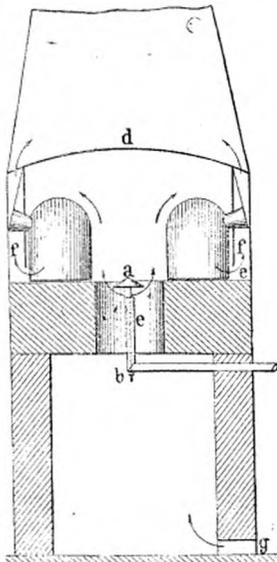


Fig. 50

fermant avec des briques. Les gaz perdus s'échappent par les ouvertures jusqu'aux conduits (*f*) et vont de là à la cheminée; il suffit d'environ 10 onces de pression pour ce four.

Le four représenté par la figure 51 est dû à M. Joseph Anderson; il est employé à la glacierie américaine de O'Hara.

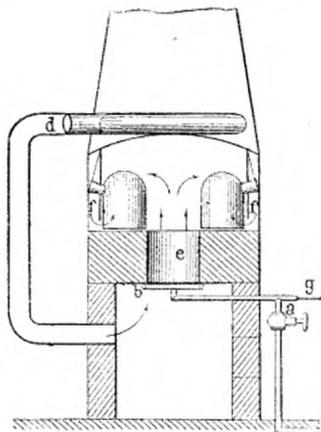


Fig. 51

Il y a plusieurs innovations dans ce four : la première est la méthode de chauffer l'air pour la combustion; la seconde est la disposition qui permet d'employer la benzine, ou tout autre combustible liquide, par lequel on peut conserver le four chaud, dans le cas où le gaz viendrait à manquer. Le gaz est réglé par la valve *a*; le brûleur *b* est un tube de 1/2 pouce de forme circulaire, percé de nombreux petits trous, d'environ 1 millimètre à 1 millimètre 1/2 de diamètre, et placé sous le siège du four, comme on peut le voir. Il est placé de manière que le verre (légèrement ramené en arrière), qui coule des pots cassés pour aller dans la cuve, ne le rencontre pas et n'empêche pas l'échappement régulier des gaz.

Le brûleur est en deux sections, dont l'une peut, en tout temps, être enlevée pour les réparations, ou pour toute autre cause, tandis qu'on peut, avec l'autre, conserver au four sa température, car il y a un tube fournisseur séparé pour chaque section.

L'air nécessaire à la combustion entre dans le tube régénérateur en *d*, passe par ce tube en descendant, en sort, remonte, comme l'indiquent les flèches sur le dessin, et vient en contact avec le gaz sous le siège du four, en *e*. Ce tube régénérateur est fait d'une forte feuille de fer; il a environ 16 pouces de diamètre; il est de forme circulaire, aussi grande que possible. On le place dans la souche de la cheminée, juste au-dessus de la voûte ou chapeau du four, de manière que la chaleur perdue, qui s'échappe par les tuyaux *f*, frappe directement sur lui, élevant la température de l'air, et aidant ainsi grandement à l'obtention d'un haut degré de chaleur pour cet air, au moment où il vient en contact avec les gaz.

La possibilité de maintenir la chaleur dans ce four, dans le cas où le gaz viendrait à manquer pour une cause quelconque, est d'une grande importance.

La méthode d'emploi d'un combustible fluide au lieu de gaz est facile avec ce four. Le petit tube *g* est en communication avec la cuve ou tout autre réservoir qui contient le liquide destiné à la combustion, et cette cuve est élevée de manière que l'huile coule tout naturellement jusqu'au brûleur *b*. Quand on emploie le combustible liquide, la valve à gaz *a* est fermée, et une autre valve sur le

tube *g*, qui communique à la cuve, est suffisamment ouverte pour permettre au liquide de ruisseler goutte à goutte dans le brûleur *b*, où la chaleur le vaporise immédiatement, et d'où il s'échappe exactement comme le gaz; il vient en contact avec l'air chaud, et la combustion s'opère. Ce four a fait ses preuves, on y a travaillé constamment depuis le jour où, pour la première fois, on a employé le gaz naturel, c'est-à-dire depuis plus de trois ans, sans avoir eu besoin de réparations, et il ne paraît pas devoir en nécessiter d'ici à longtemps.

GAZ A L'EAU

La fabrication du gaz à l'eau a pris une importance considérable en Amérique (États-Unis), où on l'a surtout utilisé à l'éclairage.

En Europe, on n'a encore fait que de rares applications de ce gaz, soit pour l'éclairage, soit pour le chauffage industriel.

Pour utiliser le gaz d'eau à l'éclairage, il faut lui donner le pouvoir éclairant qui lui manque, en le carburant au moyen de dérivés du pétrole. C'est ce qu'on pratique aux États-Unis, où la houille à gaz est très rare, et dont les quelques gisements sont tellement éloignés des grands centres de consommation, qu'il est moins coûteux de la faire venir d'Angleterre.

En revanche, on trouve aux États-Unis de l'anthracite et du pétrole à bon marché, de sorte que, malgré les inconvénients que présente le gaz à l'eau, il y a intérêt à l'employer pour l'éclairage.

Nous dirons d'abord quelques mots de ce mode d'utilisation du gaz à l'eau, et nous étudierons ensuite sa valeur comme gaz combustible pour le chauffage des fours.

Le gaz à l'eau est obtenu dans des gazogènes à air soufflé, et par intermittence avec du gaz ordinaire (à l'air) de gazogène. Au début, le gazogène est soufflé au vent, et l'on obtient ainsi un gaz semblable à celui que donnent les appareils Siemens, c'est-à-dire un mélange d'oxyde de carbone et d'azote. Cette première période se termine quand le foyer a atteint une température suffisamment élevée, ce que l'on peut juger par des regards. A ce moment, on arrête la soufflerie, et on fait arriver un courant de vapeur.

La vapeur d'eau, au contact du charbon rouge, se décompose en produisant de l'hydrogène et de l'acide carbonique. Ce mélange, en traversant les couches supérieures du coke incandescent, se dépouille de son acide carbonique, lequel se transforme en acide de carbone.

On obtient finalement un gaz dont la composition moyenne est sensiblement :

CO.	47
H	46
CO ²	3
Az.	<u>4</u>
	100

On cesse d'introduire la vapeur quand la température n'est plus suffisamment élevée pour permettre la réduction de Co^2 ; on remet alors en marche la soufflerie d'air, et ainsi de suite.

Dans des essais faits sur l'emploi du gaz d'eau en 1872, par M. Tessié du Mothay, on soufflait de l'air pendant 10 minutes, puis de la vapeur pendant 5 minutes, les insufflations d'air et de vapeur se reproduisant ensuite et alternativement pendant les mêmes intervalles de 10 et 5 minutes.

Comme le gaz d'eau et le gaz de gazogène, ainsi obtenus, ont une puissance calorifique bien différente, on les recueille chacun dans un gazomètre distinct, en utilisant le gaz d'air au chauffage des fours, et réservant le gaz d'eau pour l'éclairage. Quoique le gaz à l'eau soit, à volume égal, d'un prix moins élevé que le gaz d'éclairage, il n'est pas encore établi, d'une manière bien précise, si le prix de revient par bec, à intensité lumineuse égale, est plus faible dans le cas du gaz à l'eau. En effet, le volume de gaz d'eau à fournir, devant être double du volume de gaz d'éclairage produisant le même effet utile, les frais généraux sont accrus de même que les frais de canalisation, de distribution et les pertes de gaz par les conduites; il faut encore joindre à ces frais ceux qui sont occasionnés par la carburation.

À ce sujet, nous ferons remarquer que le docteur Laffont — le défenseur de la cause du gaz à l'eau — rejette la carburation du gaz, et qu'il préfère accroître l'intensité lumineuse en produisant une sorte de lumière Drummond. L'appareil qu'il recommande dans ce but est dû à M. Otto Fahnehjelm, ingénieur suédois. Il est formé d'un peigne à carcasse métallique, dont la denture est composée d'aiguilles de magnésie à peu près de la grosseur d'une allumette-bougie. Ce peigne se fixe au-dessus d'un bec Manchester, et, comme il offre une grande surface de rayonnement, il donne à la flamme un aspect très satisfaisant.

Par ce moyen, on réalise une grande économie, quant à la quantité de gaz dépensée; ainsi, on a trouvé qu'à consommation égale, le gaz d'eau accuse au photomètre une intensité lumineuse plus considérable que le gaz de la ville de Paris. Malheureusement, le prix très élevé des aiguilles de magnésie, et leur peu de durée (60 à 80 heures), réduit à très peu de chose l'économie ainsi réalisée sur le volume de gaz consommé.

Au point de vue hygiénique, les idées émises sur le gaz d'eau sont absolument contradictoires. Quoique ce gaz renferme près de 50 % d'oxyde de carbone, dont les propriétés toxiques ne sont pas mises en doute par le docteur Laffont, cet

hygiéniste n'admet pas que le gaz d'eau soit plus dangereux que le gaz ordinaire d'éclairage. Il reproche à ce dernier d'absorber trop d'oxygène en brûlant, et de dégager par conséquent un volume considérable d'acide carbonique et de vapeur d'eau; en outre, dit-il, la combustion, toujours imparfaite, donne naissance à de l'acétylène, laisse échapper de l'oxyde de carbone et des vapeurs sulfuriques.

Tous ces produits ne sont pas à redouter lorsqu'on brûle du gaz d'eau, car la combustion qui se produit sur une petite surface est toujours complète à cause de la haute température, en sorte que — et nous citons textuellement — « le gaz d'eau qui, dans la conduite peut être considéré comme plus vénéneux que le gaz de distillation, l'est en réalité moins lorsqu'on le brûle. »

Et le docteur Laffont ajoute, en s'appuyant sur l'autorité de son confrère, le professeur Chandler, président du conseil d'hygiène de New-York, que le gaz est *acheté pour être brûlé et non pour être aspiré*.

Ceci est parfaitement exact, mais il est également vrai que, s'il se produit une fuite dans un appartement, il se trouvera bien vite dans l'air une dose d'oxyde de carbone suffisante pour occasionner des accidents graves ou même la mort; ces accidents sont beaucoup moins à craindre avec le gaz ordinaire d'éclairage, qui est beaucoup moins toxique, et dont l'odeur décele la présence bien avant que l'air soit devenu irrespirable.

On a cherché, et on est arrivé, par l'emploi du mercaptan, à communiquer au gaz à l'eau une odeur qui permette d'être rapidement fixé sur les fuites qui pourraient se produire, mais malgré tout, les diverses commissions d'hygiène, qui se sont occupées de la question, ont généralement prescrit, une série tellement longue de précautions, qu'elle équivait à une proscription absolue.

Cependant, on a affirmé à l'Institut du fer et de l'acier que 300 villes des États-Unis se servent du gaz à l'eau pour leur éclairage. Il est donc à présumer que les chances d'accidents sont en réalité peu nombreuses, et que, d'un autre côté, il y a avantage au point de vue financier. C'est ce que l'expérience de plusieurs années fera connaître.

Laisant de côté l'utilisation du gaz d'eau pour l'éclairage, comparons ce gaz au gaz ordinaire de gazogène, et cherchons à prévoir quel sera son avenir comme combustible.

Nous avons calculé que 1 kilogramme de carbone, transformé en gaz à l'eau fournit 3^m3,72 d'un gaz composé à volumes égaux de :

1 ^m 3,86 oxyde de carbone donnant	5.592 calories.
1 ^m 3,86 hydrogène.	4.846 —
Soit au total. . .	<u>10.438</u> calories.

La température de combustion sans excès d'air, étant 2758° (nous admettons qu'on peut comparer entre eux divers combustibles par la détermination de la

température dite théorique). Le volume total des produits de la combustion serait de :

$$1^{\text{m}^3},86 + 1^{\text{m}^3},86 + 7^{\text{m}^3},44 = 11^{\text{m}^3},16 = \frac{11,16}{3,72} = 3 \text{ fois la valeur.}$$

C_o² H_o Azote

Dans le cas du gaz à l'air, nous trouverions que 1 kilogramme de carbone fournirait :

$$\frac{1^{\text{m}^3},86}{3^{\text{m}^3},72} \text{ CO}$$

Azote

Soit 5^m3,58 gaz combustible, dont la puissance calorifique est de 5592 calories, la température de combustion sans excès d'air étant de 1818°, et le volume occupé par les produits de la combustion s'élevant à

$$1^{\text{m}^3},86 + 7^{\text{m}^3},44 = 9^{\text{m}^3},30 \dots \dots \dots \text{ soit } \frac{9,30}{5,58} = 1,66 \text{ fois.}$$

Des chiffres ci-dessus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes : avec un poids donné de carbone, transformé en gaz à l'eau, on obtiendra comparative-ment à ce que fournirait le même poids de carbone transformé en gaz à l'air :

1° Un volume de gaz combustible moins considérable, quoique contenant une quantité double d'éléments combustibles (ce qui permettra de faire usage de gazogènes plus petits, et par suite d'une conduite plus facile);

2° Un volume plus considérable de gaz brûlés (d'où possibilité de chauffer un espace de plus grande capacité sans dépenser plus de houille ou de coke);

3° Une température plus élevée de (2757°-1818°) = 939° (ce qui abrégera la durée du travail au four).

Nous n'ignorons pas que les excédents signalés ci-dessus, en faveur du gaz à l'eau, ne sont pas obtenus gratuitement, nous admettrons même qu'il faudra fournir aux gazogènes une quantité de chaleur au moins égale, peut-être supérieure, à celle qu'on obtiendra comme excédent au four; mais, quand même on serait en perte du côté du gazogène, n'existe-t-il pas certains cas particuliers où, la nécessité d'obtenir au four une température plus élevée que celle qu'on peut obtenir avec le gaz à l'air, rendra cette perte plutôt fictive que réelle? Ce sera une quantité négligeable en raison des immenses avantages qu'on retirera, dans ces cas particuliers, de l'emploi du gaz à l'eau.

En résumé, nous ne mettons pas en doute que, étant donnés les perfectionnements apportés dans la construction des appareils destinés à produire et à utiliser le gaz à l'air, ce gaz soit produit plus économiquement qu'un égal volume de gaz d'eau, mais nous notons que le gaz d'eau, en raison de son pouvoir calorifique élevé, de l'accroissement considérable de volume qui résulte de sa combustion, et de la haute température qu'il permet d'obtenir, est appelé à remplacer

le gaz d'air dans la plupart de ses applications, surtout dans celles qui nécessitent une température élevée.

A en juger d'ailleurs par l'extension de cette application aux usines d'Essen et de Hoerde, qui les premières en ont tenté l'essai, il est logique de penser que les résultats ont été satisfaisants.

ANALYSE DES GAZ COMBUSTIBLES

Le but de l'analyse des gaz dans les laboratoires industriels est d'avoir, à chaque instant, des données sur la marche des divers appareils produisant ou utilisant le gaz. Ces données ne sont pas seulement d'un haut intérêt théorique, mais encore d'un intérêt pratique considérable, car ce n'est que par elles qu'on est arrivé à avoir des vues exactes sur la valeur intrinsèque des gaz, sur l'utilisation plus ou moins parfaite du combustible dans les gazogènes, sur la forme à donner à ceux-ci, et sur l'utilisation plus ou moins rationnelle des gaz combustibles dans les fours, etc.

Il est inutile de signaler plus longuement ici tous les avantages qu'on peut tirer de l'analyse du gaz; la preuve la plus éclatante, des services qu'elle a rendus, est l'extension rapide que cette branche spéciale de l'analyse a prise depuis quelques années.

De nombreux appareils ont été imaginés pour rendre les analyses de gaz aussi précises que possible, en même temps que très rapides, et d'une exécution facile.

Une des difficultés principales est d'obtenir un bon échantillon moyen.

En effet, la nécessité de n'opérer que sur un faible volume ne permet pas de recueillir du gaz pendant une longue durée, d'où cause d'erreur résultant des variations de composition du gaz.

Le meilleur moyen à notre avis consiste à prendre d'abord un courant principal à grand débit à la source de gaz, et sur ce courant, de brancher un courant secondaire plus faible, lequel constituera la prise d'essai moyenne.

Nous ne pouvons pas ici nous étendre sur les divers procédés et méthodes en usage dans l'analyse des gaz; nous nous contenterons d'indiquer au lecteur qu'il pourra puiser de sérieux et utiles renseignements à ce sujet dans les ouvrages ci-dessous (1).

Parmi les nombreux appareils dont on peut faire usage pour l'analyse rapide des gaz, nous indiquerons et décrirons sommairement l'appareil inventé par M. Coquillion. Il ressemble quelque peu à l'appareil bien connu d'Orsat, mais

(1) *Encyclopédie chimique. Gaz et analyse*, par M. Ogier; — *Manuel pratique de l'Analyse industrielle des gaz*, par Ch. Winkler; — *Traité pratique de Chimie métallurgique*, traduit de l'allemand par E. Vlasto.

il a sur ce dernier l'avantage de permettre d'effectuer rapidement et de façon sensiblement exacte le dosage des hydrocarbures ; en outre on évite, en ramenant le gaz dans le mesureur avant chaque lecture — l'inconvient et les erreurs résultant des tubes capillaires.

L'appareil (fig. 52) se compose d'un tube mesureur M divisé en 100 parties égales, mais dont la partie inférieure, d'un diamètre plus étroit, est graduée en dixièmes. Ce mesureur est entouré d'un manchon plein d'eau pour maintenir la température constante ; il est relié à la partie inférieure, à un flacon élévateur contenant de l'eau ; à la partie supérieure avec un tube capillaire horizontal formant la rampe R et à un petit tube recourbé *t* d'introduction du gaz.

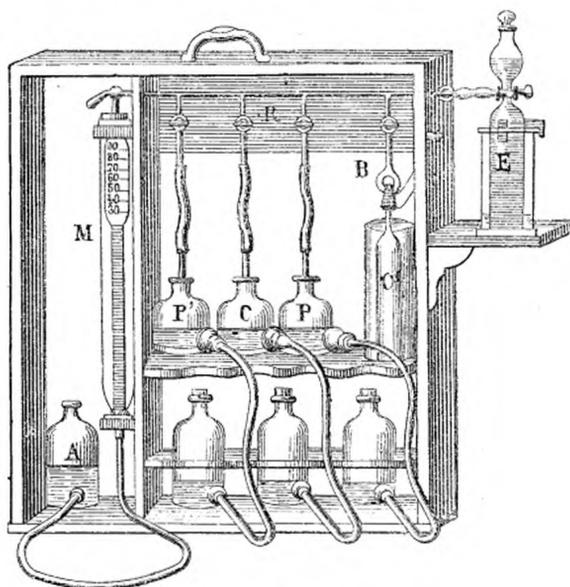


Fig. 52

La rampe est en relation avec 3 flacons à réactifs P', C, P ; (P' renfermant une solution de potasse, P contenant du pyrogallate, C contenant du chlorure de cuivre) avec le brûleur B, se continuant par la cloche C', et enfin, à son extrémité, avec une cloche E surmontée d'un réservoir à brôme. Cette cloche E est destinée spécialement au dosage des carbures de la série $C^{2n}H^{2n}$, et elle peut facilement être séparée du reste de l'appareil, dans le cas où on n'a pas à effectuer le dosage de ces divers carbures.

Le brûleur B consiste en une petite cloche élargie à son sommet et fermée par un bouchon en caoutchouc muni de 3 trous. Dans deux de ces trous passent des tiges verticales en laiton servant à fixer à l'intérieur du brûleur un fil

de palladium qui sera porté au rouge par le courant de deux piles Bunsen. Le troisième trou du bouchon en caoutchouc porte une cloche C' plongeant dans une éprouvette remplie d'eau.

Supposons qu'on veuille faire l'analyse d'un gaz renfermant $\text{CO}^2.\text{O}.\text{Co}.\text{C}^2\text{H}^4.\text{Az}$ $\text{H}.\text{C}^2\text{H}^4$ ou homologues. On opère d'abord à l'aide des cloches P', C, P, le dosage de $\text{Co}^2.\text{O}.\text{Co}$. Le gaz est ensuite chassé dans la cloche E où on introduit quelques gouttes de brôme, de là le gaz est ramené dans le mesureur après avoir été dépouillé des vapeurs de brôme dans le flacon à potasse. La diminution de volume représente C^2H^4 et homologues. Le dosage de C^2H^4 et H s'effectue en faisant circuler le gaz additionné au préalable d'une quantité déterminée d'oxygène dans le brûleur B dont le fil de palladium est porté au rouge. On détermine après la combustion, le volume du CO^2 formé d'où on déduit la teneur en C^2H^4 . D'après la contraction observée après combustion, on connaît l'hydrogène et enfin après absorption de l'excès d'oxygène on mesure directement l'azote. Ce dosage direct de l'azote est en même temps un contrôle du dosage de l'hydrogène.

On ne doit faire aucune lecture avant d'avoir, au moyen de la cloche C', fait passer un courant d'eau dans la rampe R, ce qui ramène la totalité du gaz dans le mesureur. Cette possibilité de faire des mesures exactes rend très précieux l'usage de l'appareil Coquillion, dont le seul inconvénient (partagé par tous les instruments du même genre) est de ne pas donner de certitude absolue quant au dosage du Co^2 , en raison de la solubilité de ce gaz dans l'eau.

BOMBE CALORIMÉTRIQUE DE M. BERTHELOT MODIFIÉE PAR M. MALHER

Cet appareil, (fig. 53) inventé par M. Berthelot, et modifié par M. Mahler, ingénieur des mines, est destiné à mesurer le pouvoir calorifique des combustibles, solides liquides ou gazeux.

Il est constitué par une enceinte métallique, sorte d'obus en acier, émaillé à l'intérieur, d'une capacité de 650 mètres carrés, dans lequel on effectue la combustion à l'aide d'oxygène sous pression.

L'inflammation est produite à l'aide d'un courant électrique qui porte au rouge un fil de fer d'un poids connu.

La chaleur développée est communiquée à l'eau d'un calorimètre dans lequel est plongée la bombe. L'élévation de température de l'eau est constatée à l'aide d'un thermomètre gradué en centièmes de degré.

Cet appareil nous paraît devoir donner des résultats absolument exacts; cependant, dans le cas de combustible gazeux, il nous semble que les résultats ont besoin d'être complétés par l'analyse chimique.

En effet, des gaz possédant le même pouvoir calorifique, peuvent en pratique

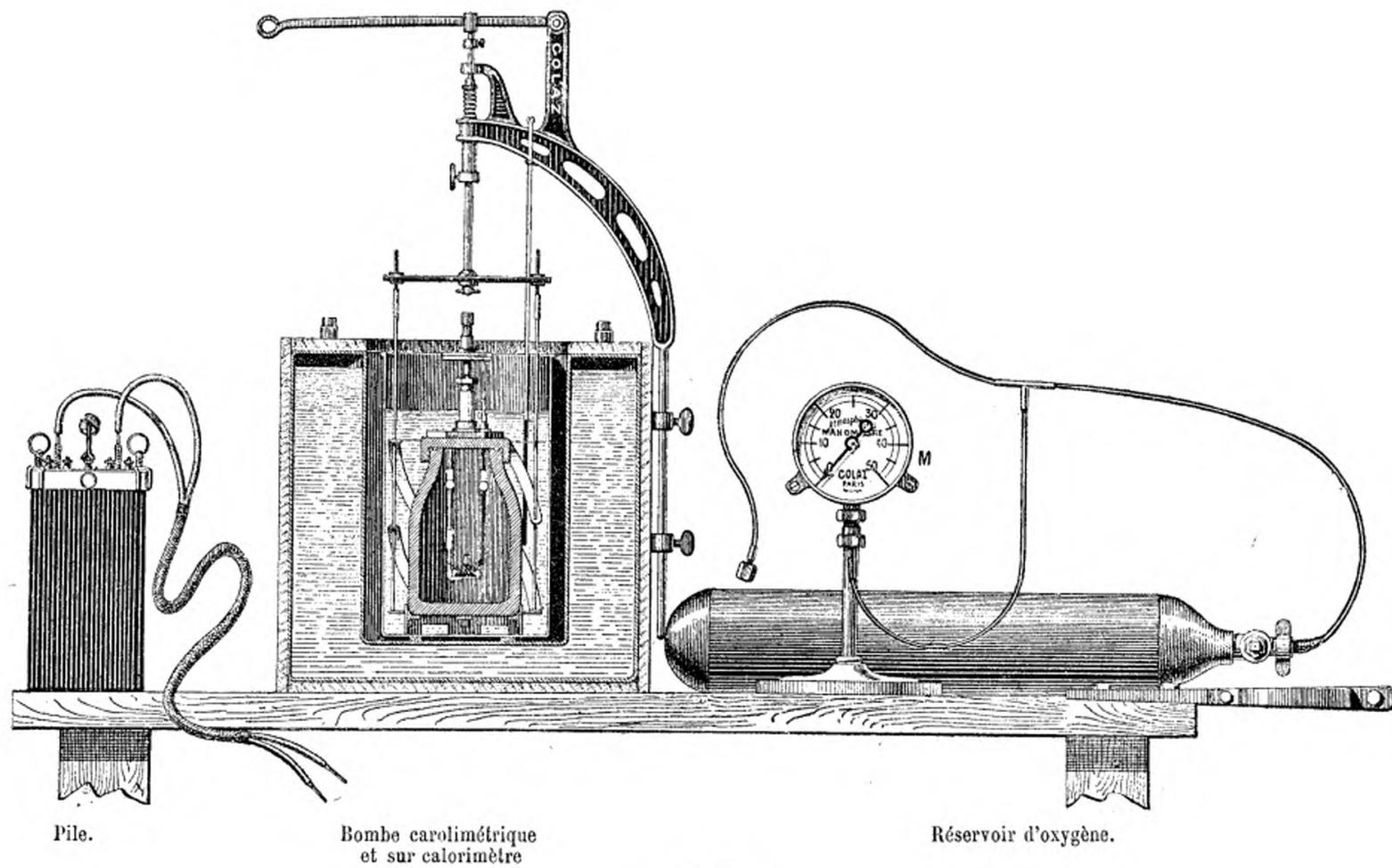


Fig. 53

se comporter de façon bien différente ; ils peuvent, pour leur combustion, ne pas exiger le même volume d'air, et par suite ne pas donner la même température. — *Exemples :*

	I	II	III	IV	V
CO.	21.00	25.00	23.00	19.00	27.00
CO ²	2.00	4.00	6.00	7.00	2.00
C ² H ⁴	5.00	3.00	5.00	4.50	1.00
H.	12.00	4.10	»	6.00	8.20
Az.	60.00	63.90	66.00	63.50	61.80
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Pouvoir calorifique par m ³ .	1.114	1.114	1.114	1.114	1.114
Vol. des produits brûlés.	1.860	1.882	1.960	1.950	1.804
Température théorique de combustion. . . .	1.808°	1.808°	1.716°	1.716°	1.866°

Il peut donc y avoir, entre les températures de combustion de deux gaz possédant le même pouvoir calorifique, un écart très considérable (150° entre le IV et le V).

Il est logique d'admettre que ces écarts de température ne sont pas sans influence au point de vue pratique.

Ainsi, dans certains cas, il est des réactions qui exigeant une température de 1800°, ne pourront pas être réalisées avec les gaz III et IV, tandis qu'elles s'effectueront facilement avec le gaz V, et cependant l'emploi de la bombe calorimétrique aurait indiqué, pour ces divers gaz, une valeur identique, puisqu'ils ont tous pour pouvoir calorifique 114 calories par mètre cube.

En outre, il est encore un élément dont l'emploi de la bombe ne permettrait peut-être pas facilement de tenir compte, c'est-à-dire de la vapeur d'eau, qui existe dans le gaz en proportion variable. Dans des essais faits sur des gazogènes, on a trouvé jusqu'à 5 % de vapeur d'eau en volume, soit 50 litres par mètre cube, ou environ 40 grammes.

Or, un gaz renfermant 40 grammes vapeur d'eau par mètre cube, serait saturé pour une température de 30 à 35°.

Pour que la bombe puisse tenir compte de l'eau dans l'essai d'un semblable gaz, il faudrait que la combustion s'effectue dans un laboratoire dont la température soit au moins égale à 35°. L'eau du calorimètre, ainsi que la bombe, devraient naturellement aussi posséder une température de 35°. Peut-être, M. Mahler tourne-t-il la difficulté par un moyen qu'il est assez facile de concevoir, mais il n'en est pas fait mention dans les descriptions de son appareil.

Il est du plus haut intérêt au point de vue de la conduite régulière d'un four et par suite de la régularité du travail qu'on y opère, de pouvoir déterminer à chaque instant, ou du moins pendant les diverses phases du travail, quelle est la température que possède le four.

Un nombre infini de pyromètres ont été inventés, reposant sur les principes les plus variés, et malheureusement il faut reconnaître que la plupart ne peuvent avoir d'application sérieuse.

C'est ainsi qu'après avoir employé d'une manière générale le pyromètre à argile de Wedgwood, on a essayé et finalement rejeté les pyromètres métalliques, puis le pyromètre calorimétrique de Regnault plus ou moins modifié par Fischer, Weinholdt et Wilson. De même et pour la même raison — défaut de comparabilité entre les indications fournies par un même appareil — on a délaissé le pyromètre électrique de Siemens.

Parmi les pyromètres susceptibles de fournir des renseignements sensiblement exacts, nous citerons celui de MM. Boulrier frères et de Saintignon et le pyromètre électrique de M. Lechâtelier.

Le pyromètre Boulrier et de Saintignon est un appareil calorimétrique reposant sur le principe suivant :

Un courant d'eau circule dans le milieu dont on veut déterminer la température, avec une vitesse et une pression constantes. Le débit étant ainsi uniforme, la température de l'eau s'élèvera d'autant plus que le milieu sera à une température plus élevée. Il suffit donc de mesurer l'accroissement de température du courant d'eau ce qu'on obtient par la lecture des indications données par deux thermomètres placés, l'un à l'entrée, l'autre à la sortie de l'eau.

Le reproche le plus grave qu'on puisse faire à cet appareil, c'est que, après un certain temps de fonctionnement, le tube de circulation d'eau se recouvre intérieurement d'incrustations provenant du dépôt des matières tenues en dissolution dans l'eau et que la chaleur précipite. On remédie à cet inconvénient en faisant usage d'eau de pluie filtrée, ou mieux d'eau distillée.

En outre, quand le four, dont on veut déterminer la température, fonctionne avec une flamme réductrice, il se produit à l'extérieur du tube un dépôt de matières charbonneuses, qui fait varier la conductibilité du métal et vient fausser les résultats.

Dans la pratique on écarte cette cause d'erreur en entourant d'une gaine en poterie le tube de circulation d'eau. Cette manière de faire a, en outre, l'avantage de faire indiquer à l'appareil ce que nous appellerons la température moyenne du four, en ce sens qu'elle permet d'éviter les variations brusques dues à des « coups de chalumeau ».

Pyromètres de Le Châtelier

Le pyromètre Le Châtelier est basé sur la mesure de l'intensité d'un courant produit par l'échauffement de la soudure d'un couple thermo-électrique; réuni par un conducteur double à un galvanomètre. Le couple est composé de platine Rhodié.

Cet appareil permet de prendre des températures périodiquement aux différentes phases du travail d'un four avec des erreurs ne dépassant pas 25° centigrades. Ce sont là des indications précieuses que l'on obtiendra avec ce pyromètre.

Malheureusement cet instrument n'est pas assez robuste pour pouvoir être mis entre les mains d'un ouvrier, et en outre il ne peut servir à suivre d'une façon continue les variations de température. En raison des modifications que les températures élevées apportent dans la structure des métaux, la conductibilité varie assez rapidement et on doit procéder fréquemment à une graduation nouvelle.

Un seul intermédiaire peut transmettre à l'observateur l'état calorifique d'un foyer sans éprouver d'altération, c'est la matière vibrante : l'éther. Il faut donc absolument dans la construction d'un pyromètre robuste, utiliser les radiations lumineuses des corps incandescents, c'est-à-dire chercher simplement à remplacer l'œil comme appareil de mesure, par un appareil qui soit plus précis tout en restant assez simple. C'est sur ce principe qu'est basée la lunette de MM. Mesuré et Nouel, dont nous donnons plus loin la description, laquelle peut servir seulement à constater, soit l'invariabilité soit le sens de variation de la température sans qu'on puisse espérer obtenir une précision de moins de 50°.

PYROMÈTRE OPTIQUE

Poursuivant ses recherches sur les hautes températures, *M. Le Châtelier* a étudié un nouveau pyromètre basé sur la mesure de l'intensité absolue d'une radiation déterminée, émise par le corps incandescent. Il ne tient pas compte, — après en avoir reconnu le peu d'influence — des différences de pouvoir émissif des divers corps pour une même température, d'ailleurs, dans la pratique, les corps se comportent généralement comme s'ils avaient le même pouvoir émissif, puisqu'ils sont renfermés dans une enceinte sensiblement en équilibre de température avec eux.

Le photomètre (fig. 54) que *M. Le Châtelier* a adopté pour la construction de son nouveau pyromètre, est celui de M. Cornu qui permet de comparer l'image

réelle du corps incandescent et celle de la flamme d'une petite lampe à pétrole. Les intensités sont ramenées à l'égalité par l'interposition d'un certain nombre de verres, nuance fumée, et ensuite par l'ouverture variable d'un diaphragme

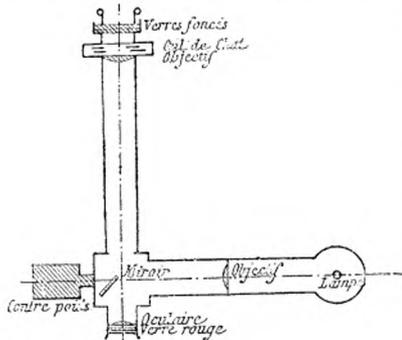


Fig. 54

dit œil de chat, placé contre l'objectif. Un verre rouge placé devant l'oculaire permet de n'examiner que des radiations monochromatiques.

Le pouvoir absorbant de chacun des verres est mesuré au moyen du diaphragme « œil de chat » en visant une même source lumineuse avec ou sans l'interposition du verre foncé. Les intensités lumineuses sont rapportées à celle de la partie brillante de la flamme d'une lampe étalon à acétate d'amyle.

La graduation de l'instrument a été obtenue en mesurant l'intensité lumineuse d'une petite sphère de palladium fondue sur la soudure d'un couple thermo-électrique. On a fait deux graduations ; l'une qui s'applique à tous les corps renfermés dans une enceinte de température uniforme, l'autre aux corps placés à l'air libre, pourvu que leur pouvoir émissif soit voisin de celui du palladium (platine, argile).

Il résulte d'expériences faites aux usines du Creusot, qu'il est facile, avec ce pyromètre d'obtenir des mesures de température concordant à 10^0 près, ce qui est suffisamment précis pour des essais industriels. Cet appareil (auquel manque la sanction de la pratique) semble donc convenir parfaitement lorsqu'il s'agit de régler empiriquement la marche d'une opération métallurgique, céramique ou toute autre semblable. Ses indications restent absolument comparables entre elles.

LUNETTE PYROMÉTRIQUE DE MM. MESURÉ ET NOUËL

La détermination courante de la température des corps incandescents s'obtient, en général par l'appréciation de leur nuance lumineuse, en appliquant l'échelle de Pouillet. Le procédé est rapide, mais il manque de précision : l'observation obtenue est variable pour divers observateurs ou pour le même observateur opérant à divers intervalles de temps ou dans des usines, différemment éclairées, cette méthode exige un œil fréquemment exercé.

La lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Nouël (fig. 55 et 55 bis) écarte ces inconvénients en ramenant la détermination des nuances lumineuses à l'ob-

servation rapide et pratique d'un phénomène comparable à lui-même en toutes circonstances et susceptibles d'être mesuré.

Cette lunette basée sur les phénomènes de polarisation rotatoire, comprend essentiellement : un polarisateur et un analyseur dont le réglage à l'extinction donne le zéro de la graduation du cercle divisé. Ce cercle divisé en degrés est mobile devant un index fixe. Entre les deux nicols est situé un quartz d'épaisseur convenable, bien calibrée. Ce quartz est taillé perpendiculairement à l'axe.

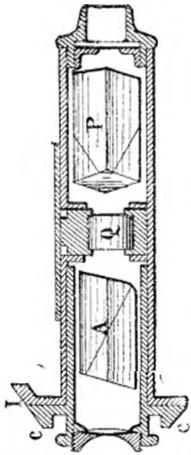


Fig. 55 bis

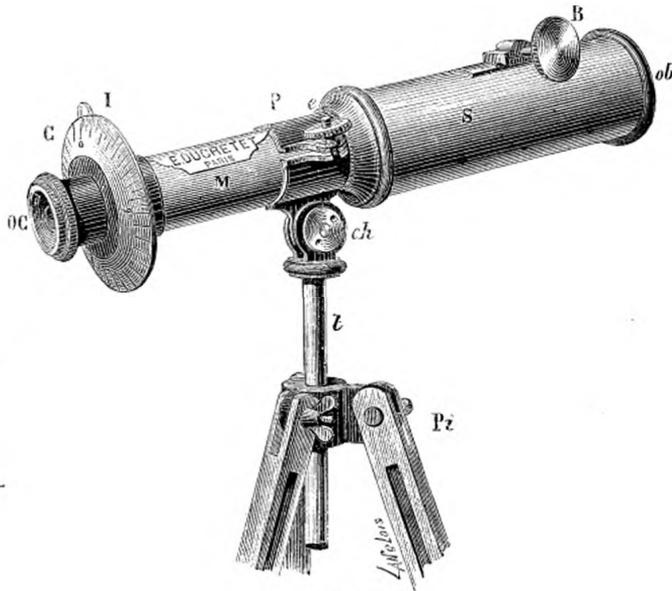


Fig. 55

Une loupe vise l'ouverture garnie d'une glace parallèle ou à volonté d'un verre diffusant dépoli très doux.

Si l'on examine avec ce polarimètre spécial, un corps incandescent, les proportions des divers rayons simples qu'il émet, variant avec la température, il s'en suivra que pour une rotation donnée de l'analyseur, la teinte composée obtenue sera différente suivant cette température et que le passage d'une teinte à une autre se fera pour un angle variable suivant la nuance lumineuse du corps incandescent.

Il suffit d'observer le corps incandescent à travers cette lunette et de faire

tourner lentement l'oculaire dans le sens de la graduation de son cercle. On trouve bientôt une position variant entre 20 et 90° où la teinte perçue passe rapidement du verre au rouge ; cette transition s'opère vers un point de la graduation qui diffère suivant la nuance lumineuse (et par suite la température) du corps incandescent.

Le passage du vert au rouge se produit par une rotation angulaire assez faible de l'analyseur ; entre ces deux couleurs franches, on observe aisément une autre teinte dite de passage, d'une nuance « citron sale ».

C'est cette teinte de passage qu'il faut observer ; c'est à elle qu'on arrête la rotation de l'analyseur ; au chiffre donné sur le cercle par l'observation de cette teinte sensible, correspond la température du corps incandescent. Cette température a donc pour mesure le nombre de degrés dont on a fait tourner l'analyseur devant l'index fixe.

Dans les lunettes pyrométriques en service courant, depuis quelques années aux usines de Saint-Jacques, à Montluçon, et qui sont semblables à celles que M. Ducretet construit pour l'industrie, les degrés d'angle observés pour cette teinte de passage, correspondent en degrés centigrades aux chiffres ci-dessous

Degrés du cercle 40° donnant 900° centigrades correspondant au rouge cerise					
—	46	—	1.000	—	— clair
—	52	—	1.100	—	orangé foncé
—	57	—	1.205	—	— clair
—	62	—	1.300	—	au blanc
—	66	—	1.400		
—	69	—	1.500		

} Teinte de l'échelle
de Pouillet
du foyer incandescent

Il peut arriver dans certains cas que l'appareil reçoive quelques rayons de lumière blanche diffuse en même temps que les rayons du corps incandescent dont on veut apprécier la température, et les résultats sont alors légèrement faussés ; on obvie à cet inconvénient en prolongeant la lunette par un tube noir à l'intérieur et plus ou moins allongé. S'il y a dégagement de gaz chauds pour le four qu'on étudie, il convient de fermer ce tube par un verre placé à l'extrémité.

Les températures inférieures à 900° sont généralement difficiles à apprécier à cause de la faible quantité de lumière perçue dans la lunette. Pour l'observation de ces températures, il convient d'adapter à l'objectif une lentille de grand diamètre qui concentre plus de lumière, comme dans la disposition représentée sur la figure ; mais pour les températures plus élevées on peut même supprimer cette lentille, comme on le fait dans les lunettes employées actuellement.

La monture de la lentille extrême est mobile pour permettre d'atteindre le diaphragme intérieur. La lunette est coupée en T, afin qu'on puisse enlever le quartz, vérifier et mettre la virole à l'extinction par rapport au zéro de la gra-

duction. Les montures sont à vis et guides pour avoir un démontage parallèle et non concentrique afin d'éviter un dérèglement.

La graduation gravée en E suivant la longueur de la lunette que découvre le mouvement de l'objectif, à la façon d'un palmer, est établie pour des distances de l'objet visé à l'objectif, depuis l'origine jusqu'à 0^m,50 ; cette graduation est tracée d'après la formule connue

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}.$$

Nous ferons la remarque suivante concernant l'emploi de la lunette pyrométrique. Il est souvent nécessaire d'observer la température de divers métaux qui pendant leur fusion, donnent des vapeurs colorées, rouges, vertes, etc., qui viennent troubler l'observation de la teinte de passage. De même dans un four chauffé directement par le contact des flammes avec les corps à chauffer, l'observation est souvent entravée par le passage, dans le champ de la lunette, de courants de gaz tantôt réducteurs tantôt complètement brûlés et dont la nuance lumineuse est par conséquent très variable.

La figure 57 montre le dispositif à employer ; il suffit de plonger dans le bain ou le foyer à observer, un tube de fer ou de poterie T, fermé à un bout, et de regarder par le bout ouvert le fond de ce tube, avec la lunette pyrométrique.

On a tout le temps et les colorations du foyer ne peuvent gêner l'observation.

Le but que l'on doit se proposer dans l'emploi de la lunette pyrométrique est moins de mesurer les températures que de pouvoir suivre, par des observations comparables entre elles, les variations de température d'un corps ou d'un foyer, ou encore de déterminer un point de repère pour la température qui convient à une opération industrielle et de pouvoir toujours retrouver ce point et le reproduire lors d'une nouvelle opération.

A ce point de vue, cet appareil, d'un emploi facile, peut rendre de grands services.

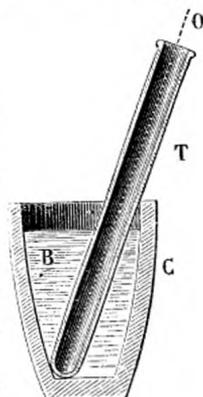


Fig. 56

PYROSCOPES

Un procédé pyrométrique beaucoup plus simple que tous ceux dont nous venons de parler, consiste à disposer en différents points du four à étudier, des substances susceptibles de fondre et à observer le moment où elles entrent en fusion. Si on connaît le point de fusion de ces substances on sera renseigné

exactement sur la température atteinte à cet instant ; si on ne la connaît pas on utilisera ces « montres fusibles », non plus pour constater la température absolue atteinte, mais pour servir de régulateur de cuisson et ultérieurement d'indicateur pour l'arrêt du four, lorsqu'on aura par expérience, établi que cet arrêt doit coïncider avec la fusion de telle ou telle substance. Naturellement ce procédé ne peut donner d'indications que sur la marche ascendante ou stationnaire de la température ; si elle décroît les montres fusibles n'indiquent plus rien.

On a d'abord employé comme « montres fusibles » des alliages de différents métaux argent et or, platine et or, ce dernier alliage étant employé pour la détermination des températures très élevées. Quand cet alliage renferme plus de 15 % de platine (ce qui correspond à 1.160° centigrades), les indications sont douteuses par suite d'une séparation des métaux par liquation. Aussi a-t-on dû faire usage d'argiles mélangées (suivant le point de fusion qu'on veut leur communiquer) à des substances augmentant ou diminuant leur fusibilité, telles que pegmatite, feldspath, borax, sable, craie, etc.

On emploie assez fréquemment des montres fusibles ou pyroscopes dont le point de fusion a été déterminé par comparaison avec les meilleurs appareils pyrométriques ; on en forme des séries dont le point de fusion de chacun des termes est inférieur de 25 à 30° à celui du terme qui le suit immédiatement. Avec ces pyroscopes, il est facile de reproduire une opération dont on connaît la température limite. Il suffit de placer dans le four deux montres consécutives de la série, la première présentant la température qu'il faut atteindre, la seconde indiquant la température qu'il ne faut pas dépasser.

EXAMEN DES DÉFAUTS DU VERRE

Nous venons d'exposer rapidement les modifications et perfectionnements apportés dans ces dernières années au travail du verre.

Nous avons vu qu'en ce qui concerne la fabrication proprement dite, les efforts se sont surtout portés sur les moyens de tirer le meilleur parti possible du combustible. De l'utilisation plus ou moins parfaite du combustible dépend en effet, en grande partie, l'importance du prix de revient. Un autre élément qui a également son importance est, sans contredit, la qualité, le choix du verre.

Aussi croyons-nous devoir terminer ce travail par l'exposé d'une méthode d'investigation sur les défauts du verre, persuadés d'ailleurs que bien connaître les défauts, les bien caractériser c'est presque connaître le moyen de les éviter.

Les défauts qui se produisent dans le verre au cours de sa fabrication résultent de causes très variées ; aussi, comprend-on qu'ils soient de nature différente.

Ces défauts qui altèrent la qualité du verre en en diminuant la valeur peuvent par la composition des corps qui les constituent, par leur importance et par

leur nombre, causer dans certaines circonstances un trouble grave dans l'économie de toute une fabrication.

Malgré l'expérience que peuvent avoir acquise par une longue pratique les industriels chez lesquels ces accidents viennent à se produire, il leur est souvent difficile de se rendre compte d'une façon exacte de la nature et de la composition des corps qui constituent ces défauts et par suite des causes qui les ont engendrés ; ils se trouvent par suite dans l'impossibilité d'y apporter rapidement un remède efficace.

Ayant été consultés souvent au sujet d'accidents de ce genre s'étant produits dans la fabrication des verres à vitres, des verres à bouteilles, des verres de gobeletterie, nous avons dû chercher les moyens qui nous permettraient de déterminer la nature des défauts qui en sont la conséquence d'une façon certaine ; c'est le résultat de ces recherches et les moyens employés pour y arriver que nous avons l'intention de faire connaître dans cette note.

Les défauts qui se produisent dans le verre au moment où il est fabriqué et mis en œuvre, sont :

- 1° Les bouillons, les points, les crachats ;
- 2° Les pierres et les grains ou granulations.

Les premiers qui proviennent d'un affinage incomplet de la matière vitreuse après sa fusion, ou d'un manque de soin de la part des ouvriers au moment du cueillage ou pendant le moulage, en emprisonnant dans la masse du verre des corps ou poussières organiques, sont faciles à reconnaître ; il suffit en effet le plus souvent d'une inspection attentive à l'œil nu ou au besoin avec la loupe pour être fixé sur leur nature.

Les seconds, de composition très variable, tout en se ressemblant beaucoup, peuvent être causés ou par un mélange imparfait des matières premières ou par des agglomérations de parties du mélange vitrifiable ayant échappé à la fusion : ce sont les infondus ; ou par des portions des parois du creuset ou du bassin qui se sont détachées pendant la fusion, et pour lesquelles la température et la durée du séjour dans le four n'ont pas été suffisantes pour en opérer la combinaison : ce sont les grains de pot ou de bassin.

Des portions de la voûte ou de la couronne du four peuvent encore, en se combinant avec la partie alcaline et vaporisable du mélange vitrifiable, donner lieu à la formation d'un verre de nature spéciale plus dur que le verre contenu dans le creuset et qui s'y incorpore sans s'y dissoudre. On donne à ce genre de défauts le nom de larmes ou schlagues.

Enfin les grains ou granulations peuvent provenir du verre lui-même et être amenés par sa composition chimique en même temps que par les conditions de température dans lesquelles il s'est trouvé aux diverses phases de sa fabrication.

Les verres en effet, à une température inférieure à celle qui a été nécessaire pour en opérer la fusion, cette température étant maintenue pendant un temps

suffisant, peuvent être soumis à une décomposition qui se manifeste par la formation de composés cristallisés qui en altèrent la pureté, la limpidité et la résistance.

Cette décomposition commence toujours par la formation de cristaux microscopiques qu'on ne découvre souvent que quand l'objet est terminé.

Dans tous les cas, la ténuité des grains dont il s'agit de déterminer la nature en rend la recherche très délicate : l'analyse chimique est, en effet, impuissante par suite de la difficulté qu'on éprouve à les séparer de la masse vitreuse qui les entoure ; quand ils sont nombreux, ces grains ou cristaux agglomérés les uns avec les autres, semblent tellement prédominants dans une masse limitée de verre, que l'analyse de cette portion cristalline paraît devoir en donner au moins approximativement la composition ; mais, généralement, la matière vitreuse qui leur est intimement associée est tellement abondante que leur composition se trouve masquée par celle du verre qui leur sert de ciment.

Ils sont d'ailleurs trop petits pour être extraits par une opération mécanique ; leur poids spécifique est peu différent de celui du verre ambiant, ce qui exclut l'emploi des liqueurs denses telles que l'iodo-mercurate de potasse ou le tungstoborate de baryum ou de calcium ou enfin de l'iodure de méthylène dont M. Fouqué, le savant professeur du Collège de France, a imaginé l'emploi et a été le premier à se servir pour l'étude des roches cristallisées.

Ils ne sont pas attirables à l'aimant et l'acide fluorhydrique les attaque en même temps que le verre lui-même. Bref, tous les moyens usités ordinairement dans l'étude des roches échouent pour la séparation des corps étrangers ou des cristaux incorporés dans les verres, et le seul moyen d'investigation qui puisse être employé dans ce cas est le microscope.

MM. Fouqué et Michel Lévy ont décrit dans leur ouvrage de *Minéralogie micrographique*, justement réputé et dont l'éloge n'est pas à faire, les méthodes et les moyens basés en grande partie sur l'emploi du microscope et appliqués à l'étude des principaux minéraux et roches éruptives de la France ; ce sont ces procédés que nous avons cherché à utiliser.

L'examen des matières à étudier se fait sur des lames minces d'une épaisseur de $\frac{3}{100}$ de millimètre taillées dans la masse vitreuse qui les englobe ; ces lames minces sont collées au moyen de baume de Canada sur une lame de verre et posées sur le porte-objet du microscope.

Ce mode d'examen, employé pour la première fois par M. Sorby, minéralogiste anglais, et successivement par M. de Zirkel, de Heidelberg, et par M. Rosenbach, de Leipzig, a été perfectionné encore par MM. Fouqué et Michel Lévy.

Pour déterminer la nature des cristaux on emploie plusieurs moyens d'investigation venant se compléter les uns les autres.

Grâce à la perfection des appareils dont on dispose, on peut facilement et

rapidement les examiner en lumière naturelle, puis en lumière polarisée entre deux nicols en spath d'Islande croisés, ces rayons de lumière étant parallèles.

La détermination des axes optiques est complétée par celle des angles d'extinction des cristaux, en les observant en lumière polarisée et en rayons convergents successivement dans des préparations faites en coupe longitudinale et en coupe transversale.

De l'examen auquel nous nous sommes livrés, il résulte que le corps que l'on rencontre le plus fréquemment est le quartz; c'est un corps cristallisé dont la détermination se fait facilement; on constate très aisément qu'on a affaire à un minéral, à un axe positif et, en outre, la biréfringence peut être mesurée avec facilité.

Il se rencontre dans les parties infondues et provient, comme je l'ai dit plus haut, d'un mélange imparfait des matières vitrifiables ou d'une sorte de liquation produite au moment de la fusion du verre dans un vaisseau chauffé à trop basse température.

Quand il provient de la séparation d'un fragment du bassin ou de la voûte, il se trouve enrobé dans une matière amorphe, grisâtre, diffusant fortement la lumière et se distinguant surtout au microscope en lumière réfléchie; cette matière n'est autre qu'un silicate d'alumine déshydraté non dissous dans la masse vitreuse (fig. 9) (1).

Il peut se faire que, si l'argile vient à se dissoudre, il se forme un feldspath cristallisé analogue à celui dont la nature nous offre des spécimens.

La présence du quartz dans ces deux cas donne beaucoup de ressemblance à ces défauts et c'est à la présence simultanée de la matière amorphe grisâtre provenant de l'argile et au développement du feldspath qu'il est possible d'en déterminer la cause.

Toutefois, la silice libre à l'état de quartz n'est pas un accompagnement obligé de l'argile et on rencontre quelquefois des pierres qui ne contiennent que du silicate d'alumine déshydraté sur l'origine duquel il n'y a aucun doute à avoir.

Ce cas se rencontre surtout dans les défauts sous forme de grains que l'on trouve dans le cristal ou le demi-cristal, le quartz devant être exclu des terres servant à faire les creusets dans lesquels on les fond; ceux-ci se perceraient rapidement en effet par suite de l'attaque qu'en ferait l'oxyde de plomb qui entre dans leur composition.

La présence du quartz à l'état de grains non dissous dans le verre amène d'une façon infaillible la fêlure d'abord et la rupture ultérieure de la pièce dans laquelle il est incorporé.

(1) Nous prions le lecteur de se reporter pour les figures qui suivent au travail de M. Appert « Les défauts du verre » publié dans le n° de mars 1890 des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*.

Quand il est allié à de l'argile ou quand l'argile est seule, la rupture de la pièce est moins certaine, le coefficient de dilatation de l'argile étant sensiblement le même que celui du verre.

Ce dernier défaut est celui qu'on rencontre le plus fréquemment dans les fours à bassins employés presque exclusivement pour la fabrication des verres à vitres et des bouteilles ; il provient de l'attaque des parois à la hauteur de la flottaison.

Si ce sont des corps cristallisés auxquels on a affaire, leur composition chimique dépend essentiellement de celle du verre lui-même.

Quand le verre est entièrement sodique et calcique, c'est de la wollastonite qui se produit.

Quand le verre est magnésien et ferrugineux, c'est un pyroxène magnésien de la formule du diopside qui se forme.

Si le verre contient de l'alumine en même temps que de la potasse, de l'oxyde de fer et de la magnésie, c'est de la mélilite à la variété artificielle de laquelle on donne le nom de Humboldtite.

Enfin dans certains cas particuliers plus rares, on voit se développer des cristaux de feldspaths, de la variété connue sous le nom d'oligoclase et de labrador.

Dans tous les cas, surtout en même temps que la humboldtilite, on voit se produire un minéral réfringent et très biréfringent en longues aiguilles prismatiques très étroites dont la détermination minéralogique n'a pu encore être faite rigoureusement.

Parmi les minéraux précités, la wollastonite est celui que l'on rencontre le plus communément dans les verres. C'est un bisilicate de chaux (CaO , SiO_2) appartenant à la famille des pyroxènes ; elle cristallise dans le système monoclinique, les cristaux sont allongés parallèlement à l'orthodiagonale ; dans les verres, elle forme de longues aiguilles prismatiques très étroites qui ont quelquefois plusieurs centimètres de longueur, mais dont la largeur dépasse rarement 0,005m, et l'épaisseur 0,001m ; elle est incolore et transparente, cependant elle se distingue déjà en lumière naturelle au microscope à cause de sa réfringence voisine de 1,63 et très légèrement supérieure à celle du verre ambiant.

Quand on l'observe en lumière polarisée, parallèle, entre les nicols croisés, on constate les faits suivants :

Les sections longitudinales polarisent dans des teintes qui varient du bleu grisâtre au jaune pâle ; toutes s'éteignent rigoureusement en long ; le signe d'allongement n'est pas constant, la plupart de ces sections présentent un allongement de signe positif, les autres qui sont en général les moins brillantes ont un allongement de signe négatif.

Les sections transversales sont courtes et très étroites, tout en demeurant encore légèrement allongées.

Entre les nicols croisés, elles se colorent de teintes vives d'un rose violacé, elles s'éteignent obliquement sous des angles dont nous donnons ci-après la valeur.

Ces propriétés suffisent pour montrer que, comme la wollastonite naturelle, les cristaux en question appartiennent au système monoclinique et que le plan des axes optiques est perpendiculaire à la direction d'allongement.

Les observations en lumière convergente confirment ces données de l'observation en lumière parallèle : on s'assure, en effet, que le plan des axes optiques est parallèle aux sections transversales, que la bissectrice aiguë est assez rapprochée de la normale aux sections longitudinales dont l'allongement est de signe négatif et la bissectrice obtuse peu éloignée de la normale aux sections longitudinales dont l'allongement est de signe positif ; dans les deux cas on observe, d'ailleurs, des images symétriques par rapport à la direction d'allongement ; on constate en même temps que la bissectrice est négative et que l'écartement des axes est d'environ 40 degrés.

Un essai chimique confirme encore la détermination des cristaux en question, comme wollastonite.

En effet, si, après avoir découvert une préparation et l'avoir nettoyée à la benzine, on la laisse séjourner vingt-quatre heures à froid dans l'acide chlorhydrique, on s'assure aisément que les cristaux sont attaqués, tandis que le verre ambiant est inaltéré.

La préparation lavée à l'eau distillée donne un liquide où l'oxalate d'ammoniaque décele la présence de la chaux, et la préparation elle-même traitée par une goutte de solution de violet d'aniline se teint dans tous les points où l'attaque a mis en liberté de la silice gélatineuse.

La wollastonite développée dans le verre par un phénomène de dévitrification offre une grande tendance à se disposer sous forme radiée ; les figures 1, 2, 3, 4, 5, qui représentent des sections de dévitrifications à wollastonite vues en lumière polarisée entre les nicols croisés portent toutes l'indication de cette tendance.

Il arrive même que la wollastonite forme dans le verre des sphérolithes dont le volume peut atteindre la grosseur du poing.

Les figures 1 et 2 représentent : la première, une portion de section radiale ; la seconde, une portion de section tangentielle d'un nodule de 6 centimètres de diamètre.

La figure 14 représente, en grandeur naturelle, une masse vitreuse contenant un grand nombre de petits sphérolithes de wollastonite.

La wollastonite se montre dans certaines dévitrifications accompagnée d'un pyroxène jaune verdâtre qui, vu en lame mince, est à peine nuancé d'une légère teinte jaune ; il possède toutes les propriétés du diopside des roches naturelles ; la réfringence et la biréfringence sont celles que l'on attribue d'ordinaire au diopside.

Ce pyroxène se présente également sans accompagnement de wollastonite ; dans ce cas, le verre dévitrifié présente généralement une couleur verte plus ou moins foncée et grisâtre.

Les figures 8 et 10 représentent des dévitrifications caractérisées par le développement des diopsides.

La figure 9 représente une dévitrification dans laquelle le diopside et la wollastonite figurent à peu près en égales proportions.

La mélilite (humboldtite) se montre soit en groupements irréguliers, soit sous forme de sphérolithes, soit en amas cristallitiques. Les figures 12 et 13 représentent deux types de ces associations de cristallites de humboldtite. On y voit les éléments formés par ce minéral disposés en rangées alignées dans deux directions à angle droit.

Les sphérolithes sont composés de petits cristaux allongés parallèlement à la base (001) et disposés tangentiellement autour d'un centre. La figure 11 donne une idée de l'un de ces groupements vu au microscope en lumière parallèle entre les nicols croisés.

Tous les caractères optiques qui ont été étudiés ne laissent aucun doute sur la détermination du minéral.

On peut, du reste, dans la plupart des cas, constater son attaque aux acides et vérifier au moins qualitativement sa composition.

De même que la wollastonite et le diopside, la humboldtite présente fréquemment de très beaux exemples d'inclusions vitreuses à bulle.

De l'étude dont nous venons de donner le résultat, on peut déduire quelques conséquences utiles au point de vue de la composition des verres et des qualités qu'il est possible de leur donner suivant les usages auxquels ils sont destinés.

Il en ressort en effet que le phénomène de la dévitrification du verre, sur lequel les opinions ont été longtemps partagées, s'explique naturellement par la formation, dans la masse vitreuse colloïde, de silicates cristallisés, simples ou multiples, de composition différente du verre qui leur a donné naissance, et que, de plus, ces silicates, dont la formation est une cause de dépréciation du verre dont ils altèrent la limpidité et la résistance en en augmentant la fragilité, et dont il faut par suite chercher à éviter la formation, se produisent à des températures différentes pour chacun d'eux suivant leur composition chimique, cette température étant, en tous cas, inférieure à celle à laquelle la fusion du mélange et la combinaison des éléments vitrifiables se sont opérées.

La chaux étant la base terreuse la plus employée par suite de son abondance dans la nature, du bon marché auquel elle peut être obtenue à l'état de pureté et des qualités qu'elle donne au verre quand elle est en combinaison avec la potasse ou la soude, il est naturel de chercher à en augmenter la proportion le plus possible ; on est arrêté dans cette voie par le phénomène de la dévitrification et la formation de wollastonite qui se produisent d'autant plus facilement que la

proportion de chaux est plus grande, à une température relativement élevée, très voisine de celle requise pour le travail du verre en objets façonnés.

La magnésie est dans le même cas, et son addition à la chaux préexistante ne fait qu'accroître ce phénomène en donnant lieu à la formation de diopside d'une part, et de wollastonite d'autre part.

Cette observation est conforme à celle de Pélégot, qui avait été amené, par l'analyse de cristaux provenant des dévitrifications du verre de Blanzky et par l'étude cristallographique faite par M. des Cloiseaux, à penser que la magnésie même jouait un rôle prépondérant dans ce phénomène. Il n'en est pas de même de l'alumine qui, en venant s'ajouter aux bases précédentes, est susceptible de donner ou des feldspaths ou des cristaux de la famille des mélilitites dont la formation est beaucoup plus difficile.

Même en opérant aux températures convenables, les expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy constatent que la cristallisation du feldspath ne se fait qu'avec une grande lenteur, et quant au mélilite, sa formation implique à la fois la présence dans le verre de la potasse, de l'alumine, de la magnésie et du fer en proportion notable, conditions qui se trouvent bien plus souvent réalisées dans les matières vitreuses des hauts-fourneaux que dans les produits des verreries.

La première raison est, à notre avis, celle de la grande stabilité des verres alumineux qui peuvent être travaillées indéfiniment sans donner de cristallisation, quoique la somme des bases terreuses soit souvent supérieure à la quantité de chaux qui, dans un verre unique, serait suffisante pour amener rapidement la dévitrification.

La présence dans un verre de certaines bases, alumine et potasse, a pour résultat de diminuer la faculté qu'a ce verre de se dévitrifier, puisque les silicates d'alumine et de potasse sont relativement peu fusibles et surtout difficilement cristallisables ; il semble que les verriers devraient s'attacher à produire les verres réalisant ces conditions, d'autant plus qu'il en résulterait pour eux une économie notable d'argent, l'alumine étant un produit d'une valeur infiniment moindre que les alcalis proprement dits, potasse et soude.

En tous cas, l'introduction de l'alumine présente des avantages comme moyen d'empêcher la dévitrification, car les feldspaths et les mélilitites, silicates alumineux, sont moins fusibles que les minéraux du groupe des pyroxènes, silicates non alumineux.

Il serait très facile aux verriers de se procurer à bas prix des calcaires argileux d'une composition telle qu'il leur suffirait d'ajouter du sable et un peu de base alcaline pour obtenir des verres stables.

Certains verriers ont pu, par l'emploi de feldspaths naturels de composition convenable, introduire en même temps que l'alumine des bases alcalines potasse et soude indispensables, réalisant ainsi les meilleures conditions de résistance et d'économie.

Si dans les fabrications du verre à bouteilles pour lesquelles les qualités recherchées et exigées sont la solidité et l'inaltérabilité sous l'action des liquides acidulés, on peut employer des matières impures donnant une composition à bases multiples de proportions non constantes, il n'en est plus de même dans la fabrication des verres qui, outre ces qualités primordiales, doivent posséder d'autres qualités, entre autres d'être parfaitement incolores. C'est le cas des verres pour la lunetterie et l'optique.

L'examen que nous venons de faire des produits de la dévitrification du verre ordinaire et du verre à bouteilles nous conduit à quelques considérations théoriques relativement à leur constitution.

Deux théories ont été proposées pour expliquer ces phénomènes; quelques chimistes, et à leur tête Berzélius ont émis l'opinion que le verre dévitrifié n'était autre chose que la matière vitreuse ayant acquis des propriétés nouvelles par la cristallisation; cette opinion partagée encore aujourd'hui par un grand nombre de verriers a été soutenue par M. Pelouze dans un travail sur la cristallisation du verre lu en 1874 à l'Académie des sciences.

« La dévitrification, dit ce savant, consiste en un simple changement physique du verre. »

Il se base pour adopter cette conclusion sur ce fait que de nombreuses analyses ne lui ont montré qu'une différence insignifiante de composition entre le verre primitif et la même matière après dévitrification.

Il admet implicitement qu'un verre quelconque est susceptible de se transformer entièrement en une matière cristallisée.

D'après lui, le fait se passerait notamment pour le silicate de soude et de chaux qui constitue les verres tels qu'on les compose ordinairement et dans lesquels la silice, la soude et la chaux n'entrent pas en proportions définies.

Cette explication en contradiction avec les lois connues de la chimie n'est évidemment justifiée que dans des cas particuliers; ce sont ceux dans lesquels le verre présente la composition d'un minéral défini ou bien encore d'un mélange de minéraux définis susceptibles de cristalliser.

On connaît de nombreux exemples de faits de ce genre. Ainsi les expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy ont montré que l'on pouvait faire cristalliser intégralement les verres ayant la composition de l'oligoclase, du labrador, de l'anorthite, de la néphéline, des pyroxènes, etc.

D'autres expériences plus complexes des mêmes auteurs ont permis d'obtenir à l'état cristallisé des mélanges de plusieurs silicates qu'ils avaient préalablement fondus en un verre limpide et parfaitement homogène; nous citerons comme exemple la reproduction du basalte composé de feldspath, de labrador, d'olivine, d'augite et de fer oxydulé, nous citerons aussi la reproduction de certaines néphélénites composées de néphéline, d'augite, de spinelle, de grenats-mélanite et de fer oxydulé.

Dans ces derniers cas, la cristallisation du verre formé avec le mélange chimique employé était complète, mais on comprend très bien que dans un grand nombre de cas on puisse imaginer des mélanges qui ne soient pas susceptibles de se résoudre en un agrégat de substances cristallisées.

Une seconde théorie, plus rationnelle, a été proposée en 1830, par M. J.-B. Dumas; ce savant a considéré la dévitrification comme une cristallisation du verre due à la formation de composés définis infusibles à la température existante au moment de la dévitrification et impliquant, dans la plupart des cas, la formation d'un résidu amorphe correspondant à un mélange chimique dont les éléments, soit combinés, soit isolés, ne sont pas connus à l'état cristallisé.

Il admet que cette infusibilité relative est le résultat, tantôt de la volatilisation alcaline, tantôt d'un simple partage dans les éléments du verre; les alcalis passent alors, d'après lui, dans la portion qui conserve l'état vitreux.

Pour M. Dumas, les éléments cristallisés ne préexistent pas dans le verre et ne se forment qu'au moment de la dévitrification.

Pour d'autres auteurs, le verre, malgré son homogénéité apparente, contient déjà dans sa masse des composés définis s'en séparant au moment de la cristallisation.

D'après cette opinion, le verre dévitrifié aurait une constitution identique à celle qu'il présente à l'état fondu; ce serait une sorte de dissolution des éléments cristallisables faite à une haute température dans une matière dissolvante avec conservation de la molécule cristalline au sein du dissolvant.

Benrath, a discuté la question de savoir quel était le dissolvant en question et lui a attribué les compositions suivantes :



Mais nous ferons remarquer que, même en admettant l'assimilation du verre aux dissolutions, il serait impossible d'attribuer aux deux silicates précités le rôle que l'on a voulu leur donner; en effet, dans les cas de cristallisation complète qui ont été cités précédemment, l'agent dissolvant n'a pu présenter cette composition surtout d'une façon constante; il a dû présenter des compositions incessamment variées pendant la durée de la cristallisation et, en dernier lieu, être identique au minéral qui a cristallisé postérieurement à tous les autres.

Ainsi donc, il faut écarter l'idée d'un dissolvant unique et commun à tous les verres, en un mot, d'un verre normal.

Un second point très intéressant de la question est celui de savoir dans l'hypothèse précédente, si ce sont véritablement les minéraux cristallisés par l'effet de la dévitrification qui sont en dissolution dans le verre.

La comparaison avec les dissolutions aqueuses, tout-à-fait légitime dans le cas qui nous occupe, ne paraît pas justifier cette manière de voir. On sait, en

effet, par des expériences variées, qu'en général les sels en dissolution n'ont pas la composition de ceux que l'on obtient par une cristallisation de la matière dissoute.

Les expériences faites au moyen de la dialyse, l'étude des refroidissements produits par la dissolution des sels, enfin l'examen des substances solubles douées de la polarisation rotatoire justifient parfaitement cette conclusion.

Les études des pétrographes contredisent aussi l'opinion que les éléments définis, compris dans une sorte de dissolution au sein d'un verre homogène, sont identiques à ceux que révèle une cristallisation par dévitrification.

Comme exemple, nous citerons ce fait qu'un verre ferrugineux agit très peu sur l'aiguille aimantée, tandis que si l'on soumet ce verre à un recuit qui amène sa dévitrification, on y fait naître aisément des cristaux microscopiques de fer oxydulé et alors la matière est devenue fortement magnétique.

On peut donc dire que le fer oxydulé ne préexistait pas, mais qu'il a pris naissance par la dévitrification.

Ainsi, tout en admettant que le verre est un mélange de corps à composition définie, dont les molécules plus ou moins complexes offrent des groupements déterminés propres à chacune d'elles, nous pensons que les molécules en question sont différentes, dans la plupart des cas, de celles qui entreront ensuite dans la constitution des cristaux du verre dévitrifié.

Les phénomènes que présente le sucre de canne suivant qu'il est cristallisé ou fondu, c'est-à-dire à l'état de verre ou dissous, vont nous permettre de faire ressortir avec plus de netteté l'interprétation que nous venons d'exprimer au sujet de la composition intime du verre.

Le sucre cristallisé est dépourvu de polarisation rotatoire ; il possède, au contraire, cette propriété, soit quand il est à l'état de sucre d'orge, soit quand il est dissous ; ce fait montre déjà la similitude des verres et des dissolutions ; il montre, en outre, que le réseau moléculaire qui appartient aux cristaux est détruit dans les cas de dévitrification ou de dissolution.

Dans ces deux cas, la molécule élémentaire du sucre reste seule en évidence et sa désignation se trahit par les phénomènes de polarisation rotatoire auxquels il donne naissance.

Cet exemple est très frappant en ce sens qu'il montre bien la différence qui existe entre un verre et une matière cristalline de même composition.

Le verre renferme des molécules complexes ayant une composition et une symétrie propre, mais ces molécules n'offrent aucun groupement régulier ne formant pas de réunion jusqu'au moment où commence le phénomène de dévitrification.

Il nous reste à considérer la question des relations existant entre la composition chimique du verre et celle des cristaux qu'il est susceptible de produire.

M. J.-B. Dumas, comme nous l'avons vu ci-dessus, avait émis l'idée que les

cristaux provenant d'une dévitrification étaient toujours plus acides que le résidu vitreux de cette opération ; dans certains cas particuliers, l'opinion de M. Dumas est justifiée par l'observation.

Des exemples nombreux de dévitrification observés, soit dans des roches naturelles, soit dans des laitiers de hauts fourneaux, montrent effectivement que dans certains cas, assez nombreux eux-mêmes, il y a production de silice cristallisée sous forme de tridymite.

Les expériences de reproductions artificielles, effectuées à haute température par M. Hautefeuille, lui ont permis d'obtenir, au sortir d'un bain alcalin, non seulement la tridymite, mais encore du quartz cristallisé.

M. Fouqué a obtenu de la silice cristallisée sous forme de tridymite associée à un pyroxène calcique, en dévitrifiant un verre formé de 63 % de silice et 37 % de chaux. Nous avons tout dernièrement observé une formation abondante de lamelles de tridymite dans les fissures de grains de quartz enclavés dans un verre.

Les grains de quartz en question avaient $1/2$ m/m à 1 m/m de diamètre ; ils avaient en grande partie perdu leur action sur la lumière polarisée ; ils se montraient parsemés de nombreuses inclusions, les unes vitreuses, les autres gazeuses.

Ces grains étaient séparés en plusieurs fragments par des fentes irrégulières, larges de quelques centièmes de millimètre et remplies par de la matière vitreuse.

Dans ces interstices, la tridymite se montre en lamelles d'une extrême minceur, souvent hexagonales, implantées normalement sur des fragments quartzeux en présence.

Quand la tridymite se montre sur la tranche, elle agit sur la lumière polarisée et ressemble beaucoup, par sa biréfringence et son signe d'allongement, à de l'albite ou de l'oligoclase.

Dans ce cas, la tridymite n'est pas le résultat d'une simple dévitrification ; elle provient de la réaction mutuelle qu'ont exercée l'un sur l'autre le quartz et une matière vitreuse fondue.

La présence du quartz demeuré solide au milieu de la matière en fusion a déterminé la cristallisation de la tridymite aux dépens du verre très siliceux logé dans les fentes du minéral.

Cette influence est d'ailleurs manifestée par la disposition de la tridymite en touffes normales à la surface des fragments quartzeux.

C'est un fait analogue à celui qui s'accomplit dans les cristallisations en grand qui s'opèrent parfois dans les verreries.

On sait, en effet, que si, dans du verre fondu de composition convenable, on projette des fragments de verre à l'état solide, ces fragments servent de point de départ et de centre à une cristallisation.

L'analogie des verres avec les dissolutions devait d'ailleurs faire prévoir ce phénomène.

En somme, la mise en liberté de la silice ne s'obtient artificiellement aux dépens d'un verre que dans certains cas particuliers, la dévitrification des verres ordinaires se fait le plus souvent suivant un mode inverse; les produits principaux qui se séparent à l'état cristallisé sont plus basiques que la partie qui reste à l'état vitreux, quand la cristallisation est opérée.

En effet, ces trois produits sont :

La wollastonite;

La diopside;

La mélilite,

qui ne contiennent guère que 50 % de silice, tandis que le verre, en général, en renferme 70 à 74 %; le résidu est donc encore plus acide et si, souvent, les analystes sont arrivés à des conclusions contraires, c'est que les cristaux prenaient naissance au sein d'un liquide complexe englobant nécessairement une partie décomposée encore liquide, en sorte que leur analyse ne peut pas ordinairement donner la composition des silicates qui se sont séparés par cristallisation.

Du reste, le microscope montre les proportions considérables de verre qui subsistent au milieu des concrétions de dévitrification en apparence les mieux cristallisées.

En résumé, nous nous représentons le verre comme formé d'un ou plusieurs composés définis dont les molécules sont dépourvues d'arrangement régulier et, par suite, différant entièrement des assemblages en réseaux propres aux substances cristallisées.

D'après les considérations ci-dessus exposées, les composés définis entrant dans la composition des verres seraient constitués par des molécules déjà bien individualisées au point de vue physique et composées par des agrégats atomiques définis au double point de vue de la composition chimique et de l'arrangement moléculaire.

Ces composés peuvent être, dans certains cas identiques aux corps cristallisés susceptibles de prendre naissance au sein du verre; mais, dans d'autres cas, ils peuvent offrir une construction différente favorable seulement à la formation de certains corps cristallisés.

La tendance à la cristallisation est d'autant plus marquée que la composition du verre se rapproche davantage de celle d'une espèce ou d'un mélange de plusieurs espèces cristallines connues.

LA MEUNERIE

(Matériel et Procédés)

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. BÉTHOUART

INGÉNIEUR

CHAPITRE PREMIER

Matériel et Procédés de la Meunerie

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

La science de la meunerie, c'est-à-dire de la transformation du blé en farine a pris dans les Expositions une place considérable.

Cette place lui était due d'ailleurs ; l'importance de la meunerie ne peut être niée. Qu'y a-t-il de plus répandu dans l'univers que l'emploi de la farine ? Le pain entre dans la consommation générale pour une proportion énorme chez presque tous les peuples.

La production du blé en Europe a été en 1888 de 475 millions d'hectolitres ; dans le monde entier, elle a atteint le total de 825 millions d'hectolitres, ce qui donnerait, en admettant le prix moyen de 20 francs l'hectolitre, un mouvement commercial de 16 milliards et demi de francs.

Pour la population de l'Europe qui est de 330 millions d'habitants, la production du blé ne suffit pas, les meuniers ou minotiers doivent importer des blés exotiques afin de compléter la quantité nécessaire à l'alimentation.

En France, il y a soixante ans, la consommation moyenne par tête était de 118 kilogrammes pour une année et de 324 grammes par jour ; elle atteignait, il y a une douzaine d'années, 193 kilogrammes et 530 grammes. On peut évaluer aujourd'hui la consommation à 200 kilogrammes par an et à 548 grammes par jour, pour chaque habitant de notre pays.

Ainsi la ration de blé ou de pain de chaque Français, aurait, en soixante ans augmenté de 82 kilogrammes par an, c'est-à-dire des deux tiers. Peut-être dans dix ans elle aura atteint le double de cette quantité, à moins que, par une révolution économique, la viande, qui tend de plus en plus à s'introduire dans l'alimentation de toutes les classes de la société, ne vienne arrêter ce développement ; on sait en effet que ceux qui mangent de la viande consomment moins de pain que les autres.

Cette augmentation énorme dans la quantité de pain consommée s'est faite parallèlement avec l'amélioration de la qualité qui a été considérable. A mesure que la situation économique des classes ouvrières devenait meilleure par l'augmentation des salaires, un besoin de bien-être se produisait chez elles au point de vue de l'habitation, du vêtement et de l'alimentation.

Le pain bis, dédaigné, ne fut plus dès lors la base de la nourriture du pauvre ; tous voulurent du pain blanc. L'égalité s'est produite devant cette demande générale et les meuniers, les constructeurs de machines n'ont eu qu'à suivre cette impulsion en perfectionnant les appareils et en améliorant la fabrication.

Il y a un peu plus de cent ans, on crut que la pomme de terre détrônerait le blé. Un engouement incroyable se produisit en faveur du tubercule qui a immortalisé Parmentier ; mais bientôt le pain de pomme de terre, qui avait fait fureur sur la table des riches, disparut, rendant la place au pain de farine de blé.

Si la quantité de pain consommée n'augmente plus aussi rapidement qu'autrefois, influencée qu'elle est par la concurrence de la viande dont la consommation, surtout à Paris, va toujours progressant, la farine gagne de plus en plus en qualité, et pour le meunier, c'est une sorte de lutte pour la vie qui le pousse à perfectionner sans cesse son outillage.

Il est donc évident que l'alimentation des peuples européens repose en partie sur le pain, produit de la farine. La réduction du blé en farine tend, par conséquent, à devenir une branche considérable de la grande industrie, et l'on peut voir dans ce fait une des meilleures mesures du progrès de la civilisation.

Quel que soit l'attachement des populations pour certaines préparations de farines spéciales en pâtes, bouillies, gâteaux, etc., procédés anciens qui absorbaient autrefois près de la moitié des céréales de l'Europe, on peut dire, avec certitude, que ces méthodes, différentes suivant les nationalités, déjà en décroissance, disparaîtront pour ne laisser subsister que la réduction rationnelle du blé en farine, propre à faire le pain.

La civilisation se raffinant, le blé sera traité de plus en plus pour donner une

farine devant servir à faire le pain ; les riches, en effet, l'associent aux aliments les plus variés et les pauvres l'incorporent aux corps gras de la façon la plus économique.

Chaque contrée d'ailleurs manifeste ses préférences, suivant ses anciens usages, ses traditions ; mais chez tous les peuples, dans toutes les classes, la recherche du pain blanc, provenant de farine blanche et bien fabriquée, invite d'une façon absolue les meuniers à améliorer leur matériel.

Avant d'entrer dans les détails de la mouture, il est bon de signaler le changement qui s'est produit dans les allures de la meunerie.

Dans un certain nombre de petites usines où la force motrice est faible, le mécanisme est resté primitif ; c'est là que l'on travaille encore à façon pour le public. Le paysan apporte son blé au moulin ; il en retire les produits et le meunier est payé de son travail par de l'argent ou par une dîme en nature.

Ce système de mouture à bis tend à disparaître. Le paysan s'aperçoit qu'il vaut mieux vendre son blé au marché et acheter de la bonne farine ou même le pain tout fabriqué chez le boulanger. Il y trouve son compte pour sa bourse et pour la qualité.

Les moulins à blanc ou les minoteries, autrefois inégalement répartis sur les rivières, ont subi un groupement tout autre, provoqué par l'établissement des voies ferrées et la vulgarisation des machines à vapeur. Un certain nombre ont disparu, la force naturelle étant utilisée pour une autre industrie ; d'autres, au contraire, établis dans un pays de production de blé, à proximité d'une gare de chemin de fer ou d'un canal, près d'une ville, près d'un port, ont vu leur importance s'accroître.

En Hongrie, à Buda-Pest ; aux États-Unis, à Minneapolis ; en Russie, à Odessa, il a été établi des moulins d'une énorme puissance de production. La banlieue de Paris en comprend un grand nombre de moindre importance relative, sauf en ce qui regarde les moulins de Corbeil qui peuvent être classés parmi les premiers. A Marseille et dans ses environs, existe un groupe important de minoteries alimentées par les blés du Levant et de la mer Noire ; en Espagne, à Barcelone, un certain nombre de minoteries se sont établies, desservies par le port magnifique de cette ville.

Dans ces conditions, l'approvisionnement est facile et les produits peuvent être écoulés sans peine, la position des usines étant bien choisie pour les voies de communication et les énormes populations voisines qui ont besoin de pain.

L'extension du réseau des chemins de fer et des canaux, dans chaque pays, a modifié les conditions économiques du commerce local. Il s'est produit une amélioration générale ; tout le monde en a profité : le consommateur en payant le pain moins cher, le cultivateur en économisant les frais de transport du blé et le meunier en obtenant de grandes facilités commerciales.

Il en est résulté une sorte d'unification dans les prix, et l'on ne voit plus les écarts énormes de la valeur du blé dans les provinces éloignées d'un même pays comme au commencement du siècle.

La navigation à vapeur, qui a pris tant d'extension depuis quelques années, a permis de porter rapidement aux pays éloignés souffrant de la disette, les blés récoltés en abondance dans certaines contrées; elle a pu ainsi servir presque de régulateur aux divers marchés.

Les professions de meunier et de constructeur d'appareils de meuneries qui sont liées, laissées jusqu'alors un peu à l'écart, ne tenant pas dans le monde scientifique la place qui leur est due, se sont relevées depuis quelques années dans l'opinion publique. L'importance de leurs affaires, la puissance de production de leurs usines, les perfectionnements de leurs appareils, les ont mises en relief.

On a vu la routine battue pour toujours, et la mouture du blé devenir un art véritable. Une science appliquée nouvelle a été créée et l'on peut dire aujourd'hui que la meunerie fait de l'industrie scientifique.

Les meuniers ont été conduits dans cette voie féconde par des hommes d'initiative, des savants, des chimistes, qui, ayant étudié le blé dans sa structure, dans sa composition, ont su donner d'utiles avis pour la réduction du blé en farine. Ces hommes dévoués ont apporté à la masse commune leur instruction, leur esprit de méthode et, suivant le travail dans toutes ses phases, à chaque pas, à chaque opération, ils ont corrigé les idées fausses et amené la transformation des moulins.

Mais on n'est pas arrivé en un jour à un pareil degré de perfection; ce n'est qu'après de longs efforts pendant près de 80 années que le résultat a été acquis et il peut être bon de jeter un coup d'œil en arrière pour ne pas laisser se rompre la chaîne qui lie les choses du temps présent à celles du passé. Cela est même nécessaire pour découvrir et signaler la loi du progrès afin de s'en aider pour préparer l'avenir.

Nous ne remonterons pas plus haut dans l'histoire des moulins; les procédés des anciens sont restés primitifs et stationnaires pendant des milliers d'années; la force motrice naturelle n'était guère utilisée, l'art du constructeur hydraulicien n'existait pas et le travail fait à la main exigeait un personnel nombreux pour produire une mince besogne.

Les améliorations successives apportées dans les procédés de réduction du blé se sont adressées tour à tour aux différentes phases du travail, et il semble que pour les faire mieux apercevoir, il convienne d'indiquer les divers perfectionnements en traitant des opérations mêmes de la minoterie; c'est ce que nous ferons.

Ces opérations sont au nombre de trois ou appartiennent à trois groupes principaux qui sont :

I. Le nettoyage du blé.

II. La mouture ou réduction du blé, comprenant le broyage ou séparation de l'amande et de l'enveloppe et le convertissage ou réduction de l'amande en farine.

III. Le blutage avec sassage ou épuration complète de la farine.

En ajoutant à l'outillage de ces trois groupes le matériel des magasins à blé ou élévateurs, et celui qu'exige la conservation des farines, on aura compris toutes les machines de moulins figurant dans la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889.

D'une façon générale, l'Exposition de la classe 50, en ce qui concerne la meunerie, a présenté un véritable caractère de grandeur; les constructeurs français et étrangers ont rivalisé pour donner le plus d'importance à leur exhibition.

Des usines complètes, à plusieurs étages, se sont élevées dans la Galerie des Machines et à l'Esplanade des Invalides; alimentées de blé, elles ont fait la démonstration du travail de la réduction du blé en farine sous les yeux du public; d'autres constructeurs ont fait fonctionner seulement les appareils qu'ils voulaient mettre en évidence.

La foule envahissait ces usines, avide de s'instruire; la curiosité qui y menait certains visiteurs produisait aussi un bon effet, puisque sans les chercher eux-ci acquéraient des connaissances nouvelles.

Les meuniers de toutes les parties du monde se pressaient devant les machines exposées, les étudiant, les comparant entre elles, jugeant le travail fait devant eux.

Grands et petits, les exposants ont été à même de faire la démonstration de leurs idées sur la mouture; ils ont eu un nombreux public pour les entendre et pour examiner leurs appareils. La concurrence établie entre eux a permis aux intéressés de choisir suivant leurs préférences, lorsque la réunion de tant de machines, presque toutes également bonnes, ne les troublait pas un peu, et dans cette lutte loyale, il y a eu beaucoup de vainqueurs.

I. NETTOYAGE DU BLÉ

C'est chose nécessaire d'avoir du blé bien propre lorsqu'on veut obtenir de bons résultats à la mouture, quel que soit le système suivi; il faut aussi que le nettoyage s'effectue avant les premières opérations de la réduction, les bluteries métalliques ou à extraire n'étant pas disposées pour la séparation des impuretés, une fois qu'elles se trouvent réduites à un état de division semblable à celui des parties farineuses.

Le point précis où doit s'arrêter le nettoyage a, en outre, été l'objet de bien

des discussions, car un nettoyage poussé trop loin peut amener une production de farine, et par suite, une perte de rendement.

On s'est longtemps demandé comment on pouvait arriver à nettoyer le blé d'une façon parfaite, sans aucune perte de ses parties utiles et en affaiblissant suffisamment son enveloppe pour en assurer le traitement convenable dans les différentes phases de la mouture.

L'action du blé contre le blé était autrefois regardée comme excellente en principe, mais en pratique cette action est plus imaginaire que réelle. On sait aussi que le son a la propriété de nettoyer par friction, et on a essayé de frotter le blé contre son enveloppe même. Il n'y a pas eu jusqu'à présent d'expérience concluante à ce propos.

Une question capitale, incomplètement étudiée jusqu'en ces derniers temps et sur la solution de laquelle tous n'étaient pas d'accord, s'est présentée à M. Aimé Girard.

Il s'agissait de savoir si dans le grain de blé, toutes les parties possèdent la propriété utile des matières alimentaires. Faut-il par conséquent faire entrer dans la farine qui fera notre pain le produit entier de la mouture ou faudra-t-il au contraire en éliminer l'enveloppe et le germe ?

M. Aimé Girard, après avoir étudié l'anatomie du grain de blé, a démontré que ni l'enveloppe, ni le germe, bien que présentant la composition des matières nutritives, ne doivent être conservés dans la farine. Ils doivent être rejetés parce que l'enveloppe n'est pas assimilable et parce que le germe, bien qu'assimilable s'oppose à la panification, d'où résulte une perte de qualité.

La publication des travaux de M. Aimé Girard en 1884, au moment où les meuniers hésitaient à prendre les procédés employés en Autriche et en Allemagne, les a décidés à les adopter et c'est de là que part l'extension de la méthode par les cylindres en France.

Les constructeurs cherchaient, il y a quelques années, la simplicité dans le dispositif de leurs appareils ; ils étaient poussés dans cette voie par leur propre intérêt, les meuniers exigeant un montage d'usines économiques.

Exiger cependant la simplicité avant tout, c'est reculer. Il faut subir la loi du progrès et la route pour les futures améliorations doit être tracée.

En remontant à 1789, restant ainsi dans le centenaire, le nettoyage était absolument sommaire : un émotteur, quelquefois un ventilateur-cribleur, voilà tout. Et cependant alors l'agriculture, manquant de machines, livrait aux moulins des blés impures et sales.

Autrefois les tarares de fermes traitaient le blé d'une façon insuffisante ; mais depuis 30 à 40 ans, les batteuses mécaniques, d'ailleurs bien perfectionnées depuis, ont permis de livrer aux moulins des blés plus propres. Le batteur et le tarare après lui enlèvent au grain de blé une partie de sa poussière ; on est

même arrivé dans les batteurs à classer le grain par grosseur, avant sa livraison au moulin.

On a alors, et successivement depuis une trentaine d'années, employé des épierreurs, des tarares américains, des ventilateurs, pour retirer les pierres, les mottes, les pailions, la ficelle. Le vent emporte la bosse ou pourri, le petit blé, le blé maigre ou avorté, les criblures, la balle ou épillon, en même temps que la poussière et les petites graines noires légères.

Au moyen des cylindres épointeurs en tôle d'acier ou eurékas, des trieurs, cribleurs, brosses et d'autres tarares, cylindres polisseurs ou autres, les poils du blé sont tondu et la poussière adhérente à l'écorce enlevée; le blé bouté, le blé cassé, le blé inférieur, les graines rondes, noires, le reste de la poussière, tout disparaît.

Quand le blé est trop sec, on le fait passer dans un appareil mouilleur; pendant la réduction sous les cylindres, le son sera alors moins coupé, plus large, ce qui permettra d'obtenir une farine plus blanche et moins piquée.

Le petit blé recueilli sera traité dans un nettoyage à part. Certains blés, très sales, doivent être lavés; dans des cas très rares on fait subir au grain une décortication partielle.

Avant d'arriver au broyage, le blé nettoyé glisse sur un appareil magnétique qui arrête les clous et les pointes.

L'emploi des classeurs semble s'imposer pour les blés travaillés par cylindres; il ne paraît pas indispensable pour ceux passant sous les meules.

En effet, dans les meules, les arêtes de la pierre travaillante décrivent un même plan horizontal et cisailent les grains de blé, puis les rayons ayant une profondeur et une largeur décroissante du centre à la circonférence, la meule peut traiter un mélange de grains de diamètres inégaux.

Dans les cylindres au contraire, il y a roulement des arêtes parallèles; les cannelures ont partout la même profondeur et la même largeur; il faut donc que les grains aient le même diamètre, d'où la nécessité d'adopter des classeurs.

L'outillage s'est donc compliqué chaque jour et cela ne peut être évité, parce que le consommateur veut de plus en plus des produits parfaits; la première opération, qui est le nettoyage, ne doit délivrer au broyage que des blés absolument propres.

Le blé doit être parfaitement nettoyé pour ne pas apporter dans la farine de matières étrangères; les grains doivent être brossés et polis, nettoyés à fond, mais il ne faut ni les casser, ni les user. Il faut donc agir doucement, lentement dans les diverses opérations qui précèdent le broyage.

On n'obtiendra une farine blanche qu'à la condition que le blé ait été parfaitement nettoyé; l'importance du nettoyage se dégage de ce principe absolu.

Tout se tient en effet dans l'outillage; tout progrès dans une phase du travail de mouture en appelle nécessairement d'autres dans les autres phases. Il en

résulte que la transformation commencée sur un point du moulin, s'étend peu à peu et inévitablement à toutes ses parties. Il ne peut donc plus exister de moulins simplement et économiquement montés.

L'Exposition Universelle de 1889 montre dans la classe 50 les appareils des constructeurs français et étrangers pour le nettoyage du blé ; nous citerons les plus intéressants parmi cette nombreuse collection.

APPAREILS DU NETTOYAGE DU BLÉ

Nous suivrons l'ordre du travail auquel le blé est soumis dans le nettoyage, et citerons, au fur et à mesure, les appareils utilisés pour chaque opération.

1° NETTOYAGES COMPLETS.

Certains constructeurs ont groupé dans un appareil unique tout l'outillage concernant le traitement du blé. Ils ont voulu obtenir à la fois la simplicité et l'économie, mais cette concentration de tous les appareils, un peu resserrés, ne donnant pas à chacun le développement qui lui est nécessaire, ne permet pas d'obtenir un nettoyage du grain suffisant pour le bon résultat des opérations futures.

Leurs efforts sont louables cependant et depuis de longues années ils ont rendu de réels services à la petite meunerie qui veut du bon marché et n'a qu'une faible force à sa disposition.

Ces appareils produisant le nettoyage complet ont d'ailleurs été notablement perfectionnés depuis dix ans ; les ateliers les plus considérables s'en sont occupés et il a été fait des efforts sérieux pour donner satisfaction à la petite meunerie.

C'est ainsi que l'appareil de nettoyage complet de MM. Thomas Robinson et fils (Angleterre) comporte, concentrés dans un petit espace, les outils principaux du travail du blé.

On remarquera qu'en traversant le nettoyeur, le blé frotte contre le blé dans un cylindre en fonte durcie, cannelé et conique dans la première moitié ; de là à travers une tôle d'acier percée de trous, la poussière et la barbe du blé s'échappent.

C'est là l'application d'un principe que nous avons exposé au début de ce rapport ; traiter le blé, surtout le blé tendre, doucement, afin d'éviter tous les cassés.

MM. Rose frères de Poissy, Hignette de Paris, la Société générale meunière de la Ferté-sous-Jouarre, MM. Millot (Suisse), Laurent frères et Collot de Dijon, les gendres de Lhuillier de Dijon, Pasteger (Belgique), Schweitzer de

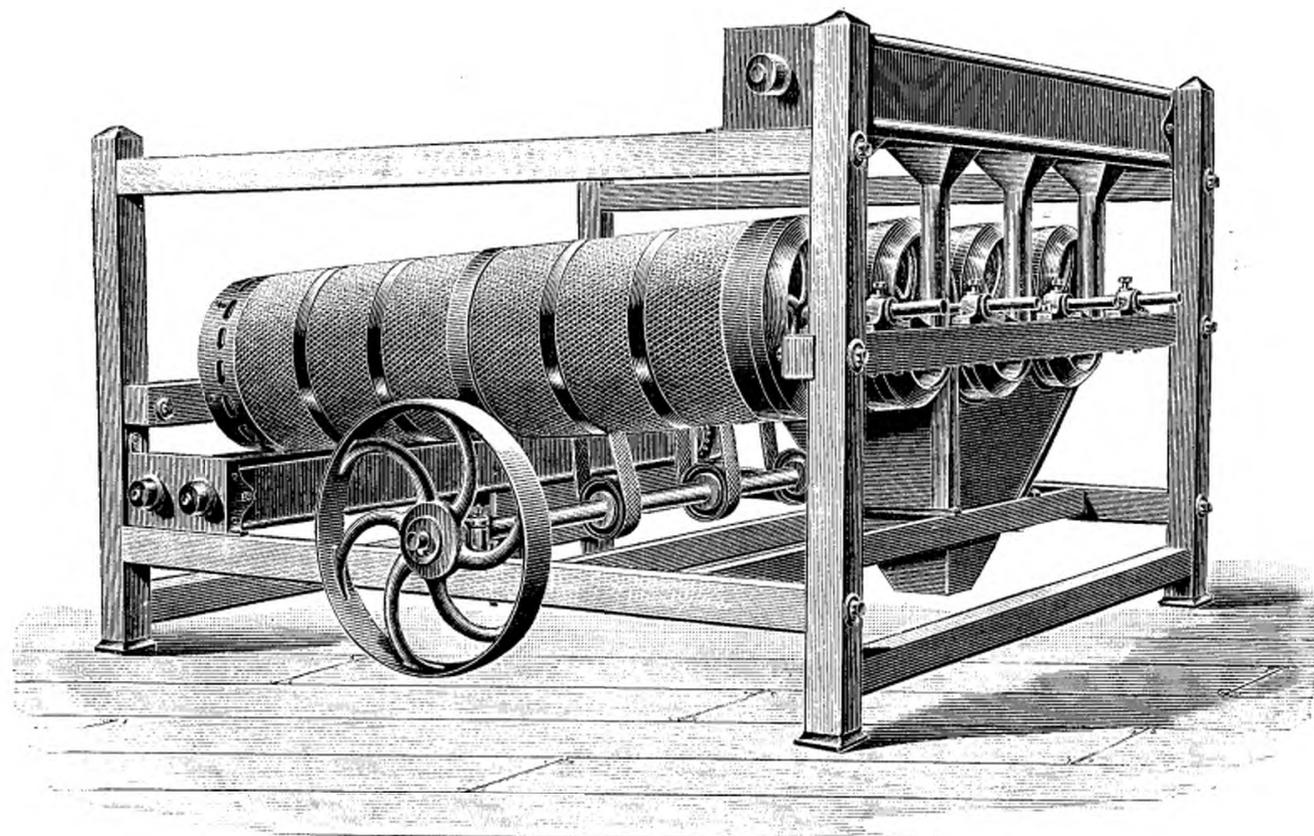


Fig. 1. — Nettoyage complet de Thomas Robinson et fils.

Paris, ont aussi imaginé de réunir les divers appareils du nettoyage pour en composer un ensemble économique et tenant peu de place.

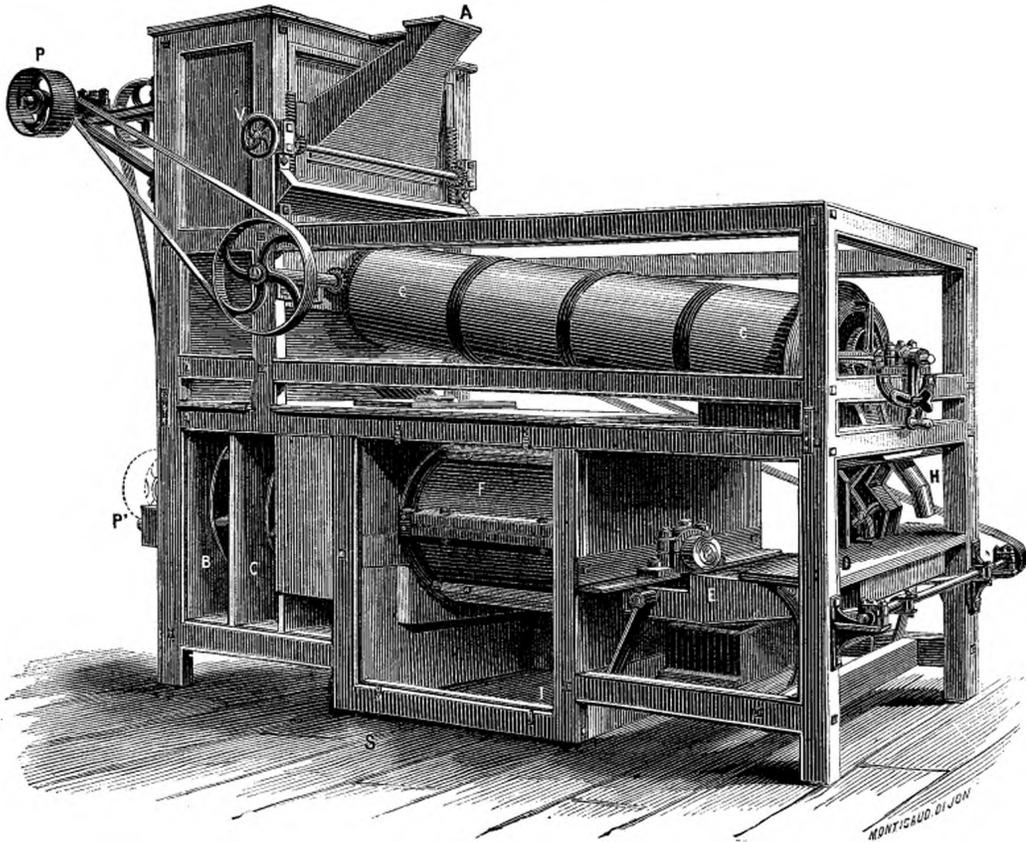


Fig. 2. — Nettoyage complet de Laurent frères et Collot de Dijon.

Le blé est également émotté, épointé, vanné, trié, criblé par les machines de M. Muzey d'Auxerre, produisant en plus le fendage du blé, et de M. Dupetit-Sellier d'Amiens (nettoyage Jérôme-François, perfectionné successivement depuis cinquante ans).

M. Vève, dans le même ordre d'idées, a imaginé de réunir dans le même bâti l'émotteur, le décortiqueur, le ventilateur, une brosse à blé montée sur une courroie, le sasseur diviseur et le mouilleur essoreur. Le groupement un peu confus des organes de cette machine en rendrait l'emploi, sans modifications, assez difficile.

Les petits meuniers devraient acheter des blés propres autant que possible ;

ils n'ont en effet, ni la force motrice ni l'espace nécessaires, ni les capitaux suffisants pour une installation parfaite de nettoyage. C'est malheureusement souvent le contraire qui se produit; on veut le bon marché sur la matière première, le blé; et dès lors des petits moulins il ne peut sortir le plus souvent qu'une farine inférieure de qualité et d'un prix à peine rémunérateur.

Cependant l'élan est donné. Les constructeurs de premier ordre, après avoir établi l'outillage perfectionné des grandes usines, ont étudié l'amélioration des petits moulins dans toutes leurs parties, et le nettoyage complet, à bas prix, a pris un grand développement dans toute l'Europe.

2° LAVEUSES A BLÉ.

Les laveuses à blé sont principalement employées pour le traitement des blés durs, d'origine des pays chauds, récoltés par une population de paysans qui manquent d'outillage pour le battage du grain.

Ces blés contiennent des pierres, des grains creux ou avariés, des mottes de terre, de la boue adhérente, du charbon provenant des bateaux, etc.; ils sont fort sales et doivent être soumis à un nettoyage énergique.

Les blés des Indes, du Levant, de la mer Noire sont ordinairement livrés aux moulins dans ces mauvaises conditions, et les usines de la Russie méridionale, de la Turquie, de la Grèce, de l'Égypte, de la Tunisie, de l'Algérie, de l'Espagne et de la banlieue de Marseille ont dû avoir recours aux laveuses pour le traitement de ces blés.

Dans la laveuse de M. Louis Demaux, de Toulouse, le blé, après avoir passé dans un crible émotteur, tombe dans une cuve ronde en tôle, dont le dessous, en fonte, a la forme d'un entonnoir muni au centre d'une soupape en tôle perforée.

L'eau arrive en dessous sous une pression de 1^m,50 à 2 mètres. Le blé, la cloque ou blé noir, le grain creux ou avarié, l'ivraie, la paille, la poussière, etc, en un mot toutes les matières étrangères plus légères à volume égal ne peuvent descendre. Chassés par des palettes fixées à un axe central, ils s'en vont par un orifice latéral; mais cet agitateur a détaché la poussière, qui s'échappe en partie avec les matières les plus légères par un trop-plein au niveau supérieur de l'eau.

Des palettes droites, attenantes aux parois de la cuve, empêchent le blé de faire plusieurs tours. Ceci doit être évité, car restant trop longtemps dans l'eau le blé serait trop mouillé; la réduction en farine deviendrait alors difficile et même impossible pour les blés tendres.

Les pierres, plus lourdes, tombent au fond et passent par la soupape; il en reste cependant un peu, les plus légères; elles sont entraînées avec le blé dans une rigole inclinée faisant suite à l'orifice latéral, et elles sont retenues par les barreaux d'une petite échelle de fer ou sablière.

Le perfectionnement apporté à ce cuvier par M. L. Demaux permet donc au blé de faire un court séjour dans l'eau, et les blés tendres peuvent ainsi supporter le lavage.

Le blé, après la rigole, va au cylindre vertical qui le secoue énergiquement ; il s'y égoutte et passe dans un autre cylindre parallèle, sécheur celui-là, d'où il sort sec pour être distribué au broyage.

M. A. Maurel, de Marseille, expose une laveuse à peu près semblable. Messieurs Thomas Robinson et fils, la Société générale meulière, M. Pasteger (Belgique) ont imaginé des laveuses à blé, basées sur le même principe.

La dépense d'eau n'est pas excessive, un mètre cube d'eau suffit pour le lavage de trois hectolitres de blé.

On peut donc arriver par l'emploi de ces machines, indispensables pour le traitement de certains blés durs, à extraire toutes les pierres, depuis les grosses jusqu'aux plus fins graviers, en même temps que la terre qui les souille.

Le mouillage un peu fort auquel le blé dur a été soumis en facilite la mouture ; le son sera large, plat, sans frisures, et la farine blanche, non piquée.

3° NETTOYAGE SIMPLE A SEC.

Lorsque le blé est livré par le cultivateur au meunier, il contient des graines de plantes fauchées avec lui, des mauvaises graines, et en outre du pailion, de la balle, des pierres, des mottes de terre, de la poussière, du charbon, de la ficelle, etc., toutes matières qui se sont mélangées au grain au moment du battage et pendant le transport.

Il est nécessaire avant tout d'avoir un système bien défini pour le nettoyage du blé, comme pour la mouture ; les meilleures machines peuvent perdre la moitié de leur efficacité si chacune d'elles n'est pas employée à point.

Les meuniers doivent chercher aussi à placer les appareils de nettoyage dans un endroit de l'usine, facile d'accès, isolé du bâtiment principal, si c'est possible. La visite doit en être fréquente, le graissage facile, car l'incendie d'un moulin commence presque toujours par le nettoyage.

De leur côté, les constructeurs ont simplifié les commandes ; ils ont donné de larges portées aux paliers, équilibré avec soin toutes les parties motrices à cause de la vitesse assez grande des appareils ; comme la puissance de travail est forte ils ont donné aux bâtis une certaine masse qui assure la stabilité.

Les premières opérations consistent à retirer la poussière, les graines légères, les pailions, les ficelles, les pierres et autres impuretés. Elles permettent de mélanger utilement les blés étrangers, qui arrivent souvent fort sales, avec les blés d'Europe.

Émoteur aspirateur.

Le blé est d'abord soumis à une action puissante d'aspiration qui enlève la

poussière et les graines légères ; il passe sur un tamis vibrant qu'il traverse, tandis que les paillons, les ficelles, le bois éclaté et autres grosses impuretés sont éliminés.

Par un second courant d'air, la poussière qui reste est entraînée ; à plusieurs reprises d'ailleurs, le blé doit subir l'action d'autres aspirateurs.

Épierreur émotteur.

On retire les pierres du blé dans certains cas au moyen d'un appareil spécial dont le type principal, déjà ancien, dit épierreur Josse, a été perfectionné par M. Hignette, de Paris.

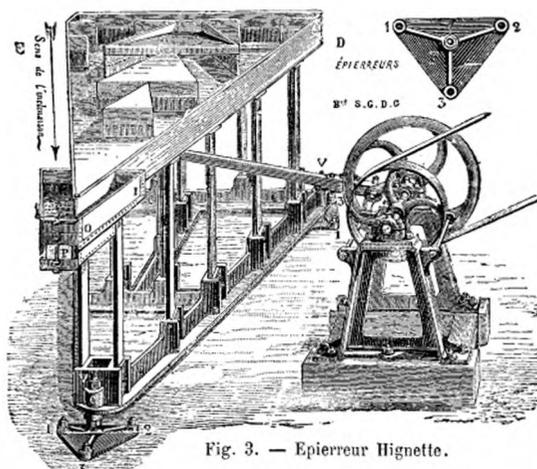


Fig. 3. — Épierreur Hignette.

Cet appareil est de construction simple. Il se compose d'une table légèrement inclinée à l'horizon et munie de chicanes. Le blé dans un mouvement de va-et-vient est rejeté de l'une à l'autre, et les pierres égales aux grains de blé ou plus grosses, ainsi que les autres matières lourdes sont éliminées.

Mais les secousses transversales sont assez fortes et produisent la dislocation des planchers : on doit donc autant que possible installer les épierreurs au rez-de-chaussée. De plus la marche en est bruyante et la poussière qui se dégage au-dessus de l'appareil a bientôt fait de remplir la chambre.

L'épierreur est utilement employé dans nombre de moulins.

Tarare aspirateur.

Un outil, modeste en apparence, mais qui rend des services énormes pour le nettoyage du blé, c'est le tarare aspirateur.

Connu depuis longtemps dans toute l'Europe, il a été transformé, amélioré,

par un Américain, M. Childs, et vulgarisé en France par MM. Rose frères, qui l'ont notablement perfectionné depuis vingt-cinq ans,

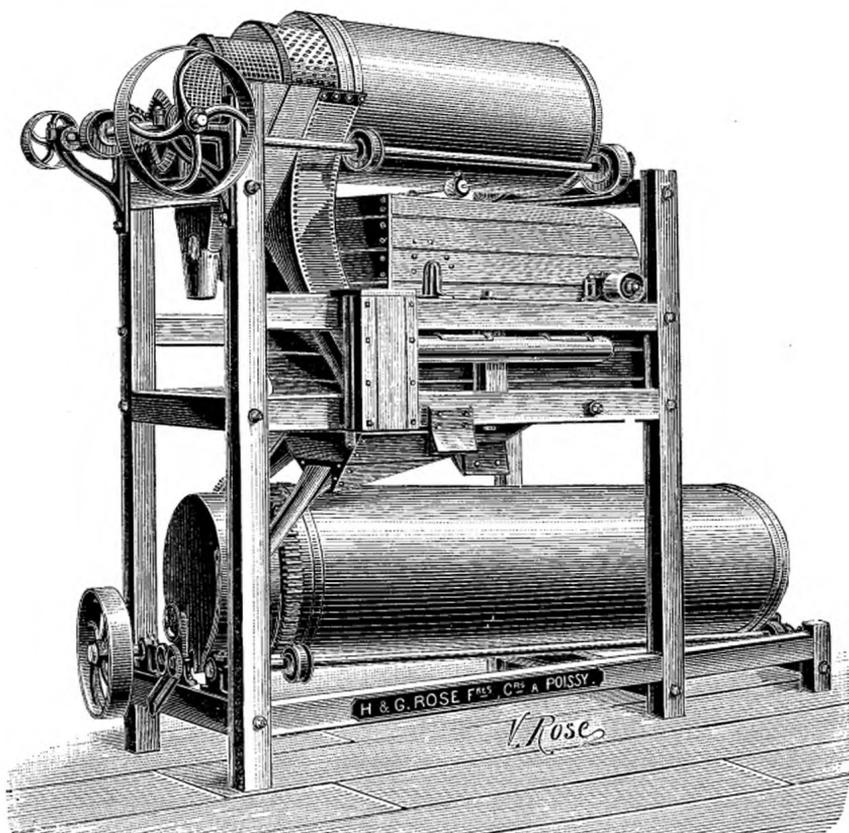


Fig. 4. — Tarare aspirateur de Rose frères

Tous les constructeurs ont adopté ce tarare, dit américain, et chacun a apporté dans la construction ses idées personnelles. Le point de départ n'a cependant guère varié.

Le blé tombe dans le conduit d'aspiration en une large nappe ; les grains de faible densité, c'est-à-dire de mauvaise qualité, sont enlevés par un courant d'air qui va de bas en haut. On règle la dépression dans la chambre au moyen d'une soupape atmosphérique.

Si certains grains, avariés, légers, sont entraînés avec les bons grains plus lourds, une seconde aspiration, plus énergique, détermine ensuite leur séparation.

M. Hignette réunit les deux aspirations dans un même appareil, il a même construit un tarare à triple aspiration; mais il semble qu'il n'y ait pas lieu de chercher à trop faire produire au même appareil, le classement ainsi obtenu pour le grain ne pouvant être suffisant.

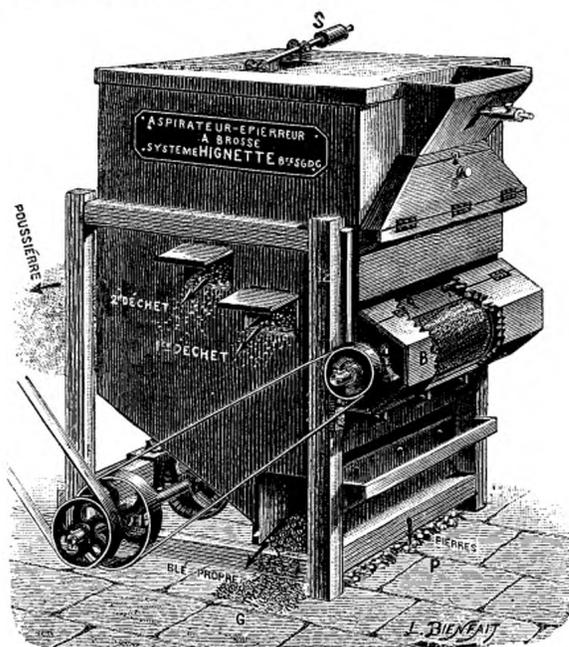


Fig. 5. — Aspirateur de Hignette.

Il faut se borner à retirer les corps plus légers que le blé, en agissant par le poids spécifique du grain; les blés avariés, germés, etc., de volume égal au bon grain, mais plus légers, seront ainsi enlevés. Il en est de même pour l'avoine, l'orge, le seigle, la cloque, l'ivraie, la nielle, la paille, etc., qui sont emportés en grande partie avec la poussière non adhérente.

MM. Brault, Teisset et Gillet, de Chartres, Caramija-Maugé, Millot, Schweitzer et autres, établissent les tarares américains dans des conditions sensiblement pareilles de construction, de prix et de rendement que les mécaniciens précédemment cités.

MM. Th. Robinson et fils, Daverio (Suisse), Siméon Howes (Angleterre), fabriquent des tarares en zigzag, où le blé est davantage secoué; la double ventilation, qui est énergique, produit de bons résultats, mais le travail est un peu forcé, la couche du blé plus épaisse, et il manque en somme un peu de douceur dans le traitement du grain.

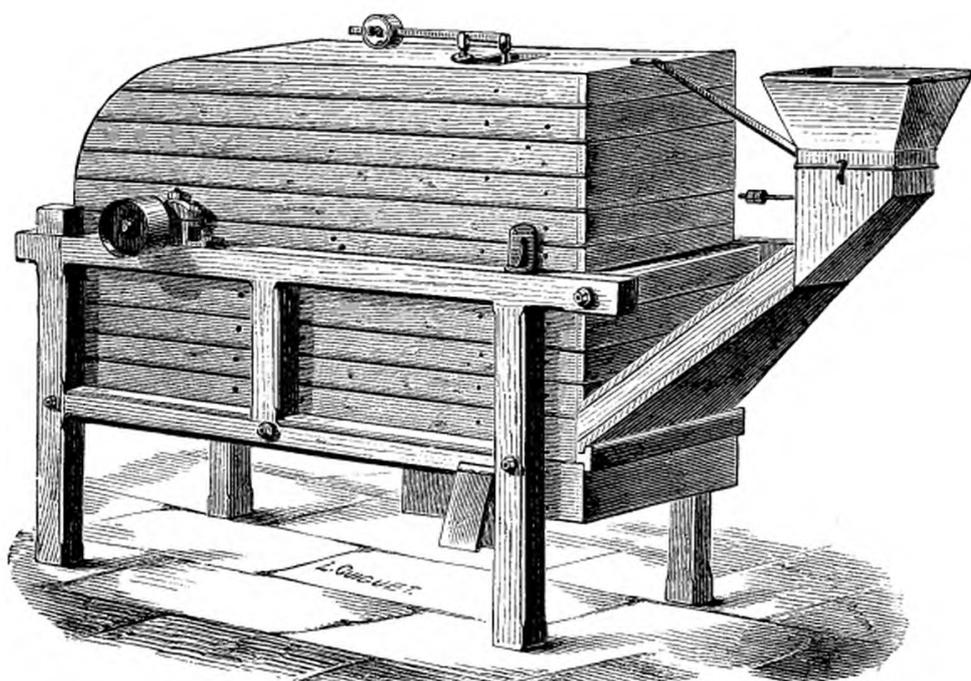


Fig. 6. — Tarare simple de Brault, Teisset et Gillet.

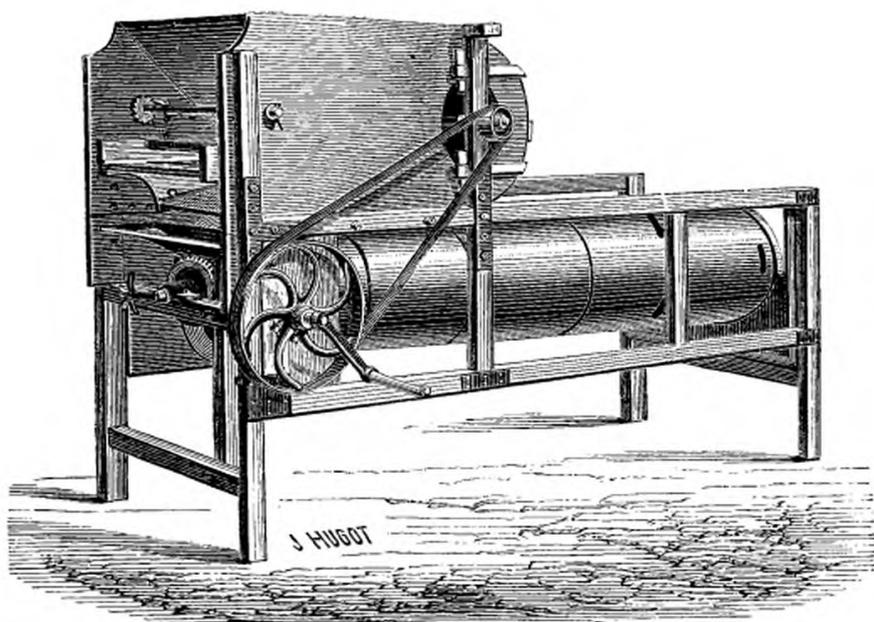


Fig. 7. — Tarare aspirateur de Caramija-Maugé.

Cribleurs.

On adjoint souvent au tarare américain un émoteur et un cribleur cylindrique sur le même bâti. Les corps étrangers plus ou moins volumineux que renferme le grain, sont ainsi retirés avant le passage dans le tarare proprement dit, quel que soit leur volume.

Les cribles, qu'ils soient plans, cylindriques ou prismatiques, toujours garnis de tôles découpées, séparent du blé les corps plus petits, plus gros, plus longs et moins larges; le résultat dépend des numéros des tôles perforées, choisis suivant les contrées de production du blé.

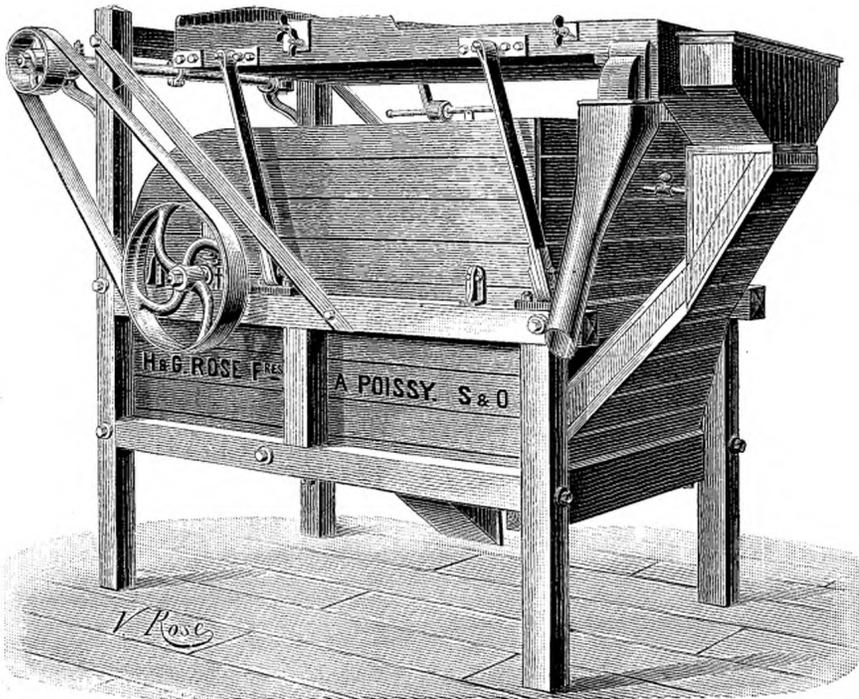


Fig. 8. — Tarare Cribleur Sasseur, de Rose frères

Le crible calibreur à mouvement rotatif de MM. Th. Robinson et fils est suspendu par quatre lanières de cuir à deux barres fixes. La table est quadrangulaire, le mouvement donné par un axe vertical fixé à la table sur un excentrique lui impose un mouvement d'oscillation horizontale. L'appareil tient peu de place, a une grande capacité et produit un bon effet.

Trieurs.

Cette première épuraison étant réalisée, il convient de retirer les graines longues et rondes, ayant le même diamètre transversal que le grain. L'orge, l'avoine, la nielle, la vesce et autres doivent être enlevées ; autrement à la mouture il se produirait des taches noires dans la farine.

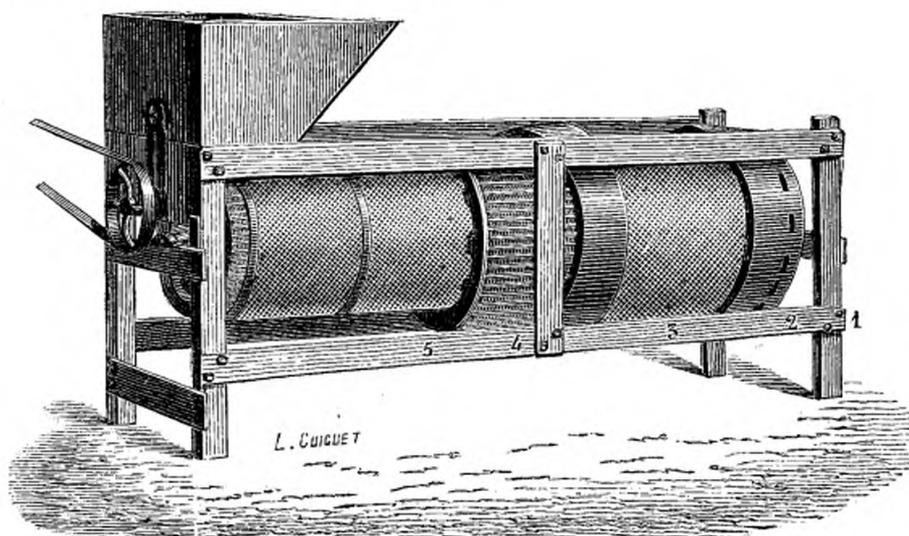


Fig. 9. — Trieur de Marot de Niort.

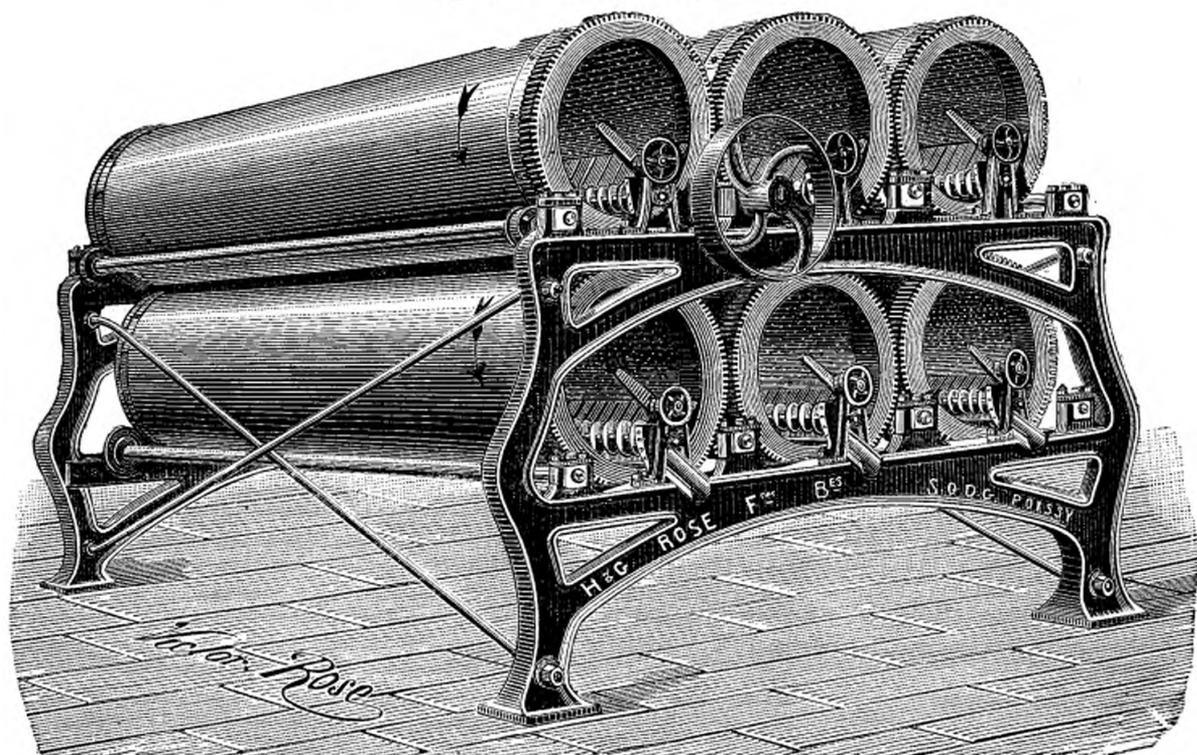


Fig. 10 — Trieurs accouplés de Rose frères

Un autre inconvénient résulterait de la présence des graines oléagineuses ; celles-ci encrassent les cylindres et les meules.

Tous les trieurs dérivent de celui de M. Vachon ; ils sont à alvéoles, plus ou moins perfectionnés, et leur emploi s'est répandu dans le monde entier.

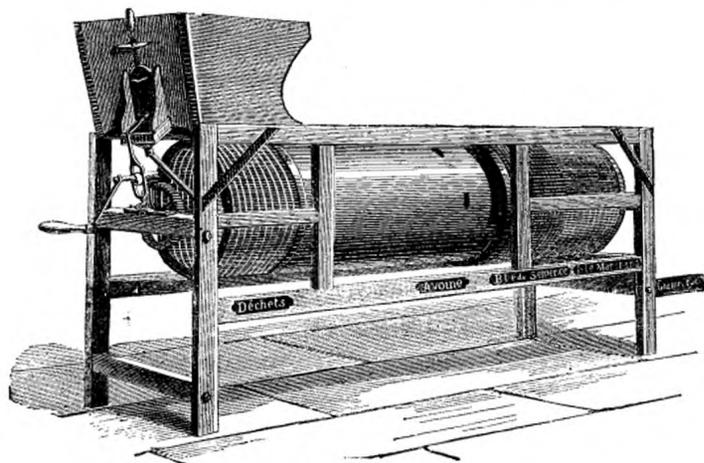


Fig. 11. — Trieur de Caramija-Maugé.

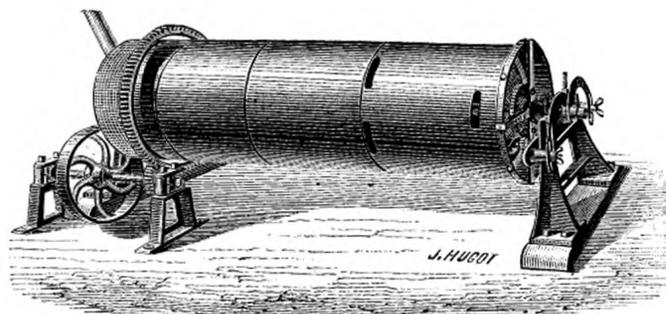


Fig. 12. — Trieur de Hignette.

Déjà, en agriculture, le trieur est utilisé pour une première épuration avant la livraison du blé au moulin ; mais l'appareil n'existe pas dans toutes les fermes et l'opération doit être reprise dans les usines.

Les graines rondes et longues sont enlevées dans le cylindre trieur au moyen d'alvéoles spéciales. La forme intérieure, bien étudiée, de cette alvéole, permet d'obtenir un triage parfait et rapide.

Le blé trié est divisé en trois sortes : le très petit, le moyen et le gros. Un

régulateur permet de graduer les déchets ; au moyen d'une reprise automatique et continue, on évite toute perte de blé.

MM. J. Marot et fils, de Niort, ont présenté un trieur bien compris. A l'alvéole, ils ont fait venir une lèvre pour faire mieux sortir le grain ; des morceaux de cuir raclent les blés engagés qui dépassent et restent prisonniers dans les alvéoles.

MM. Th. Robinson et fils, Rose frères, les gendres de Lhuillier, Hignette, Millot, Daverio, Caramija-Maugé, Maurel, Schweitzer ont imaginé des trieurs à graines rondes et longues, bien étudiés et dont l'emploi s'est généralisé dans tous les moulins de l'Europe.

Colonnes, eurékas, brosses à blé.

On a employé pendant de longues années, comme appareil principal du nettoyage du blé, la colonne à tôle-râpe, verticale ou horizontale, cylindrique ou conique.

Un cylindre plein garni de tôle-râpe tourne rapidement dans un autre cylindre à jour, immobile, également revêtu de tôle-râpe. L'intervalle qui les sépare n'atteint pas un centimètre.

Le blé passant dans cet intervalle reçoit l'action assez brutale des aspérités des tôles ; la poussière détachée est enlevée par un aspirateur attenant à l'appareil.

Mais les tôles-râpes, trop vives, piquant, poinçonnant, arrachant et dépouillant l'enveloppe du blé, il se produit dans la mouture des particules de son, des rousseurs ou piquères. Les farines sont alors rougies et perdent de leur qualité. Il en est de même pour les gruaux ; de plus, les sons deviennent plus frisés, moins larges.

On a obvié à cet inconvénient depuis une vingtaines d'années, en remplaçant les tôles-râpes par des toiles métalliques en acier, sur lesquelles le frottement du blé est beaucoup plus doux, ou mieux encore, à l'intérieur on s'est contenté de palettes hélicoïdales fixées sur un arbre central.

La colonne époinreuse de MM. Rose frères reproduit cette disposition. Elle est à fil d'acier, l'appareil est tout entier métallique, ce qui donne plus de stabilité et écarte tout danger d'incendie.

A la suite, une brosse verticale, à pression variable, détache les parties cotonneuses touchées par l'époinreuse ; elle lustre et polit le grain, elle nettoie la fente du blé.

Le grain est en outre débarrassé des pellicules, poussières et germes attaqués par les appareils qui précèdent la brosse ; un aspirateur entraîne toutes ces matières légères.

La colonne époinreuse de M. Hignette, à bâti en fonte, solidement établi, comprend une série de cônes fixes entre lesquels s'intercalent des cônes mobiles.

Le blé circule dans les intervalles et la surface travaillante est ainsi considérable.

Par deux brosses fixées sur le même appareil, ce qui reste de poussière dans la fente du blé est enlevé.

Depuis quelques années, la combinaison de la colonne avec la brosse jouit d'une grande faveur dans le monde entier ; on obtient ainsi un appareil unique aidé d'un puissant tarare.

Dans la brosse Eureka de MM. Brault, Teisset et Gillet, le blé passe entre une série de plateaux-brosses superposés deux à deux ; une aspiration énergique est établie à l'entrée du grain comme à la sortie.

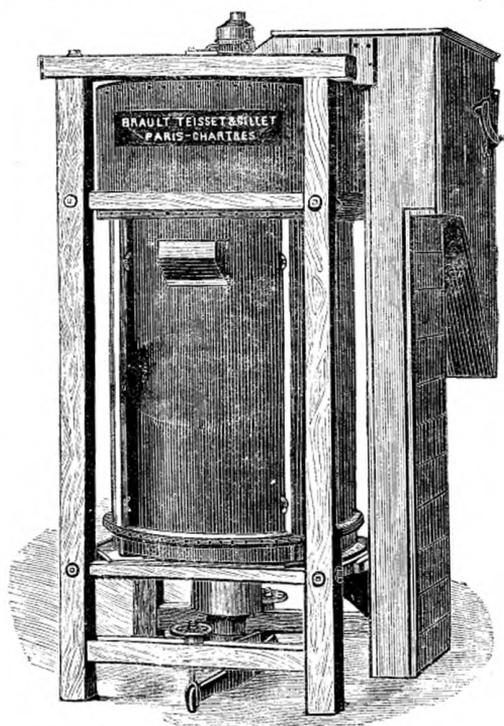


Fig. 13. — Brosse à blé de Brault, Teisset et Gillet.

Cet appareil produit un très bon effet.

L'Eureka-brosse de M. Siméon Howes est aussi muni de deux aspirateurs, l'un placé en avant à l'entrée du blé, l'autre après sa sortie pour le purifier entièrement.

Le constructeur a pour but, dans ce cas, de débarrasser le blé de toute matière étrangère sans attaquer l'écorce ; le principe qu'il applique est bon. M. Siméon Howes présente aussi une brosse bien comprise qui fait suite à l'Eurêka nettoyeur et le complète.

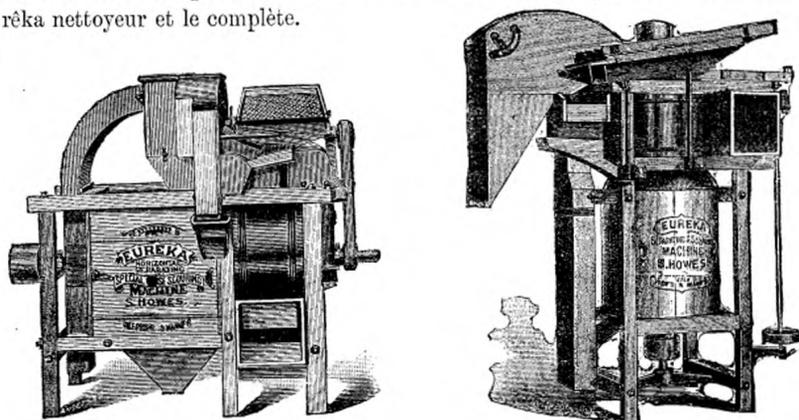


Fig. 14-15. — Brosses à blé Howes « Eurêka »

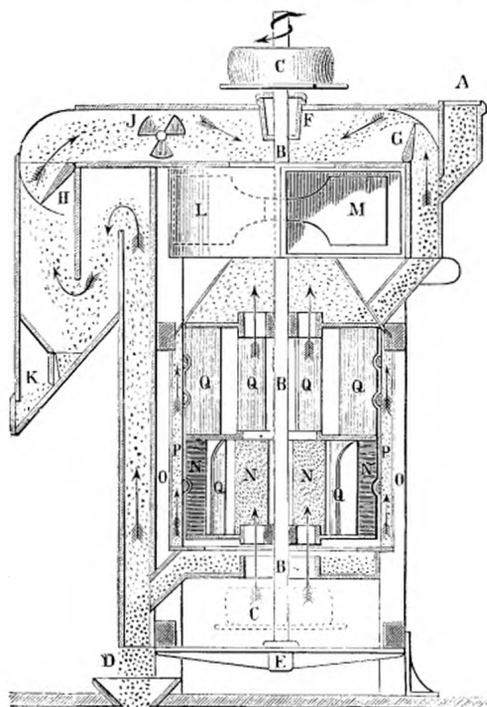


Fig. 16. — Brosse à blé Eurêka de Millot

MM. Millot, Pasteger, Goubet (Belgique), Schweitzer, Maerky-Haller et C^{ie} (Suisse), présentent des Eurêkas à batteurs en acier et à brosses fixés sur un arbre central et entourés d'une chemise en tissu de fil d'acier ou bien d'une tôle à trous allongés. Un fort ventilateur emporte les impuretés détachées du grain par le frottement des batteurs et des brosses.

Des brosses à blé sont construites aussi par MM. Daverio, Dardel de Melun, les gendres de Lhuillier.

Un appareil différent construit pour le même objet est celui de MM. Th. Robinson et fils. Après avoir subi l'effet d'un aspirateur, le blé passe par un cribleur qui en extrait les pailles, pierres, graines, impuretés plus grosses

que lui. Il arrive dans l'épurateur où les grains frottent les uns contre les autres dans un cylindre conique en fonte dure à perforation oblongue. La poussière et les barbes détachées qui traversent ce cylindre se déposent dans une chambre spéciale.

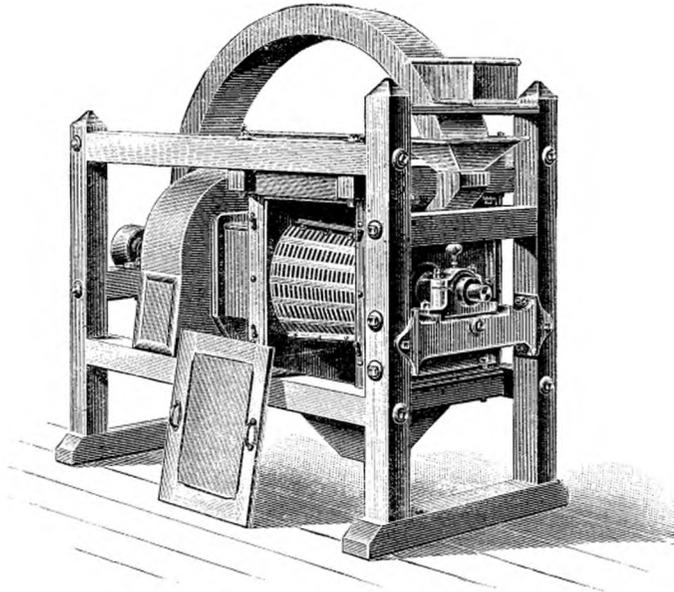


Fig. 17. — — Brosse à blé Eureka

En sortant du nettoyeur, le blé est encore soumis à une forte ventilation, à la suite de laquelle le grain se montre propre et poli.

On évite ainsi, par le frottement du blé contre lui-même, la percussion violente du grain contre les parois métalliques, si nuisible aux blés tendres.

Une brosse à blé bien combinée, des mêmes constructeurs, permet de compléter la précédente opération. Le blé, étalé en couche mince, est soumis à l'action puissante d'un aspirateur, qui enlève les poussières et pellicules avec les graines légères et les impuretés plus lourdes dont elles sont séparées en même temps.

A l'intérieur du cylindre en fonte durcie, percé de trous par où s'échappe la poussière provenant du brossage, tourne à une grande vitesse un tambour sur lequel sont fixées les brosses. Le blé reste constamment en dehors de ce cylindre, il est soumis à un brossage continu de toute la longueur du cylindre.

Pendant la marche, les brosses peuvent être rapprochées ou écartées suivant la nature des blés traités, comme dans presque tous les appareils similaires.

On doit éviter de décortiquer partiellement le blé, en employant des appareils trop énergiques ; la mouture en souffrirait. Cette opération partielle du décortilage ne peut être utile que pour le traitement des blés échauffés ou avariés, afin d'en retirer le mauvais goût ou l'odeur.

Mouilleurs.

Il est bon de mouiller les blés avant la mouture, surtout les blés durs, afin d'en obtenir un son large, plat et bien nettoyé.

Cette opération est aussi très utile pour les blés tendres récoltés pendant les années sèches.

On a fait depuis de longues années ce mouillage dans la vis à blé propre qui alimente les appareils de mouture, au moyen d'un petit réservoir, d'où l'eau est distribuée goutte à goutte par un robinet. Le blé mouillé repose pendant une journée dans un boisseau, et le lendemain il passe sous la meule ou le cylindre.

MM. Rose frères exposent un mouillage automatique, qui se compose d'une petite roue à augets, puisant l'eau dans une bêche et la versant dans la vis. On met en action 4, 6, 8 ou 10 godets, suivant le degré de mouillage cherché.

Sur le même axe, un croisillon porte des godets plus grands pour distribuer le blé dans cette même vis.

On voit que pour les deux matières, blé et eau, le réglage est facile ; la quantité d'eau versée est proportionnelle au volume de blé amené dans la vis. Ce mouilleur est donc un régulateur du degré d'humidité fournie au grain.

Le mouilleur de M. Millot est en fer creux et tôle avec caisse en fer galvanisé, dans la vis d'Archimède se trouvent des échappements et des reprises pour l'eau, ce qui permet un mouillage uniforme du grain.

Appareils magnétiques.

En faisant passer le blé propre sur une plaque fortement aimantée, on retire les clous, pointes ou grains de fer qui restent.

Presque tous les constructeurs fabriquent ce petit appareil fort utile et en même temps fort simple.

II. MOUTURE OU RÉDUCTION DU BLÉ.

La mouture du blé est arrivée aujourd'hui à un tel degré de perfection, que son origine, si ancienne, paraît absolument barbare.

L'écrasement du grain s'est fait à l'origine par le moyen le plus brutal, le concassage, dans une pierre creusée, au moyen d'un pilon. La meule tournante a été un progrès ; elle était en pierre brute, tournée à la main par une femme. C'était un perfectionnement sur le pilon.

Il y a deux mille ans, la meule fut actionnée par l'eau ; plus tard, au moyen

âge, par le vent. On travaillait à façon dans ces petites usines qui ne comportaient chacune qu'une paire de meules.

En 1789, régnait la meule française produisant une mouture à la grosse plus ou moins plate. A cette époque, la mouture économique et celle à gruaux sassés passaient pour des exceptions. Les pierres étaient très ouvertes, très lourdes ; le blé passait sous la meule à peine purgé de matières étrangères et de graines.

On ne songeait guère au nettoyage. L'extraction de la farine était faite rudement au moyen de sacs secoués par un dur mouvement de va-et-vient, ou dans des bluteaux contre lesquels frappait un bâton.

Au commencement du siècle, puis successivement, se produisirent les perfectionnements ; la mouture du blé par les meules a atteint son maximum d'amélioration il y a une vingtaine d'années.

A ce moment même, la réduction du blé en farine au moyen de cylindres apparaissait en Autriche-Hongrie, y prenait une extension rapide à tel point qu'au moment de l'Exposition universelle de 1878, dans le rayon de Buda-Pest, chaque système de travail du blé, par meules ou cylindres, avait un nombre à peu près égal de partisans. L'application dans les usines se répartissait environ par moitié.

Cette sorte de lutte se passait dans un vaste champ ; il ne s'agissait pas d'une simple expérience ou du caprice d'un industriel, car la quantité de quintaux de blé traités annuellement atteignait 3 500 000, d'une valeur de 80 millions de francs.

L'emploi des cylindres en meunerie n'était cependant pas nouveau ; depuis de longues années, les constructeurs montaient dans les moulins des cylindres en fonte durcie, lisses, que l'on appelait comprimeurs, et qui préparaient à la mouture par les meules les blés durs et pierreux et aussi les blés tendres dans les années humides, afin d'augmenter leur densité et de les empêcher d'empâter les meules.

Peu à peu cependant, on les avait délaissés et leur emploi s'était restreint surtout en France, tandis qu'à l'étranger, en Hongrie notamment, les cylindres avaient de plus en plus été adoptés seuls ou avec les meules, pour la mouture du blé.

Un Français nommé Bérard, en 1818, fit marcher pendant quelques mois des cylindres en fonte pour remplacer les meules en pierre ; il rétablit ensuite ses meules et utilisa les cylindres comme comprimeurs du grain, pour retirer les pierres, avant son entrée sous les meules.

En 1823, un Américain, John Collier, moula le blé avec des cylindres en métal durci.

M. Benoist, de Saint-Denis, pendant de longues années, fit la mouture des gruaux avec un cylindre de pierre, tournant sur un axe horizontal, portant sur la surface concave d'une portion de cylindre de même nature, égale au quart de la surface convexe du cylindre mobile.

En Allemagne, un système analogue était employé, mais peu pratiqué, il y a vingt-cinq ans.

A l'Exposition de 1878, M. Wegmann, de Zurich, proposait la même idée pour la mouture du blé ; ses cylindres étaient en porcelaine.

Depuis dix ans, la lutte entre les partisans des meules et ceux des cylindres a été vive, ardente, en France. En Autriche-Hongrie, en Angleterre, aux États-Unis, les cylindres l'ont emporté plus vite ; cela tient à la différence dans l'emploi des farines, dans la recherche de plusieurs qualités pour les différentes classes de la société, surtout en Autriche-Hongrie, tandis qu'en France une sorte d'égalité démocratique s'impose par les usages de l'alimentation du peuple.

Nous relaterons quelques-uns des dires de chaque parti, les arguments présentés pour ou contre chaque système.

« On n'arrive pas au progrès économique par la mouture à cylindres, disent les partisans des meules. Le progrès ne réside pas dans la belle apparence des farines ; et en poussant la boulangerie à faire de plus en plus blanc, sans s'occuper de lui donner d'autres qualités, la meunerie rend à l'intérêt public un très mauvais service. »

On pouvait, à cet argument, répondre que c'est le boulanger qui, voulant faire du pain très blanc, suivant la demande du consommateur, a forcé le meunier, lequel y a son propre intérêt, à fabriquer une farine de plus en plus blanche.

Qu'est-il arrivé lors de la transformation complète de notre ancien système français de mouture la grosse, dans la première partie du siècle, et que se passe-t-il de nos jours ?

Après l'abandon des moulins primitifs, rien ne put être conservé ; il fallut tout créer. L'amour du mieux prit subitement tous les meuniers qui ont eux-mêmes mené la réforme. Le principe nouveau, dans son unité, a été proposé et admis sans coup férir.

Les charpentiers de moulins devinrent de grands constructeurs.

Chacun alors revendiquait avec raison l'initiative de sa transformation. A cette époque, le patron connaissait à fond son métier ; il l'apprenait à son contre-maître qui à son tour instruisait les ouvriers. C'était de la vraie solidarité. C'est ce qui a produit, pour la conduite des meules, des hommes très sérieux pendant la plus belle période industrielle de la meunerie française. Aujourd'hui, il ne reste plus de ces hommes.

Pendant qu'en France, la mouture par meules avait cessé de progresser, à l'étranger tout à coup, et même à Paris sans qu'on l'eût prévu, les produits de la mouture à cylindres faillirent détrôner les farines françaises.

En 1875, paraissaient à Paris les produits du premier moulin à cylindres de la Hongrie ; ils ne faisaient de réelle concurrence qu'à nos farines de gruaux de

la Picardie. Leur extrême beauté faisait seule parler d'eux. C'étaient des extraits de beaux gruaux extra supérieurs et exclusivement de luxe.

Ces produits représentaient 10 ou 12 % seulement du poids du blé ; aujourd'hui la première fleur de sept qualités de farines toutes de gruaux sassés, dont les quatre premières réunies comportent 46 à 48 %, forme la farine dite de Hongrie.

En 1878, les farines hongroises obtenaient à la vente une majoration considérable sur les bonnes marques françaises.

L'Exposition de meunerie de 1885 a mis en vue les procédés nouveaux. Il y eut d'abord un peu d'indécision, mais les expériences de M. Aimé Girard firent cesser les hésitations chez les meuniers, et le mouvement s'accrut vers les cylindres.

Aujourd'hui la mouture basse par les meules est de plus en plus abandonnée, la faveur passe à celle de la réduction multiple.

Voulant faire connaître la révolution qui se produit dans la meunerie depuis quelques années, nous relaterons les objections présentées à l'apparition de la mouture à cylindres par des meuniers et des boulangers partisans de l'ancienne mouture à meules.

Chez la plupart d'entre eux d'ailleurs, les opinions se sont modifiées. Chaque jour amène une conversion nouvelle et le plus grand nombre de transformations d'usines prouve que de plus en plus la mouture à cylindres prend le pas sur celle des meules.

Certains boulangers, critiquant la valeur des farines de cylindres, disaient que : « Si les cylindres donnent aux farines une blancheur et une pureté que les meules ne peuvent produire, ils se trouvaient forcés cependant d'acheter de bonnes farines de meules pour améliorer leur pain.

« La farine, ajoutaient-ils, est complètement modifiée en passant entre les cylindres ; l'amidon et le gluten par suite de passages réitérés dans les appareils de mouture sont altérés le plus souvent et la panification devient difficile, la pâte levant mal. Le pain perd de la qualité et, rassis, il n'est plus propre à la consommation ; le lendemain il s'émiette et a perdu sa saveur.

« Le pain a donc gagné seulement en blancheur, mais sa valeur réelle est moindre. »

Ils en concluaient qu'il faut mélanger de la farine de meules avec celle des cylindres qui, isolée, se travaille moins bien pour la fabrication du pain ordinaire. Le pain de luxe seul, se consommant frais, pouvait, d'après les boulangers, être fait exclusivement avec la farine de cylindres, si bien que, suivant eux, il n'y aurait eu progrès que pour la blancheur et l'on aurait rejeté de l'alimentation humaine les parties les plus nutritives du blé ; que la farine de cylindres ne contient pas.

Les meuniers partisans des meules produisaient des arguments à peu près

semblables : « La meilleure farine doit être parfaitement purgée de l'enveloppe du blé ; elle doit représenter complètement le blé et contenir des matières albuminoïdes, des matières sucrées ou féculentes, des matières grasses, des sels, des phosphates.

« Il faut donc se débarrasser du son ; mais de l'intérieur du grain on doit tout conserver parce que le tout est propre à l'alimentation de l'homme, le blé étant un aliment complet.

« On devra donc, après avoir retiré le son, diviser le moins possible les produits de la mouture afin de conserver dans la farine tous les éléments du blé réunis. Le pain obtenu ainsi sera nourrissant, facile à digérer, agréable au goût et à l'œil ; il se conservera bien.

« Si l'on sépare les produits de la mouture, on aura un pain très blanc auquel il manquera tantôt l'un, tantôt l'autre des éléments constitutifs du blé. »

Mais tous ces raisonnements n'ont pu tenir devant l'évidence des faits. Les expériences de M. Aimé Girard ont démontré qu'il fallait retirer le germe, malgré sa richesse en matières azotées, parce qu'il contient de la céréaline qui rend le pain bis. Cette céréaline soluble dans l'eau, au cours de la fermentation panitaire, agissant à la fois sur le gluten et sur l'amidon, colore le premier et solubilise en partie le second.

Le pain qui contient la farine de germe sera riche en huile, mais cette huile, fluide et parfumée au début, se résinifie et rancit rapidement au contact de l'air. C'est à cette huile germe qu'est due l'altérabilité des farines.

Quant au mélange des farines des deux systèmes, il s'imposait aux boulangers pour obtenir un prix moyen permettant une panification rémunératrice, la farine de cylindres, dès son apparition, ayant acquis une majoration de valeur assez grande.

Au point de vue économique, d'autres objections ont été produites contre l'emploi des cylindres : « Le montage à cylindres est plus coûteux que celui à meules ; la mouture à réductions multiples exige des connaissances pratiques ; il y a économie de rhabilleurs, cela est vrai ; mais augmentation d'intérêts, d'impôts et d'assurances.

« Les frais de fabrication ayant plutôt augmenté, le nouveau système ne pouvant donner un rendement supérieur à ceux des moutures passées, il y a majoration du prix de revient des farines.

« L'usinier est soumis à des exigences locales ; le goût diffère d'un pays à l'autre ; il faut se conformer aux demandes de la clientèle. On ne devrait pas copier aussi servilement les méthodes de fabrication des autres pays ; il faut prendre seulement ce qui est bon, viser à un grand rendement et améliorer la pureté de la farine sans diminuer ses propriétés alimentaires.

« Ne verra-t-on pas en France l'abandon de presque tous les petits moulins,

les propriétaires étant dans l'obligation de faire une dépense qui souvent dépasse la valeur actuelle de la propriété ?

« Certains meuniers disent que la meunerie française a trop augmenté sa production, surtout après 1850. Il aurait fallu travailler mieux et à moins de frais ; mais on voulait produire en masse, l'Angleterre, qui achetait beaucoup de farines françaises, n'exigeant pas une grande finesse.

« Les farines du rayon de Paris étaient prisées à Londres pour leur blancheur ; elles servaient à relever la nuance des farines anglaises dites *double white flour* pour le pain de luxe, et la *household* de première qualité, pour le pain bourgeois.

« La meunerie anglaise ne moulait autrefois le blé qu'en boulange et ne remoulait rien ; par un simple blutage elle extrayait le son et tout le reste des divisions était employé aux diverses panifications.

« Le matériel ainsi réduit était peu coûteux ; les Anglais choisissaient des meules de nature de pierres douces, supportant un rhabillage large et grossier, pour résister à la forte pression de la mouture.

« A Londres, les farines inférieures mélangées servaient à faire le pain de deuxième qualité.

« La meunerie anglaise s'inquiéta des importations françaises qui étaient considérables et améliora son outillage ; toutes les grandes usines du littoral français étaient exportatrices. Leur prospérité est à jamais perdue. »

A toutes ces objections, il n'y a qu'un mot à répondre. Pour bien fabriquer, il faut être bien outillé, et le meunier qui vise à produire la marque supérieure de farine ne doit pas hésiter à faire un sacrifice d'argent pour installer un matériel perfectionné.

S'il est vrai que les moulins anglais donnent aujourd'hui de bons produits, fermant ainsi l'accès aux farines françaises, il ne faut pas oublier que les blés du monde entier leur arrivent à moins de frais qu'aux moulins français, ce qui détruit quand même l'exportation des farines de France.

Arrivant à l'entretien de l'outillage, certaines divergences apparaissent ; il ne faut pas s'exagérer leur importance.

Par un rhabillage régulièrement exécuté, la meule reste constamment en bon état de travail. Le cylindre, strié, ne peut conserver un bon et constant travail sur tous les blés pendant le long temps du service de sa cannelure.

Une cannelure nouvellement faite travaille mal les blés secs ; elle les coupe grossièrement et fournit par déchirement de gros granules qui prolongent la mouture. Si la cannelure est à demi-usée, elle produira plus de farine de premier jet, très belle et des gruaux beaux et réguliers.

Pour les blés tendres, si la cannelure est émoussée, le cylindre aplatira trop les grains au premier passage ; il faudra donner plus de pression aux passages

suivants. Cette pression provoquera une production de chaleur, la farine se collera sur le son qui sera alors difficile à épurer complètement par la brosse.

Donc, quand la cannelure est favorable au travail du blé sec, elle opère mal sur le blé tendre et *vice versa*. Faite à neuf, la cannelure est bonne pour le blé tendre, un peu usée, elle convient aux blés secs.

Il n'est pas bon de mélanger les blés durs avec les blés tendres ; cela donne un mauvais travail entre les cylindres. Par les meules le travail n'est pas, non plus, satisfaisant dans ce cas.

L'usure des cylindres dépend de la dureté de la fonte, de la conduite de l'appareil, de la pression, de la régularité de charge donnée à la bluterie du passage précédent, de la marche à vide.

Une grosse cannelure comme celle des deux premiers passages peut résister deux ans à deux ans et demi ; celle des troisième et quatrième passages, deux ans ; celle à la suite, un an ou dix-huit mois.

Il est bon de ne pas faire retailler toute la batterie à la fois ; il faut faire le travail successivement, un cylindre chaque année ; cela vaut mieux.

On a cherché, au début de cette lutte entre les deux systèmes, un moyen d'accommodement ; on a voulu faire vivre côte à côte les deux antagonistes ; le système mixte a eu son moment de vogue.

Il y avait une certaine hésitation, bien légitime d'ailleurs, à prendre une mesure radicale, consistant à démonter un matériel ancien, en bon état, valant 30, 40, 50 000 francs, ou plus, pour le remplacer par un autre, neuf, coûtant encore plus cher.

On ne se résout à cette extrémité que quand on possède une certitude absolue du succès ; d'ailleurs, les meuniers ne sont pas tous propriétaires des usines qu'ils exploitent ; des baux n'étaient pas près d'expirer ; des ententes nouvelles entre propriétaires et locataires devaient se faire sur des bases toutes différentes et la recherche d'un système mixte devait s'imposer alors à la plupart des esprits.

De là vint l'emploi des meules en pierre combiné avec celui des appareils métalliques de désagrégation et de purification, ce qui faisait une notable économie en conservant une partie de l'ancien matériel.

Il existe deux modes de mouture fixe :

1° Le broyage du blé à la façon hongroise, par des passages multiples et le convertissage des gruaux propres par les meules jusqu'à épuisement de la mouture, les gruaux tachés étant désagrégés par des cylindres en porcelaine ou en métal dur ;

2° Plus simplement encore, le blé est concassé et granulé par un seul passage sous les meules ; puis on opère la réduction des gruaux au moyen de cylindres lisses et la remouture des sons gras par une meule.

Ce traitement des sons est mauvais ; il vaut mieux faire finir ceux-ci par un cylindre désagrégeur pour tirer un bon parti de ce passage.

L'alliance de la meule et du cylindre n'a pu durer dans les installations mixtes, qui permettent de conserver une bonne partie de l'ancien matériel des usines ; la séparation définitive a eu lieu.

S'il est vrai que le cylindre est indispensable au parfait convertissage des granules, la meule aussi, modifiée, pourra-t-elle produire ces granules aussi bien ?

La meule granulante, tamisante et finisseuse des sons opérerait la complète granulation du blé pour laquelle, dans la mouture à réduction graduelle, six jeux de cylindres avec leurs bluteries sont nécessaires.

Cela ne peut être ; la concentration de toutes les phases du travail dans une même opération, faite dans un seul appareil, ne peut donner un bon résultat.

Avant d'arriver à la mouture par cylindres seuls, nous dirons quelques mots des classeurs de grains.

Ces machines ne doivent pas être considérées comme des nettoyeurs, elles ne sont pas non plus des appareils d'écrasement des grains.

Par la meule en pierre, rationnellement rayonnée, on peut mouler un mélange de variétés disparates de froment ; on peut faire des mélanges propres à donner des farines ayant une proportion cherchée de gluten.

Les grains, arrivant au centre de la meule gisante, prennent peu à peu la vitesse de la meule courante et vont du centre à la circonférence, en décrivant des spirales. Les gros grains sont attaqués les premiers au cœur même des meules, les moyens le sont vers l'entrepied, et les petits au milieu de cette zone.

Il n'en est pas de même avec les cylindres en fonte trempée. Le fendage par des cylindres cannelés exige que tous les grains aient exactement la même grosseur ; le succès de la mouture est à ce prix ; le fendage est alors efficace, régulier sans perte de farine blanche.

L'enlèvement de la poussière du sillon est ensuite facilement obtenu sans brossage, les grains fendus passant dans une bluterie à toile métallique. Les grains doivent être fendus et non broyés, ni cassés.

Le classement des grains est donc nécessaire pour le fendage.

Il y a entre l'action des meules et celle des cylindres d'évidentes analogies. La pression sur les grains se fait dans les deux cas par les faces obliques des rampants, de sillons ou de cannelures ; les arêtes se croisent pour fendre ou triturer.

Les différences sont que les arêtes qui se croisent dans les meules décrivent un même plan et, par suite, cisailent les grains, tandis que dans les cylindres elles roulent les unes sur les autres.

Comme il a été dit déjà, les sillons, dans les meules, ont une profondeur décroissante du centre à la circonférence, ce qui permet de traiter des grains de grosseurs inégales.

Les cannelures des cylindres ayant partout la même profondeur et la même largeur, les grains donnés aux cylindres fendeurs doivent avoir le même diamètre et, pour cela, il faut les classer si l'on veut obtenir de bons résultats dans le travail.

Depuis une douzaine d'années, depuis l'introduction pratique du cylindre en meunerie, la meule se trouve dans un état d'infériorité manifeste. Il est certain que l'on peut continuer à employer les meules perfectionnées et, par une mouture rationnelle, en obtenir des produits suffisamment bons ; mais on arrive alors à une complication semblable à celle de la mouture à cylindres, de telle sorte que les reproches faits à cette dernière tombent d'eux-mêmes.

Il y a, dans la mouture à cylindres, le court système, comme on dit en Amérique, et le long système.

Le premier passage est toujours obligatoire ; c'est le fendage, par lequel on enlève le germe et la poussière qui se tient dans le sillon du grain ; de même le dernier, qui est le curage des sons.

Mais faut-il, entre les deux, un, deux, trois, quatre broyages intermédiaires ?

Par le court système, on semble nier l'existence de la poussière du sillon du grain. Cette négociation absolue est une erreur, car bien que le blé ait été nettoyé complètement, la double bluterie contient toujours un peu de poussière noire, de 1/4 à 1 %. Cette poussière noire, si on l'y laissait mélangée, ternirait la farine malgré sa très petite proportion et on ne pourrait obtenir une parfaite blancheur.

L'utilité du fendage est donc absolument démontrée.

Au moyen des cylindrages intermédiaires, après avoir fait sortir des coquilles du son les gruaux blancs (et d'abord les plus tendres, qui proviennent du centre du blé), on obtient, à très peu près, toute la partie farineuse du grain. Il reste encore cependant des gruaux soudés à l'intérieur des enveloppes et le dernier cylindrage doit curer les sons.

Si l'on n'avait qu'un cylindrage intermédiaire pour vider les moitiés de grain, il se manifesterait des inconvénients au blutage pour la panification et la conservation en magasin.

La réduction en boulange sera donc faite dans des appareils à six passages cannelés ; à la suite de chacun de ces passages successifs, les produits circuleront dans des bluteries doubles à cylindres garnis de toiles métalliques.

Il est bon de produire une certaine quantité de farine noire au premier passage ; on n'aura plus à craindre que la farine de boulange du deuxième passage ait une légère teinte. On évitera ainsi une complication future, car il deviendra inutile de tirer cette farine en sacs.

Il sera alors possible de s'appliquer, dès le deuxième passage, au travail des semoules en serrant les cylindres, et ce travail sera ensuite bien complété aux troisième et quatrième passages.

Après ces broyages, les sons divisés, épurés, sont recueillis dans des chambres.

Dans le râteau à boulange se sont réunis les produits des bluteries qui suivent les broyeurs ; ils s'y reposent, s'y rafraichissent, ce qui permettra une meilleure division dans le blutage.

Le meunier doit chercher à produire beaucoup et de bonnes semoules ; c'est le meilleur résultat de la mouture.

Aux appareils à cylindres lisses, il faut une semoule fine, propre, un peu grasse, très bonne.

Les semoules fines ou grasses sont conduites, chacune de son côté, aux appareils sasseurs qui leur sont propres.

Chaque grand convertisseur est desservi par une bluterie centrifuge, un diviseur et un sasseur.

Il en est de même pour le service à bis.

Dans ces conditions, on peut obtenir à la mouture, en farines de qualité hors pair, supérieures, environ 60 % ; en toutes farines, 75 %.

Le son se dégage dans la proportion de 15 à 20 % en y comprenant les remou-lages ; le déchet ressort à 2 % environ.

Sur le poids total du blé, il faut compter alors 5 à 6 % disparus pour des causes peu connues, de chaleur, de pression, d'évaporation, etc., que les chercheurs et inventeurs retrouveront sans doute dans l'avenir.

Les broyeurs appliqués à la mouture du blé surgirent dans l'industrie, il y a environ une vingtaine d'années. Le premier fut l'appareil de Carr à axe horizontal ; d'autres vinrent ensuite, basés sur le même principe, tout en ayant l'axe vertical.

Un broyeur comporte, comme parties essentielles, deux plateaux métalliques, munis de broches en acier ; ces plateaux tournent à grande vitesse, en sens contraire.

On a, par l'emploi de ces appareils, obtenu d'abord une mouture intermédiaire entre la mouture basse et la mouture ronde ou à grnaux.

Le blé est soumis à des chocs précipités, en passant entre les broches d'acier qui le frappent dans les deux sens ; il doit alors être fortement mouillé si l'on veut éviter la brisure du son.

Il est utile de faire passer le blé entre des cylindres comprimeurs en fonte lisse, avant de le distribuer au broyeur ; par cet aplatissement, il se dégagera un peu de farine noire que l'on retirera de suite afin de ne pas ternir la bonne farine que l'on recherche.

On utilise aussi le broyeur pour le repassage des grnaux.

Ces appareils n'opèrent pas avec assez de douceur ; leur action est trop brutale. Ils peuvent recevoir une application utile dans les petits moulins ; on en fait sur des modèles réduits et qui prennent peu de force.

Dans l'antiquité, des tamis en jonc, en crin, en peaux percées de trous, constituaient tout l'appareil du blutage.

Il y a cent ans, on employait les bluteaux lâches et les bluteaux frappants, sortes de sacs où la boulange passait, animée de mouvements saccadés ; le son par les secousses et les chocs, devenait très fin et une partie traversait l'enveloppe avec la farine.

Les bluteries circulaires, concentriques, à la fin du dernier siècle, comportaient une grande surface, ce qui était un grand inconvénient.

En donnant une forme prismatique au tambour, on augmente la surface sans changer le volume de l'appareil. Cette bluterie doit tourner lentement ; la boulange roule avec une faible vitesse sur un plan incliné, elle s'élève par adhérence et retombe brusquement. Le défaut principal est qu'il y a une perte énorme de surface travaillante ; la soie n'est utilisée que sur 20 à 25 % de sa superficie.

De plus, la boulange retombe périodiquement par masses et brusquement ; ceci tend à broyer et à briser les fragments de son mêlés à la farine, et le blutage se trouve un peu forcé.

Le son, brisé par cette chute et par le poids de la boulange, devient trop fin et il en reste avec la farine sans que l'on puisse l'en séparer.

On tend à abandonner la bluterie prismatique en Amérique ; la bluterie cylindrique, qui a un travail plus doux, lui est maintenant préférée.

Dans la bluterie cylindrique, l'ascension et la chute de la boulange sont continues, mais les mouvements ne sont pas saccadés. Cette disposition est très bonne, mais elle nécessite une surface de soie plus considérable.

Les bluteries à brosses sont brutales, elles produisent des sons fins qui restent mêlés à la farine. La brosse pousse la boulange contre la toile tamisante ; l'action est forcée. Cet appareil tend à disparaître.

Les bluteries centrifuges ont un batteur à l'intérieur ; ce batteur à ailettes projette la boulange sur toute la surface tamisante. Il y a évidemment beaucoup moins de perte de surface travaillante, ce qui permet de réduire les dimensions des bluteries. On a gagné un travail rapide, mais le blutage est encore forcé.

Les bluteries centrifuges ont été très perfectionnées pour rendre le travail aussi doux que possible. On a rendu les ailettes légères, le mouvement a été précipité, on a fait tourner l'enveloppe tamisante ; les palettes ont été inclinées pour ne pas projeter la boulange normalement à la toile ; par une vitesse mise en rapport avec celle de la bluterie, la projection de la boulange est faite tangentiellement à celle-ci.

On peut, en un mot, disposer les choses de telle sorte que la boulange projetée atteigne le tissu presque sans vitesse.

La bluterie centrifuge, suivant quelques-uns, exige un entretien et une force motrice qui ne sont pas en rapport avec les services rendus ; cependant, si elle

est perfectionnée, elle peut être employée sans crainte, surtout pour des boulanges légères. Ici encore, il faut opérer avec une douceur extrême.

Ainsi, en suivant la voie ininterrompue du progrès, les bluteries prismatiques, cylindriques et centrifuges, se sont remplacées successivement. En Amérique, on améliore encore en faisant une bluterie plus courte; on évite de remuer la boulangue, de la projeter brutalement contre le tissu. Des palettes solidaires les unes des autres écrèment la masse de boulangue qui reste au fond pendant la rotation, et la remontent partiellement afin d'accroître la portion active de la surface blutante.

On peut encore, à l'aide de palettes longitudinales, saisir au fond, en passant, une petite quantité de boulangue et la remonter jusqu'à l'axe.

Il est évident que l'on peut remonter la boulangue de beaucoup de manières : l'important est d'agir toujours avec douceur.

Le sassage a fait d'énormes progrès depuis quelques années; les perfectionnements qui ont été apportés aux appareils sasseurs en ont fait des outils précis, condensés en un petit volume et remplissant leur rôle d'une façon pour ainsi dire intelligente.

Les détails de fabrication, le goût des constructeurs nous les montrent sous une forme finie, élégante.

Nous en reparlerons un peu plus tard, au moment de l'étude des appareils exposés.

CONCLUSION

Il y a eu une sorte d'élan en avant à partir de l'apparition des cylindres; il s'est manifesté d'importants progrès dans les appareils de nettoyage, de blutage et de sassage. On a obtenu dans ces parties du travail de la minoterie des résultats presque inespérés.

L'Exposition universelle de 1878 avait prouvé, en même temps que les importations en France des farines de Hongrie s'accroissaient, l'infériorité du matériel de la meunerie française.

Mais l'exposition de meunerie, à Paris, en 1885, montra qu'en France on voulait lutter, et aujourd'hui la meunerie française n'a plus rien à envier à la meunerie hongroise.

Le combat a donc cessé; la meule est vaincue par le cylindre, mais aussi la simplicité du montage, l'économie dans l'installation ont disparu.

L'outillage doit être compliqué afin de travailler avec douceur et lenteur dans les trois opérations du nettoyage, du broyage et du blutage. Tant pis s'il faut plus de temps, il s'agit ici d'arriver à la perfection des produits, et un bon meunier ne doit pas s'écarter des principes suivants :

Nettoyer le grain sans l'égratigner ni l'user ;
 Ecraser le grain sans fragmenter l'enveloppe ;
 Séparer la farine sans froisser la boulange.

L'arsenal minotier est déjà fort encombré ; il a été fait des tentatives de toutes sortes ; les inventeurs ont cherché, perfectionné, mais toutes les machines se réduisent en somme à quelques types principaux que nos constructeurs ont adoptés avec une sorte d'ensemble.

L'Exposition universelle de 1889 nous montre, dans la classe 50, nombre d'appareils dont la plupart sont d'une exécution remarquable.

Peut-être, dans quelques années, trouvera-t-on à substituer aux cylindres des appareils plus simples ? Cela est bien possible, mais on peut dire aujourd'hui que l'art de la meunerie est arrivé à un rare degré de perfection et que la science de moudre s'est élevée à la hauteur des sciences appliquées les plus avancées de l'industrie.

APPAREILS DE RÉDUCTION OU BROYAGE DU BLÉ.

Nous étudierons les uns après les autres les appareils de réduction du blé exposés, en les divisant en trois groupes principaux :

- 1° Cylindres métalliques ou en porcelaine ;
- 2° Meules en pierre ;
- 3° Broyeurs métalliques.

1° *Cylindres métalliques ou en porcelaine.*

Les opérations de la minoterie par les cylindres sont assez compliquées. Par les passages successifs entre les cylindres cannelés et les bluteries à toiles métalliques, on arrive dès le début à produire une quantité aussi faible que possible de farines, à faire de gros gruaux et à attaquer le son doucement afin de l'obtenir large et plat.

Ces gruaux, divisés par grosseurs, passent ensuite dans des cylindres lisses ou convertisseurs ; il y a alors production de farine et de gruaux plus fins qu'il faut traiter dans des bluteries garnies de soies.

Le meunier arrive ainsi par un nombre suffisant de passages et de blutages à obtenir comme résidus des sons dépouillés de farine. La petite quantité qui reste adhérente à ceux-ci peut être négligée.

Par cette multiplicité d'opérations, en Autriche, en Russie, les minoteries produisent des farines de toutes qualités ; elles donnent un grand nombre de marques différentes depuis la farine-fleur jusqu'à la farine bise, la première n'entrant d'ailleurs dans le rendement total que pour une faible proportion.

Ces farines sont utilisées pour fabriquer les pains qui conviennent aux diverses classes de la société, suivant les usages, les habitudes de ces peuples.

Nous dirons quelques mots des moulins de la Hongrie qui ont poussé si

avant l'art de moudre. En Hongrie on traite dans les moulins à vapeur vingt et un millions de quintaux métriques de blé par an, soit près de 58 000 quintaux par jour.

La plupart des moulins de Buda-Pest disposent d'une force motrice de 300 à 650 chevaux-vapeur; ils travaillent jour et nuit; des machines de réserve, d'une puissance égale, permettent d'éviter tout chômage.

La réputation des farines hongroises vient de la qualité du blé et de l'extraction graduelle de nombreux numéros des produits. Les moulins hongrois fabriquent vingt-quatre qualités de farines, sans compter les issues et les sons.

En France, en Belgique, en Angleterre, on pourrait faire de même avec des blés roux. Mais à quoi bon! sur ces vingt-quatre sortes de farines, quel serait l'emploi de 60 % de basses farines? On n'en trouverait pas le débit pour la consommation.

Au mois de mai 1890, l'association des meuniers hongrois a décidé de réduire à neuf le nombre des différentes qualités de farines qui sont actuellement désignées sous les chiffres de 0 à 8. Ils ont ainsi reconnu l'inutilité de la classification ancienne comportant un trop grand nombre de numéros.

La Hongrie exporte dans presque tous les pays ses farines-fleurs, grâce au débouché que trouvent facilement les basses farines dans le pays même.

Le gruau français, venant du Nord de la France, est d'un aspect exactement semblable à celui de la farine ronde de Hongrie. Les boulangers dits viennois le dédaignent cependant, prétendant que le pain qu'il fournit au sortir du four devient lourd, a la croûte terne, la mie blafarde, au lieu d'avoir, comme celui que fournit la farine ronde de Hongrie, la croûte jaune d'or et la mie d'une blancheur éclatante.

L'importation en France des farines hongroises dépasse annuellement 200 000 quintaux métriques, dont les trois quarts sont employés par la boulangerie parisienne.

Aux États-Unis, en Angleterre, en Belgique, en Espagne, il a fallu réunir ces numéros de farines, les fusionner en partie pour n'en produire qu'un petit nombre, afin de respecter les traditions.

En Italie et surtout en France, la concentration a encore été plus forte. C'est qu'ici tous ou presque tous veulent du pain blanc.

De cette manière de faire, cependant, ne résulte pas une plus grande simplicité de la mouture, car les produits différents de grosseur doivent être travaillés séparément; ils sont ensuite réunis en un très petit nombre de sortes.

Ces nombreuses divisions en farines diverses ont, en France notamment, été une des principales causes qui, pendant quelques années, ont fait hésiter les meuniers à adopter la mouture à réductions multiples. On craignait de ne pouvoir arriver à de bons résultats, les conditions n'étant pas les mêmes qu'en Hon-

grie pour les produits à obtenir, la nature des blés étant différente, la tendance populaire visant unanimement à la plus grande blancheur.

Toute crainte a disparu aujourd'hui ; le progrès s'impose ; rien ne l'arrête. Il va même si vite que le rapporteur craint qu'avant une dizaine d'années, au moment d'une nouvelle Exposition universelle, son œuvre ne paraisse vieillie et critiquable, des appareils perfectionnés étant venus remplacer ceux qu'il se propose de décrire.

Moulins à cylindres métalliques. — MM. Brault, Teisset et Gillet ont exposé une série d'appareils de broyage divers. Leur établissement, comportant les ateliers de Chartres qui, depuis 1837, ont construit et perfectionné les moulins à meules, et ceux de Passy, concessionnaires depuis 1879 des brevets Ganz de Buda-Pest pour les moulins à cylindres, doit être classé au premier rang.

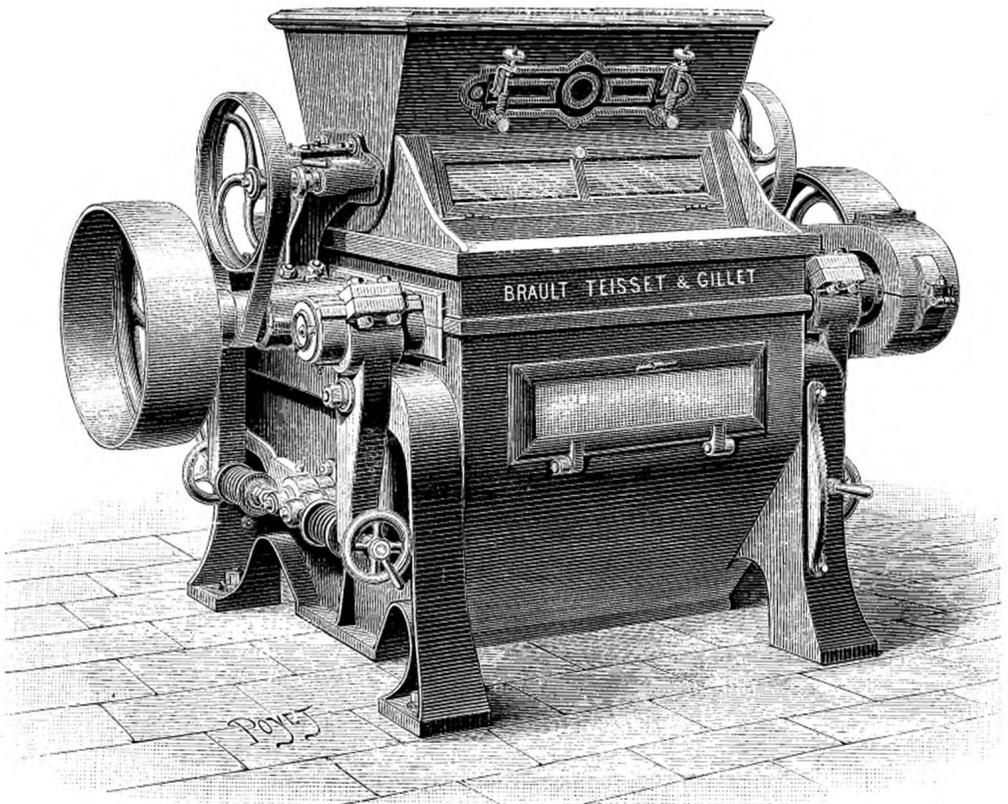


Fig. 18. — Moulins à cylindres métalliques de Brault, Teisset et Gillet

Leurs appareils de broyage comportent deux et quatre cylindres; les convertisseurs, trois cylindres.

Les bâtis en fonte sont solidement établis; les cylindres en fonte dure sont cannelés en hélice; la longueur pour les broyeurs varie entre 34 et 76 centimètres, le diamètre est de 225 millimètres.

Chaque paire de cylindres est placée dans un plan horizontal: les vitesses différentielles sont calculées d'après le travail à produire. Si le cylindre rapide fait 350 à 375 révolutions par minute, le cylindre lent en fera 110 environ. Ceci pour le premier broyage.

Les tourillons tournent dans des paliers venus de fonte avec le bâti pour le cylindre à marche rapide qui porte la poulie de commande. Le mouvement est transmis, au moyen d'engrenages à chevrons, au cylindre à marche lente qui est monté sur des paliers mobiles et maintenu en pression constante contre l'autre cylindre par de forts contrepoids réglés suivant la nature des produits.

Cette pression élastique permet aux cylindres de s'écarter si un corps dur vient à se présenter entre eux et éviter ainsi leur détérioration ou la rupture des organes de l'appareil.

Toutes les parties sont accessibles et la construction d'une grande simplicité; la visite est facile, le réglage à la portée d'hommes même peu expérimentés; les cylindres enfin peuvent être changés rapidement. Le débrayage se fait brusquement à volonté.

Une sonnerie à timbre avertit en cas de marche à vide.

Pour obtenir une bonne mouture, il faut maintenir le matériel, pendant toute la durée de l'opération, à une température à la fois fraîche et sèche. S'il y avait échauffement, en effet, cela nuirait au dressage et il se produirait une humidité qui dénaturerait la farine.

En déterminant un vif courant d'air au-dessous des cylindres, on évite cet échauffement; par ce courant, l'air chaud seul est entraîné avec quelques impuretés sans qu'aucune parcelle de bons produits se trouve enlevée.

Pour le premier broyage il est bon que les grains se présentent avec des diamètres égaux, qu'ils soient classés en un mot, ainsi que permettent de le faire les opérations du nettoyage. C'est alors que le fendage du grain a lieu et que la poussière sale qui existe dans le sillon du grain disparaît.

Le premier broyage enlève de 1/2 à 1 % de farine noire qui ne doit pas être mêlée à la vraie farine, car elle ne peut être considérée que comme une espèce de remoulage.

Ce premier broyage doit être d'autant plus serré que le blé est de moindre qualité; il en résulte une plus forte proportion de farine noire; les sillons en effet, sont plus chargés d'impuretés, dans ce cas. C'est à ce propos qu'il convient de signaler la découverte récente d'un procédé de traitement du blé au premier

passage qui semble appelé à amener une certaine perturbation dans les idées relatives à la production de la farine noire.

MM. Brault, Teisset et Gillet ont acquis pendant l'Exposition, de MM. Frank Béal et C^{ie}, des Etats-Unis, un procédé nouveau de cannelures que voici :

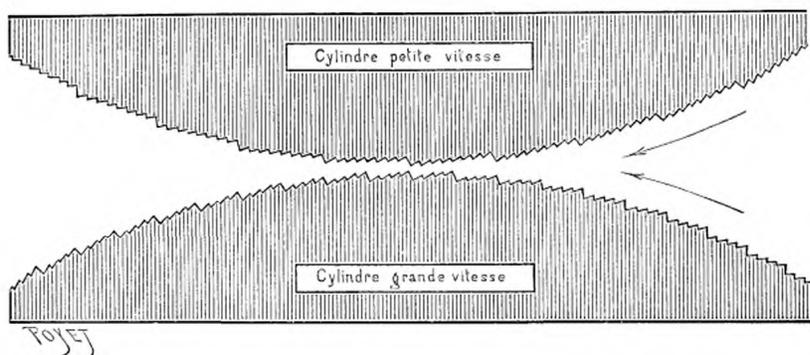


Fig. 19. — Cylindres à petite et grande vitesse de Brault, Teisset et Gillet.

L'écartement des cannelures est de 7 à 8 millimètres, la profondeur de l'arête de 3 millimètres et la ligne qui réunit le fond de l'arête à la pointe de l'arête voisine est creusée de façon à former 7 à 8 petites dents.

Que se passe-t-il dans ce cas ? On constate l'absence de farine noire après le premier broyage. Cette farine n'existe-t-elle donc pas réellement quand la fente du blé a été parfaitement nettoyée ? S'il en est ainsi, c'est donc entre les cylindres eux-mêmes qu'elle prend naissance lorsque ceux-ci dans leur marche grattent en quelque sorte le blé ?

Dans la cannelure Frank Béal le grain est roulé, par suite le son se détache nettement de l'anneau du blé ; on obtient plus de blancheur et cela d'une façon notable. Il se produit plus de semoules, et l'on a des sons plus beaux, plus larges.

En outre, il sort de la batterie 5 à 6 % de farine de broyage en moins qu'avec les cylindres à cannelures ordinaires, et seulement 15 à 16 % en toutes farines de broyage au lieu de 20 et 21 % ; c'est là un avantage très sérieux.

Retrouvera-t-on 1 % de farine en plus ? Ce serait un profit énorme pour le meunier.

Au deuxième broyage, commence la mouture proprement dite ; celle-ci doit produire la plus grande proportion de gruau, surtout de gros gruaux. Il est bien de donner aux cannelures un écartement d'arêtes d'environ 0^m,0025 ; le cylindre rapide fait 300 tours par minute et le cylindre lent 120 seulement.

Le troisième broyage doit être soigneusement réglé, car le succès des broyages suivants en dépend. Si les cylindres sont trop serrés, le son n'est pas assez large ;

si, au contraire, ils sont trop écartés, il passe des fragments d'amande qui iront au quatrième passage; celui-ci, à son tour, agit de même et ainsi de suite, de sorte que le sixième et dernier broyage reçoit des sons trop riches en farine.

La plus forte proportion de gruaux divers se faisant dans les troisième et deuxième passages, le réglage à ce moment a une grande importance.

La largeur des cannelures est de 2 millimètres; le grain est alors accroché par l'arête, s'il n'est pas cassant. On donne les vitesses respectives de 325 et 130 tours par minute aux cylindres rapide et lent.

Pour plus de régularité, l'alimentation est automatique.

Le quatrième broyage a moins d'importance au point de vue de son effet sur la qualité de la farine que les précédents; il doit cependant être réglé avec soin, car le succès du cinquième passage en dépend. Il doit en effet laisser le son large et non brisé.

On donne un écartement entre les arêtes des cannelures de 0^m,0015; le rapport des vitesses des deux cylindres est de 2 à 1, le cylindre vif faisant 325 tours le lent 162 et demi.

Par le cinquième broyage commence le curage du son; il doit donc être conduit légèrement. Les cylindres travaillent doucement les produits qu'ils reçoivent et le son vient en grandes écailles, prêt à être bien curé au sixième et dernier passage.

L'écartement des arêtes des cannelures est alors de 0^m,00124 et les vitesses des cylindres de 325 et 162 tours et demi.

Le sixième broyage doit être surveillé attentivement; on y traite les produits avec douceur afin d'obtenir des sons larges. Si un broyage intermédiaire laissait à désirer, il se produirait une proportion plus forte de petits sons, et ceux-là sont beaucoup plus difficiles à curer que les gros.

Il est donné alors un écartement de 1 millimètre aux arêtes des cannelures; la vitesse du cylindre vif est de 325 tours, celle du cylindre lent moitié moindre.

A la suite de chaque broyage, les produits ont passé dans des bluteries à extraire, garnies de toiles métalliques de numéros divers; les bluteries cylindriques, ayant une action plus douce sur la boulange, donnent une farine plus parfaite.

Cependant, après le premier broyage ou fendage, une bluterie hexagonale produit un bon effet. A ce moment, qui est presque la terminaison du nettoyage, il est nécessaire que la bluterie agisse un peu plus rudement par frottements et par chocs, afin d'enlever aux moitiés de grains la poussière du sillon qui peut encore y adhérer.

Au moyen de ces six passages le blé est broyé, réduit, et la farine doit être dégagée avec le moindre déchet possible, absolument pure de couleur et de composition; les issues doivent sortir dans l'état le plus propre à la vente. La farine étant toute faite dans l'amande du grain, il ne peut être question de

l'améliorer; il faut éviter seulement que les appareils de réduction ne viennent la détériorer.

L'amidon contenu dans l'amande du grain de blé n'est pas altéré par les opérations mécaniques qui viennent d'être décrites, mais le gluten peut l'être si dans le travail il se dégage une grande somme de chaleur, s'il y a frottement énergique, une très grande pression, des chocs violents enfin.

Voilà pourquoi il faut tant de précautions et de douceur pour traiter les produits.

Si l'on tient à obtenir des sons larges et non frisés, c'est que du son ou plutôt de l'enveloppe du grain qui n'est pas nutritive pour l'homme, il faut dégager les fragments d'amande adhérents. Cette opération deviendrait difficile si le son était trop divisé.

En ménageant ainsi les enveloppes, on obtient des sons larges; le petit son est peu abondant, et le mélange de la céréaline, qui rend le pain bis, avec la farine se trouve évité.

Le germe qui, au bas du sillon, adhère à la membrane interne de l'amande, réduit en farine, mêle à la masse une matière grasse qui a l'inconvénient de rancir facilement et de rendre difficile la conservation de la farine. Les expériences de M. Aimé Girard ont démontré cette vérité qui n'est plus contestable aujourd'hui.

Il faut donc dans les appareils d'écrasement laisser le germe entier, afin de pouvoir l'éliminer dans la suite des opérations; on devra donc, pour avoir une farine absolument pure et un son convenable, éviter, par les appareils, les frottements, les fortes pressions et les chocs exagérés.

Au premier passage, dans l'action entre les cylindres à cannelures ouvertes le grain est pressé, étiré, sans chocs; il est alors ouvert et simplement fendu.

Les cannelures au deuxième passage sont moins larges et moins profondes, et les moitié de grains sont pressées et raclées de façon à faire sortir les gruaux et les semoules. Il n'y a pas non plus de chocs. La différence des vitesses des cylindres opère un étirage qui aide à la désagrégation des semoules, et cure le son; elle permet de régler la pression, de la rendre douce pour le travail.

Si, pour le grain entier au premier passage, les cannelures sont écartées, pour les produits suivants, elles sont de moins en moins profondes et les arêtes plus rapprochées; on arriverait à les rendre lisses si l'opération était menée plus loin.

Les convertisseurs de MM. Brault, Teisset et Gillet, à trois cylindres, sans cercles d'allègement, avec larges paliers graisseurs à mèches métalliques, sont d'une construction soignée. L'écrasement des gruaux, des semoules, a lieu par des cylindres lisses; la pression est réduite, il n'y a pas de chocs. Si les gruaux sont bien classés, une différence de vitesse aux cylindres suffit à produire un léger frottement qui les désagrège.

Les ressorts de l'appareil sont puissants et le réglage facile. Le cylindre du

milieu est fixe, son diamètre est plus grand que celui des deux autres ; la transmission de mouvement a lieu par engrenages à chevrons en fonte trempée. Les arbres des cylindres ont un fort diamètre afin d'éviter tout échauffement malgré la pression.

Ces appareils sont munis d'une double distribution ; on peut ainsi se servir des deux passages indépendamment l'un de l'autre.

Le détacheur des mêmes constructeurs comporte deux plateaux à broche, dont l'un est fixe et l'autre mobile ; la marchandise entre au centre et sort à la circonférence.

Le broyeur à trois paires de cylindres superposées de MM. Brault, Teisset et Gillet, avec tamis pour la réduction graduelle du blé, est destiné à la petite meunerie.

Chaque paire de cylindres a son mécanisme de réglage. Au-dessous de chaque passage se trouve un tamis à extraire ; il reçoit le blé concassé des cylindres qui sont immédiatement au-dessus, le blute et conduit les produits à rebroyer à la paire de cylindres immédiatement au-dessous. Les produits blutés sont reçus dans un conduit vertical, extérieur à l'appareil.

Chaque tamis a son mouvement spécial de commande actionné par les cylindres.

Deux broyeurs de ce genre permettent d'installer un broyage et un blutage complets en six passages. Il y a dans ce cas économie d'argent et d'emplacement. La force nécessaire au fonctionnement est, d'autre part, un peu moindre à cause de la diminution des vis, élévateurs, et transmissions. On obtient en outre une automacité complète du broyage.

Cet appareil paraît bien conçu, mais il n'a pas été soumis à l'expérience pratique.

Si l'on considère, d'un point de vue général, la question des petits moulins, on reconnaît bientôt que ceux-ci doivent, sous peine de périr, subir comme les grands moulins une transformation complète.

La mouture à façon a disparu ou va disparaître presque entièrement ; les produits qu'elle fournit ne sont pas assez beaux pour satisfaire la clientèle de ces moulins. Cette clientèle, devenue plus exigeante, préfère le pain du boulanger : le boulanger, de son côté, achète la farine faite et renonce à faire moudre le blé provenant du marché ; il ne fait plus travailler le meunier à façon.

Les journaliers campagnards ne sont plus payés en nature, mais en argent, et ils préfèrent le pain du boulanger qui est blanc ; celui qu'ils feraient à la maison avec la farine venant des petits moulins à façon n'aurait pas la même blancheur.

Il faut donc que les constructeurs facilitent la transformation des petits moulins, et cela dans leur propre intérêt. Le matériel doit être étudié en vue de la simplicité et du bon marché de l'installation ; les machines doivent être groupées et concentrées de façon à rendre la mise en place facile et économique.

Mais il faut éviter absolument de chercher une économie dans la série des

opérations; rien ne peut être retranché, le travail en souffrirait. Les petits meuniers ont déjà une tendance trop grande à acheter du blé de qualité secondaire à bon marché; si, en outre, avec ce blé médiocre, la réduction n'est pas complète, ils ne peuvent obtenir qu'une farine inférieure dont la vente ne saurait être rémunératrice.

Des essais de mouture mixte faits en ajoutant aux meules un ou deux appareils à cylindres pour le fendage du blé et le convertissage des gruaux n'ont donné que des résultats insignifiants.

MM. Robinson et fils ont installé à l'Esplanade des Invalides, dans un élégant chalet, un moulin pouvant traiter 75 quintaux de blé par 24 heures.

L'ensemble de cette exposition est très intéressant; certains appareils presque inconnus en France méritent d'attirer l'attention.

Nous en avons déjà signalé quelques-uns au chapitre Nettoyage; nous nous occuperons maintenant des appareils de broyage.

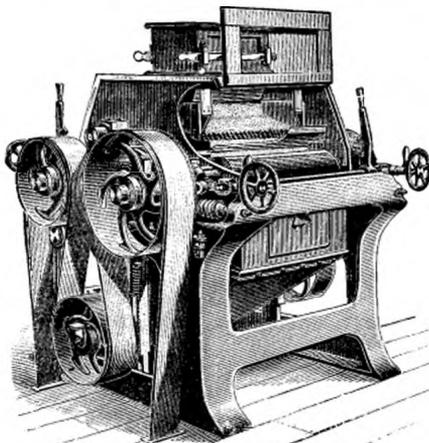


Fig. 20. — Moulins Robinson et fils.

Par un calibre à tamis rotatif le blé est classé en deux catégories; d'après sa grosseur. Suivant le mouvement des cribles, le blé glisse insensiblement dans le sens de la longueur du grain jusque dans le fendeur dont la trémie double reçoit d'un côté et de l'autre côté le petit grain.

L'appareil fendeur comporte trois cylindres placés horizontalement. Celui du milieu est fixe, il est cannelé par sections suivant divers tracés; les deux autres cylindres, mobiles, sont cannelés d'une façon uniforme.

Au moyen d'un levier, on peut tourner le cylindre du milieu, de façon à lui faire présenter aux autres le genre de cannelures convenable pour blés durs ou tendres. Par ce moyen, le blé est bien fendu quelque soit la forme du grain et aussi sa dureté; les deux lobes sont ouverts sans brisure et sans production de farine autre que la farine noire.

L'action de l'appareil est très douce; le blé est fendu dans le sens longitudinal; les saletés ou poussières contenues dans la fente du blé sont enlevées, ainsi que la farine germeuse, sans que le son soit endommagé et aussi sans qu'il se produise de la farine de broyage.

Le calibrage des blés avant le broyage est certainement utile ; sans cela, les gros grains seraient trop touchés, le plus souvent en travers, et les grains moyens ne le seraient pas du tout. La bluterie du fendeur fournirait alors de la bonne farine, tandis que la mauvaise, éliminée seulement au deuxième passage, viendrait altérer les meilleurs produits.

Or c'est celle-ci seulement que la bluterie du premier passage doit extraire, et le bon calibrage du blé aide, à coup sûr, cette spécialisation.

Les moulins à quatre cylindres de MM. Robinson et fils pour les passages suivants sont construits sur un modèle unique qui peut recevoir des cylindres, ou bien cannelés, ou bien lisses pour les broyages successifs et pour le convertissage des gruaux.

Un distributeur à tamis oscillant augmente uniformément les cylindres ; le blé ou la boulangue venant d'une trémie tombe sur le tamis horizontal qui reçoit son mouvement d'oscillation d'un excentrique.

La matière se déverse d'une façon continue et en nappe bien régulière sur toute la longueur des cylindres ; le distributeur règle automatiquement le débit, quelque irrégulière que soit l'arrivée des produits dans la trémie.

Les broyeurs sont actionnés par engrenages, à cause des grandes différences de vitesse, et les convertisseurs, par courroies ; les tourillons des cylindres tournent dans des coussinets longs, en bronze, à graissage automatique.

Les diamètres et les longueurs des cylindres broyeurs en fonte durcie varient entre 0^m, 150 × 0^m, 300 et 0^m, 230 × 0^m, 760.

Les vitesses des cylindres à marche rapide et à marche lente sont de 400 pour 160 tours à la minute et 300 pour 120.

Pour les convertisseurs, les cylindres lisses ont les mêmes dimensions que les cylindres cannelés des broyeurs, et leurs vitesses respectives sont de 350 pour 280 révolutions et 300 pour 240.

Lorsqu'on veut assurer la qualité de la mouture, il faut par l'aspiration maintenir un fraîcheur sèche entre les cylindres que traverse la boulangue.

L'appareil qu'emploient MM. Robinson, dans ce but, comporte un tube qui communique avec un ventilateur aspirateur et vient déboucher sous la paire de cylindres dans une chambre. Cette chambre, dont le fond est à glissière, est surmontée d'un capuchon ajustable pour régler le passage de l'air.

L'air chaud est ainsi attiré dans la chambre à travers l'orifice laissé libre par le capuchon ; dans la boîte, il se dilate et les matières en suspension retombent sur le fond ; les impuretés sans valeur sont seules entraînées plus loin.

Au lieu de bluteries à extraire garnies de toiles métalliques, MM. Robinson et fils opèrent la division de la boulangue de broyage sur des cribles horizontaux à mouvement rotatif.

Ils pensent que dans les bluteries à extraire, les particules de son, la farine

grise et les impuretés qui sont adhérentes au blé concassé, se détachent du fait des secousses reçues, et qu'alors les bons et les mauvais produits passant au travers des mailles se mélangent intimement.

Par suite du frottement trop énergique de la toile métallique contre les semoules, beaucoup se réduisent en farines; elles perdent la forme ronde qu'elles avaient en sortant des broyeurs et par ce fait deviennent plus difficiles à sasser.

A l'exception du premier et du sixième passage, les produits des quatre autres broyages sont secoués et ballottés tous ensemble, bons ou mauvais, et c'est seulement après ces opérations si nuisibles à la blancheur de la farine qu'ils sont enfin soumis à des bluteries diviseurs.

Il semble donc plus rationnel d'isoler d'abord et de séparer ensuite à chaque passage le bon du mauvais et de classer en même temps chaque produit.

L'application de ces principes est juste et les constructeurs y trouvent en même temps l'avantage de traiter les produits avec douceur.

Pour obtenir en effet des farines blanches, nous le répétons encore, il est nécessaire, du commencement à la fin de la fabrication, d'éliminer insensiblement, de séparer et d'isoler les mauvais produits. On doit donc faire le moins de farines possible tant que les semoules ne sont pas parfaitement sassées, désagrégées et ressassées à nouveau.

C'est alors seulement qu'il est bon d'exercer la pression avec les cylindres convertisseurs et de garnir les bluteries de soies fines; les farines gagnent de suite en qualité et quoiqu'un peu rondes, elles paraissent très blanches parce qu'elles ont plus de reffet. Leur gluten n'est pas altéré; elles sont enfin d'une panification plus facile.

C'est dans le but de réaliser ces conditions que MM. Robinson et fils ont voulu remplacer les bluteries métalliques à extraire par des cribles séparateurs à mouvement rotatif.

La boulange de broyage est d'abord soumise, à la suite de chaque passage, à l'action de deux tamis superposés, animés d'un mouvement très doux, sans secousses brusques.

Le tamis supérieur isole immédiatement les farines et semoules provenant du broyage, tandis que le blé concassé continue sa marche vers le broyeur du passage suivant. Les farines et semoules sont reprises en même temps par le second tamis de dessous qui classe séparément les produits.

Le même classement se renouvelle à chaque passage, le mouvement de rotation des cribles par excentrique, qui représente celui d'un sasseur, détermine un classement par densité, c'est-à-dire que toutes les parties du germe et les petits sons brisés, d'un poids spécifique moindre que le reste de la boulange, demeurent toujours à la surface des cribles et sont entraînés insensiblement à la queue du tamis.

D'où il résulte que les produits extraits du broyage à l'aide de ces cribles seront propres et bien classés.

L'exposition de MM. Robinson et fils a été tout à fait remarquable.

MM. Rose frères ont présenté une exposition considérable de tous leurs appareils de meunerie. Ils ont installé un moulin complet sur quatre planchers et produit la mouture du blé par deux systèmes différents :

- 1° Par cylindres métalliques ;
- 2° Par granulateurs et cylindres métalliques.

Le fendeur-dégermeur de MM. Rose frères comprend des segments en fonte d'acier dont la durée est longue. Il y a simplicité de construction, la machine ne comportant que deux coussinets et une seule poulie.

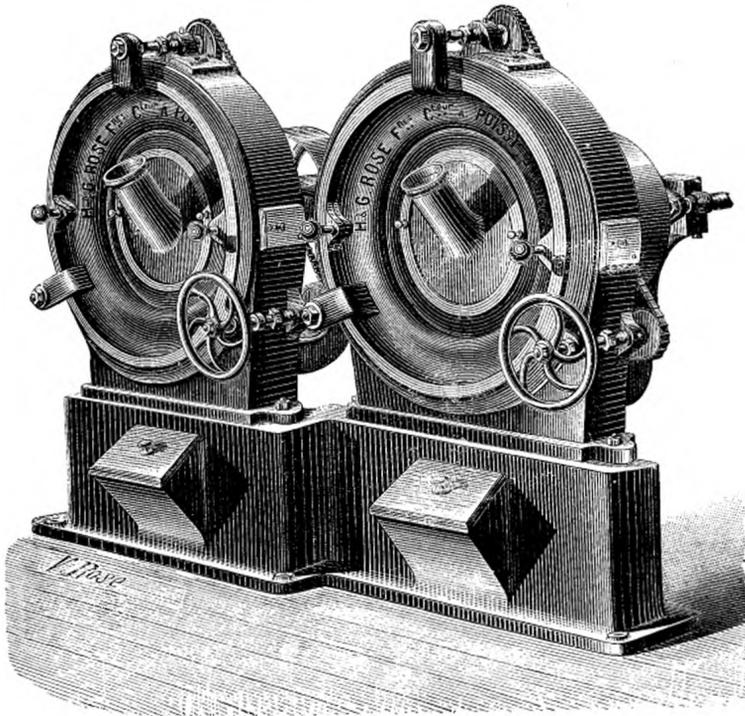


Fig. 21. -- Fendeur-Dégermeur Rose frères.

Les segments une fois réglés ne peuvent jamais se rapprocher ; il s'ensuit que si l'alimentation vient à cesser, aucun accident n'est à redouter pendant cette marche à vide.

Le réglage est facile, il est à la portée de tout ouvrier meunier.

Le fendeur-dégermeur fend le blé dans le sens longitudinal du grain ; il permet donc d'en extraire le germe ainsi que la farine noire. Cet appareil frictionne énergiquement le grain, ce qui termine et complète le nettoyage.

Les appareils à cylindres comportent un bâti en fonte d'une seule pièce qui donne une grande stabilité. Le parallélisme des cylindres s'obtient à volonté, dans le sens vertical et le sens horizontal.

Le rapprochement et l'éloignement des cylindres, ainsi que l'arrêt de la distribution se font par un mécanisme unique. Les machines peuvent être commandées par poulies, ce qui leur donne une marche douce et silencieuse, ou par engrenages. Les arbres en acier sont supportés par des coussinets graisseurs.

Les produits obtenus sont convenables, les sons larges, les gruaux blancs et faciles à sasser.

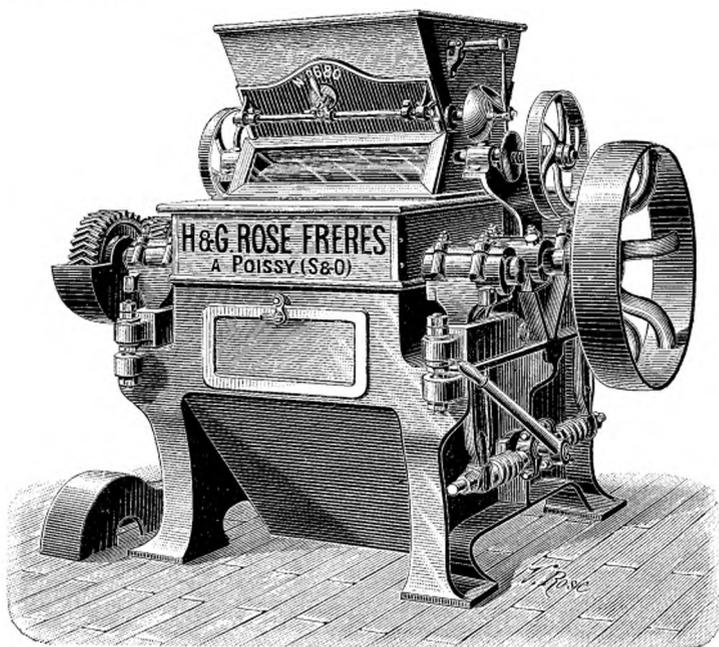


Fig. 22. — Moulins Rose frères.

MM. Rose frères font aussi la mouture du blé par granulateurs et cylindres. L'installation des appareils est simple et peu coûteuse ; elle peut s'appliquer aux petites usines qui disposent de peu de force, et présente une certaine économie par la suppression de vis, élévateurs, bluteries, etc. ; elle permet d'utiliser le blutage existant.

La conduite et le réglage des appareils sont faciles.

Le granulateur, de construction identique au fendeur-dégermeur, reçoit le blé

fendu et déjà débarrassé par une bluterie spéciale de la farine noire et des germes ; il le travaille en un seul passage.

Par une bluterie à extraire, on classe la boulange ainsi obtenue en farine de premier jet que l'on recueille, puis en gruaux que reprend un sasseur et en sons qui vont dans un désagrégateur où se termine la mouture, donnant comme produits la farine de sons, les recoupettes et les sons gros et moyens.

Le broyage du blé a donc lieu en deux passages seulement ; cette opération est simple ; mais aussi un peu rapide.

Les gruaux sont traités comme dans le broyage par cylindres.

L'établissement de MM. Rose frères date de vingt-neuf ans ; modeste à ses débuts, il tient aujourd'hui une place très honorable dans la construction des appareils de moulins, en France.

L'exposition de MM. Millot, de Zurich, comprenait les machines, l'outillage et tous les accessoires utilisés par la meunerie.

On y remarquait, d'abord, un fendeur dégermeur de grains composé de deux couronnes en fonte durcie ou en acier trempé, fixées sur deux plateaux dont l'un, celui du dessous, est mobile. Les disques qui portent des parties travaillantes sur chaque face, peuvent être retournés après usure d'un côté.

Le plateau inférieur est calé sur un arbre vertical actionné par une paire d'engrenages d'angle et une poulie montée sur un arbre de couche met l'appareil en mouvement.

Le bâti, en fonte, d'une seule pièce assure la stabilité.

Le blé est distribué sur un plateau rotatif, passe sous un cercle et se répand dans une vingtaine de divisions sur des portants cannelés comme des cylindres. Les produits tombent dans des vides et sortent de l'appareil sans être repris, sans former de spirales comme entre les meules et sans subir de compression comme par les cylindres.

Le grain est partagé dans le sens longitudinal, et les corps étrangers sont broyés ; par le criblage et le broissage on enlève ensuite les poussières retenues entre les raies des grains, ainsi que les barbes, les germes, les graines noires, etc.

Un second appareil s'applique au curage des sons.

Les moulins à cylindres métalliques de M. Millot sont établis sur bâtis en fonte ; les cylindres sont cannelés ou lisse, selon que l'appareil est appliqué au broyage du blé ou au convertissage des gruaux.

Ils sont munis de débrayages et d'avertisseurs automatiques ; des entrées, circulation et sorties d'air sont aménagées pour éviter l'accumulation et par suite l'échauffement, sans aspirateurs.

La commande est faite au moyen d'engrenages à chevrons, produisant une marche douce et silencieuse.

Les appareils à quatre cylindres sont munis d'une séparation intérieure, de

sorte que l'on peut les utiliser en même temps pour un ou deux produits différents.

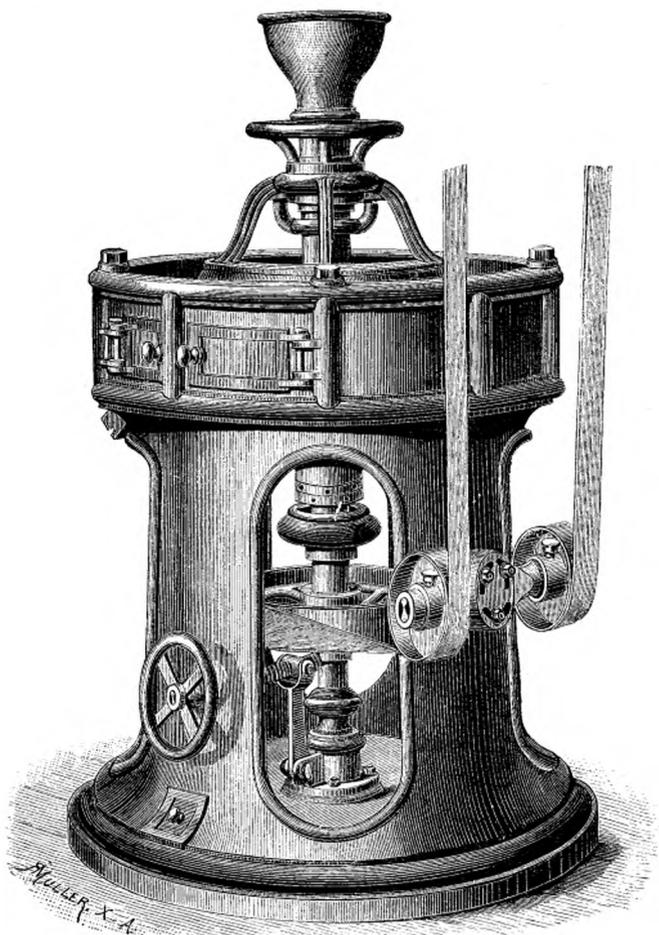


Fig. 23. — Fendeur-dégermeur de Millot.

Le réglage est fait de telle sorte que dans une marche à vide les cylindres ne peuvent se toucher; la pression est donnée par des ressorts facilitant l'écartement automatique des cylindres en cas de passage de corps étrangers.

Les paliers graisseurs permettent la déviation des axes de la ligne parallèle sans qu'il y ait de frottements; l'échauffement n'est pas à craindre et la pression est régulière.

Le même constructeur expose aussi un moulin à cylindres à bâti en bois destiné aux petits moulins; la construction en est simple et peu coûteuse.

L'établissement de M. Millot date de l'année 1852.

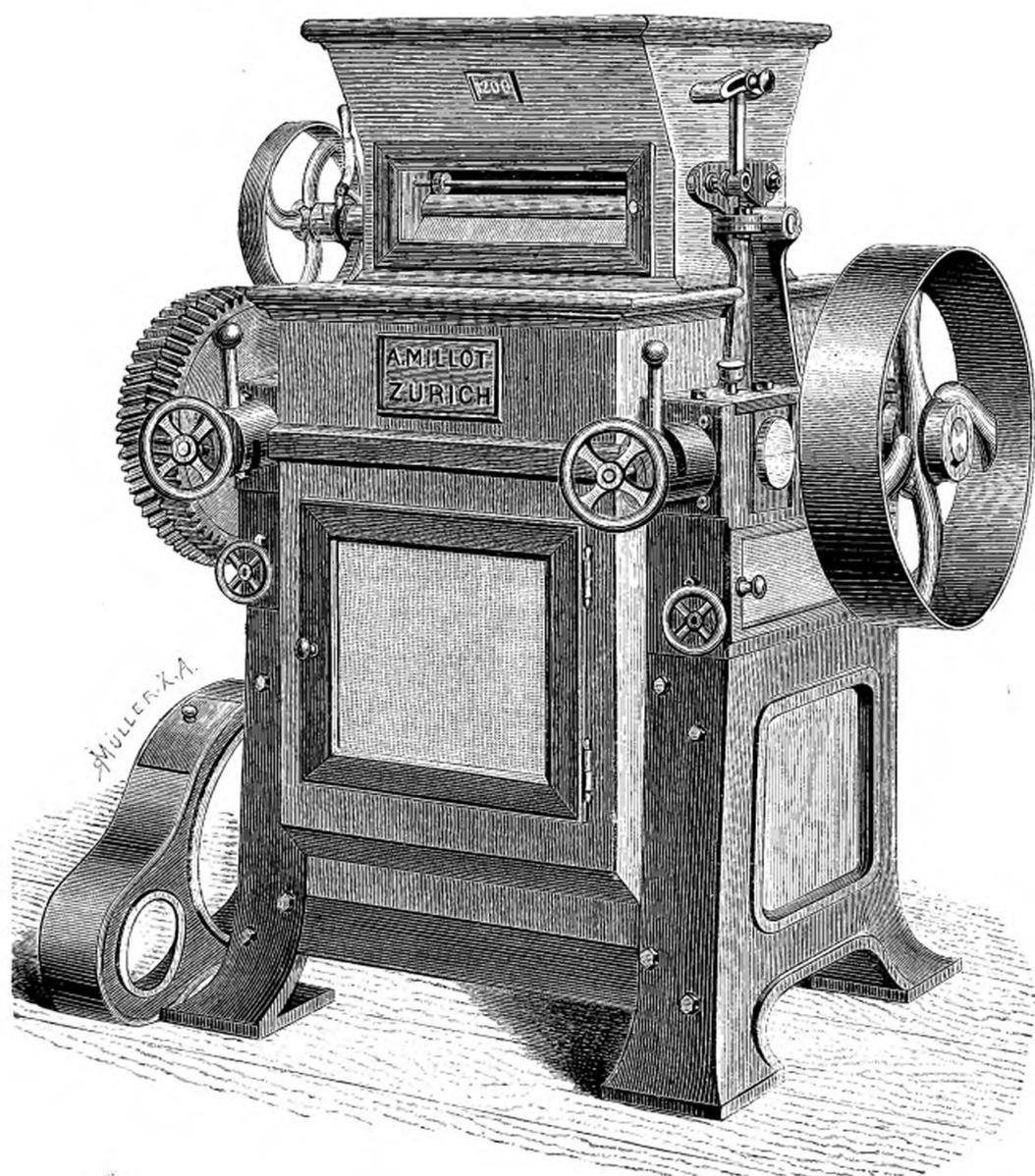


Fig. 24. — Moulin à 2 cylindres de Millot.

Les moulins à cylindres de M. Daverio paraissent bien établis; le moulin à deux cylindres convient plus spécialement pour le désagrégage et le convertissage des graux; il convient aussi pour les petites installations.

Celui à trois cylindres est muni d'un distributeur particulier qui permet de faire simultanément deux passages tout à fait distincts, comme dans les moulins à quatre cylindres.

Le cylindre central est fixe ; les deux autres sont manœuvrés à volonté pour varier l'intervalle et la pression.

Le moulin à quatre cylindres superposés fait trois broyages consécutifs, sans blutage ; il sert aux petits meuniers qui ne veulent pas faire de grands changements dans leurs moulins ; il prend peu de force et exige peu de place.

Cet appareil est aussi appliqué pour la mouture du seigle et du maïs.

Un détacheur à disques, sur bâti en fonte, faisant suite au désagrègeur et au convertisseur, sépare les farines des graux comprimés et facilite le travail des bluteries ordinaires. Il exige une assez faible force.

La construction des appareils est convenablement traitée.

MM. Feray et C^{ie}, d'Essonnes, exposent un broyeur à cylindres étagés ; des plans inclinés ramènent les grains dans les cannelures des cylindres mobiles, ce qui assure un meilleur fendage. Cette disposition est bonne.

Le broyeur a quatre cylindres de 500 millimètres de long et 220 de diamètre ; un autre a également quatre cylindres de 350 sur 220 ; un broyeur à deux cylindres de 350 sur 220 ; le convertisseur a quatre cylindres de 650 sur 250.

La distribution des blés se fait à l'aide de deux cylindres cannelés à mouvement et débrayages indépendants pour chaque paire de cylindres.

Le parallélisme des cylindres mobiles et fixes est obtenu en montant les axes d'articulation des paliers mobiles sur des chapes qui glissent sur des plans inclinés ; quelque soit l'usure des coussinets, le parallélisme ne peut être déduit.

Des coussinets sphériques reçoivent les paliers des cylindres mobiles ; leur grande mobilité permet aux cylindres de s'éloigner légèrement lorsque le passage d'une inégale épaisseur de grains les y oblige.

Les axes d'articulation des paliers des cylindres mobiles et les axes desdits paliers se trouvant dans des plans verticaux différents, il en résulte que pour un très faible déplacement des chaînes des contrepoids les cylindres mobiles s'écartent aussitôt d'eux-mêmes ; le débrayage est donc instantané.

Sur le moyen de chacun des volants de manœuvres des manettes ont été montées ; elles viennent buter contre des arêtes fixes lorsque les cylindres sont bien réglés. A simple vue, le conducteur des cylindres voit si le réglage est normal ; s'il ne l'est pas, il ramène à la position initiale la manette déplacée.

Les cylindres ne peuvent frotter l'un sur l'autre et les cannelures ne s'écartent pas à vide ; une simple vis de butée limite le rapprochement.

Les appareils de convertissage à quatre cylindres sont bien agencés. Le réglage des cylindres est obtenu par le serrage et le desserrage des vis butant contre les queues des paliers mobiles. Si la pression devient forte, des plateaux échanrés,

montés sur les têtes des vis de butée et possédant des manettes d'entraînement permettent de développer de grands efforts.

Pour régler la pression suivant la nature du grain, il faut serrer ou desserrer les ressorts à boudin qui sont enfermés dans les boîtes cylindriques en fonte.

Un mécanisme ingénieux permet l'action des ressorts pour le rapprochement du cylindre mobile vers le cylindre fixe.

Les deux paliers supportant le cylindre mobile sont indépendants l'un de l'autre ; chacun d'eux est sollicité par un ressort à boudin spécial, ce qui permet de donner une pression différente à chaque extrémité du cylindre.

Un débrayage rapide est appliqué aux cylindres mobiles ; il est obtenu sans efforts par la manœuvre d'un volant à poignée calé sur l'extrémité d'une vis inclinée. Cette vis, par l'intermédiaire d'un levier à chape et d'un arbre horizontal portant deux cames, agit en même temps sur les deux mentonnets inférieurs des tiges carrées, comprime les ressorts à boudin et éloigne du cylindre fixe les deux extrémités du cylindre mobile.

Si les cannelures des cylindres distributeurs sont bouchées, quand les gruaux à convertir sont humides et mous, une brosse fixe à pression variable, disposée sous chaque distributeur, frotte contre lui, dégrasse les cannelures et assure une alimentation égale des cylindres.

Pour refroidir les cylindres convertisseurs et les produits convertis, les supports des trémies d'alimentation sont mis en communication avec un aspirateur. Le courant d'air passe sous les cylindres et à travers les gruaux convertis qu'il refroidit.

Ces appareils sont bien étudiés ; ils sont établis suivant de bonnes traditions mécaniques. L'établissement de MM. Feray et C^{ie} date de plus de quatre-vingts ans et s'est toujours occupé du montage des moulins.

Les cylindres exposés par M. Malliary, d'Essonnes, sont doubles ; ils portent, l'un, deux paires de cylindres de 0^m,650, et l'autre deux paires de 0^m,350.

Au premier appareil sont adaptés les cylindres du système Doloire, faisant la réduction du blé par quatre ou six passages sur un seul appareil.

Les cylindres sont calés à la presse hydraulique sur arbres en acier. Les tourillons tournent dans des rotules d'une seule pièce qui permettent d'agir sur un seul côté des cylindres sans jamais coïncer.

Un graissage abondant est obtenu à l'aide de paliers à vastes réservoirs d'huile ; les rotules et les tourillons s'y lubrifient.

Les cylindres sont approchés au moyen de deux disques, indépendants ou solidaires ; il est alors possible d'agir sur une seule extrémité ou sur les deux.

Si les axes des cylindres sont légèrement déviés du parallélisme, il faut racheter cette différence ; on y arrive en faisant varier la hauteur des axes des paliers mobiles. Il suffit pour cela de desserrer les coins du côté où l'axe du cylindre

mobile est le plus haut par rapport au cylindre fixe; une vis de serrage maintient ensuite le coussinet dans sa nouvelle position.

Par des vis de butée placées devant les paliers mobiles, les cylindres ne peuvent se rapprocher au point de détériorer les cannelures.

L'écartement brusque des cylindres se fait sans dérégler l'appareil, à l'aide d'un levier assez fort pour vaincre la pression des ressorts.

La distribution est réglée par deux disques placés sur le devant de la trémie et d'un râteau agitateur qui empêche tout engorgement.

Une sonnerie à timbre avertit en cas de marche à vide.

Le système Doloire consiste à diviser en deux parties égales les cylindres, par une gorge dans laquelle affleure une cloison fixe.

Cette disposition permet de faire deux passages à la fois côte à côte, mais elle ne permet pas, comme cela a lieu d'habitude, de faire varier les vitesses différentielles pour les passages successifs.

La construction de ces appareils est très soignée; elle dénote une étude complète des divers organes, et au point de vue mécanique, l'ensemble est remarquable.

L'établissement de M. Malliary existe depuis plus d'un demi-siècle; on y a toujours fabriqué les machines de moulins.

Les appareils à cylindres de MM. Pasteger et fils sont soignés; les détails sont étudiés consciencieusement et les mécanismes de réglage, de pression, d'arrêt brusque, etc., bien établis.

La Société Générale Meulière construit des moulins à cylindres à bâtis d'une seule pièce; les appareils sont étudiés, bien compris, notamment le fendeur-dégrateur.

Les moulins à cylindres de M. Goubet sont rustiques, solides; les organes en mouvement sont abrités afin d'éviter tout danger pour le personnel; les paliers très longs sont garnis de forts coussinets en bronze phosphoreux, lubrifiés automatiquement. Les cylindres sont en fonte durcie, les axes en acier, les leviers, volants, etc., en métal nickelé.

Les moulins broyeurs de MM. Dardel, Laurent frères et Collot, Darnel-Bosshardt, Lacroix frères, Maerky-Haller et C^{ie}, Muzet, Bruet, représentent une bonne fabrication courante.

Les prix modérés de ces appareils assurent leur vulgarisation dans les usines moyennes et petites.

Les dimensions des cylindres pour broyeurs et convertisseurs sont à peu près les mêmes chez tous les constructeurs. La même voie est suivie par tous, l'idée originelle dérivant du broyeur Ganz de Buda-Pest.

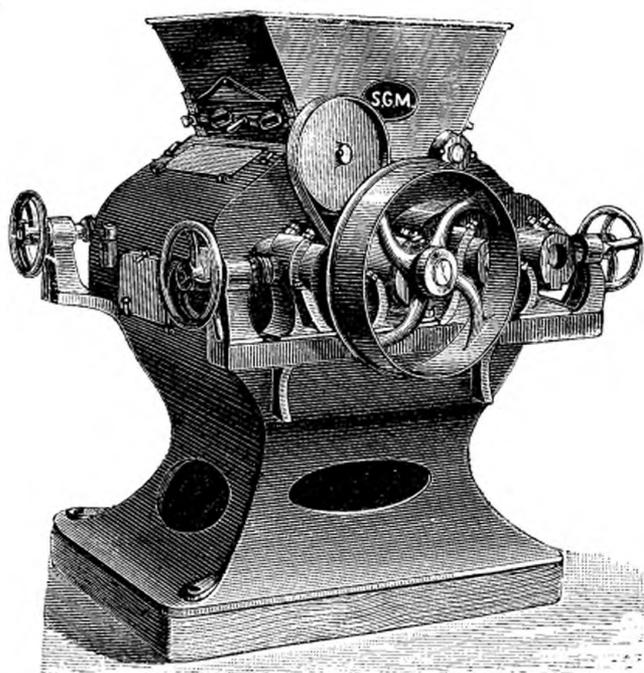


Fig. 25. — Fendeur-dégermeur de la Société générale de meulière.

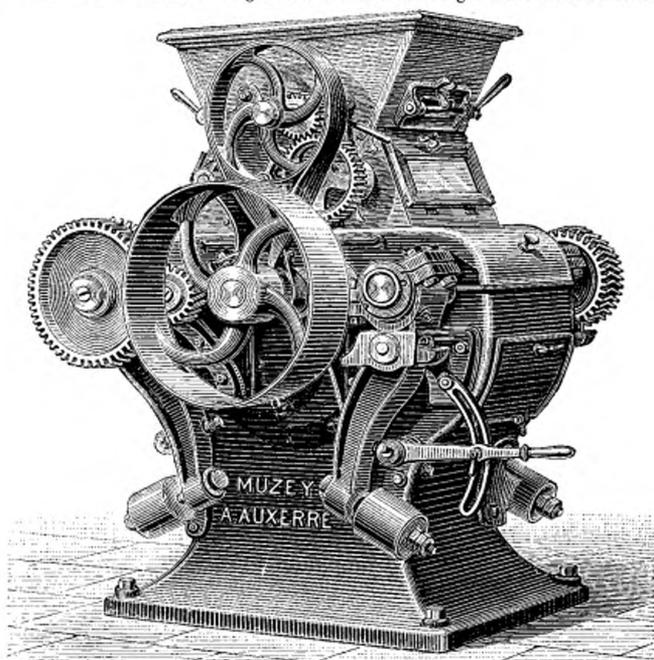


Fig. 26. — Moulin-broyeur de Muzey d'Auxerre.

L'exécution est plus ou moins finie, les vrais principes plus ou moins appliqués et, suivant la fabrication, les prix varient de façon que toutes les bourses y trouvent leur compte.

MM. Escher, Wyss et C^{ie} (Suisse) ont exposé des broyeurs à cylindres pour la mouture du seigle. Cet établissement considérable n'a pas présenté ses appareils pour la transformation du blé en farine.

L'appareil est très bien construit; le bâti en fonte d'une seule pièce lui donne une stabilité parfaite. Les cylindres sont trempés sur une forte épaisseur; la fonte est dure et nerveuse; ils peuvent être cannelés 15 à 20 fois et pourront durer 30 à 40 ans.

Le graissage des coussinets est obtenu à l'aide de mèches aspirantes placées dans le coussinet inférieur et ramenant par capillarité constamment l'huile purifiée aux coussinets. L'huile n'est renouvelée que six mois après le remplissage; ce graissage paraît rationnel et économique.

L'emploi des cylindres pour la mouture du seigle donne de bons résultats. Le rendement en farine est de 30 % environ au-dessous de celui du blé; cela tient surtout à la nature molle du grain, et le son comme les recoupettes restent chargés de plaquettes de farine qu'on ne peut détacher ensuite. Le travail par la meule est insuffisant.

Après l'opération du nettoyage fait au moyen de meules de grès qui ébarbent le grain, le seigle est soumis à un quadruple broyage sous les cylindres. Ces cylindres ont 300 à 400 millimètres de diamètre; leurs cannelures sont spéciales ainsi que les vitesses.

On tient bien serrés les cylindres du premier broyage, à l'inverse de ce qui se fait pour la mouture du froment. Les produits sont des farines, des semoules et des gruaux qu'il est indispensable de bien épurer par le sassage avant de les réduire en farine.

A cause de la grande quantité de farines vêtues, l'emploi d'un convertisseur est nécessaire, mais les gruaux fins peuvent être traités par la meule ainsi que les derniers produits.

Il faut traiter énergiquement la boulange par une bluterie centrifuge; une bluterie ordinaire donnerait des gruaux chargés de farine dont la conversion serait très difficile.

Après les quatre passages par les cylindres, on fait encore deux ou trois passages par les meules afin d'obtenir un meilleur résultat.

Moulins à cylindres en porcelaine. — M. Wegmann (Suisse) a exposé quatre modèles de moulins convertisseurs à cylindres en porcelaine. Les bâtis sont en fonte. La commande a lieu par engrenages; on évite le bruit causé par ces engrenages en enveloppant les bras et la couronne des rouages d'une couche de grenaille de plomb. Les vibrations sonores sont ainsi empêchées et la marche devient silencieuse.

L'usure graduelle des cylindres de porcelaine change la distance des axes et il faut les rapprocher; la ligne de contact des dents des engrenages est déplacée;

le meunier doit bientôt changer les rouages bien qu'ils ne soient pas usés, les dents n'engrenant pas sur le cercle primitif usent beaucoup plus vite et il se produit des vibrations nuisibles au travail.

M. Wegmann a imaginé, pour obvier à ces inconvénients, des engrenages à rapprochement libre. Une roue à double denture engrène intérieurement avec le pignon du cylindre fixe et extérieurement avec la roue du cylindre mobile.

On peut alors rétablir une engrenure exacte, changer la vitesse différentielle en remplaçant une seule roue et faire fonctionner l'appareil à vitesse égale en mettant les roues hors de contact.

Le cylindre en porcelaine peut avoir 0^m,350 de diamètre ; sa longueur est 0^m,600 et peut atteindre 1 mètre. L'appareil donne alors un grand travail ; on n'avait pas atteint pareille puissance, et l'inventeur a baptisé son nouveau modèle du nom significatif d'Hercule.

Les paliers sont mobiles dans tous les sens, indépendants l'un de l'autre ; ceci est essentiel à cause de la pression uniforme entre les deux broyeurs qui cèdent automatiquement à la résistance de la marchandise.

La construction de cet appareil est bien étudiée.

Le broyeur à cylindres en porcelaine de MM. Beyer frères est établi sur un bâti en fonte dont la stabilité paraît assurée. Les organes de détail sont soigneusement étudiés et l'ensemble constitue un bon appareil.

Pour une production plus forte, sous un petit volume, pour économiser la place, simplifier le dispositif général, MM. Beyer frères ont imaginé un cylindre en porcelaine qui a un mètre de longueur.

M. Millot présente aussi un moulin à cylindres en porcelaine.

Ces divers appareils ne diffèrent que par les détails de construction.

MM. Pillivuyt et C^{ie} (France) fabriquent des cylindres durs en porcelaine de bonne qualité.

Cylindres en fonte durcie. — La fabrication des cylindres en fonte dure est toute spéciale : elle est traitée dans des usines métallurgiques. En Hongrie depuis longtemps déjà cette fabrication était renommée ; en France, elle est arrivée dès maintenant à l'égal, et les fabricants français exportent des cylindres en fonte dure en Suisse, en Belgique, en Espagne.

Le métal doit être très dur, très résistant, très tenace. Une forte tenacité empêche l'arête de s'émousser.

L'opération du cannelage pour être faite sans déchirures ni égrènements exige une malléabilité partielle du métal.

L'arête de la cannelure doit être nette, aigüe, tranchante afin d'entamer l'épiderme du grain.

La difficulté est d'obtenir la malléabilité en même temps que la dureté qui rend les corps très fragiles sous l'influence d'un choc ou d'une pression, actions qui se présentent dans le travail du grain.

M. Chaudel-Page a exposé des cylindres en fonte dure bien travaillés ; la casure indique que la trempe est profonde, le grain serré.

Si la dureté et la malléabilité ne peuvent se mesurer que par comparaison, la résistance est connue en soumettant le métal à des épreuves de choc, de traction, de flexion ; la fonte de M. Chaudel-Page a donné d'excellents résultats aux expériences.

2° Broyeurs appliqués à la mouture du blé.

Le broyeur à chevilles de Carr a été employé par M. Touffin pour moudre le blé par un seul passage. Deux plateaux armés de plusieurs rangs de chevilles normales tournant en face l'un de l'autre, en sens contraire. Les rangs de chevilles d'un plateau passent entre ceux de l'autre plateau.

Au centre de l'un d'eux le grain arrive d'une manière continue sur un distributeur qui le jette entre les disques ; les grains en suspension dans l'air sont lancés en désordre vers la circonférence, ils sont soumis dans leurs parcours à d'innombrables chocs dans les deux sens et ils arrivent en dehors des plateaux à l'état de mouture basse.

M. Hignette a imaginé un broyeur à axe vertical ; les deux plateaux sont en forme de tronc de cône, à vitesse différentielle. Sur chacun de ces plateaux sont disposées plusieurs rangées concentriques de broches alternant les unes avec les autres, de telle sorte que pendant la marche chaque série des broches inférieures tourne entre deux des séries supérieures.

Le plateau supérieur est porté par un arbre creux de fort diamètre sur lequel est calée la poulie de commande. L'introduction du grain a lieu par l'intérieur de cet arbre creux ; les grains arrivant au centre, il ne peut se produire d'échappée. Le plateau inférieur est claveté sur un arbre plein portant la poulie de commande.

L'appareil travaillant est enfermé dans une cuve ouverte sur le côté pour la sortie des produits de la mouture ; un bâti en fonte, solide, lui donne de la rigidité.

Les grains introduits par le centre sont chassés par la force centrifuge contre la première série de broches, puis ils rencontrent la seconde série qui tourne en sens contraire, puis la troisième qui tourne à l'inverse de la seconde série et ainsi de suite ; arrivés à la dernière série des broches, ils sont projetés à l'état de mouture dans la cuve.

Cette machine peut être employée pour la mouture du blé, du maïs, du malt, du riz, de l'orge crue, etc.

Les paliers sont à graisseurs automatiques; l'huile y reste fraîche et épurée; il ne peut se produire d'échauffement.

On obtient une farine de premier jet (18 % environ) très blanche, ayant du corps. Cette farine est ronde sans piqûres, l'épiderme du son n'étant pas broyé puisqu'il glisse sur les broches lisses sans se briser à cause de sa légèreté; l'amande seule est réduite en farine.

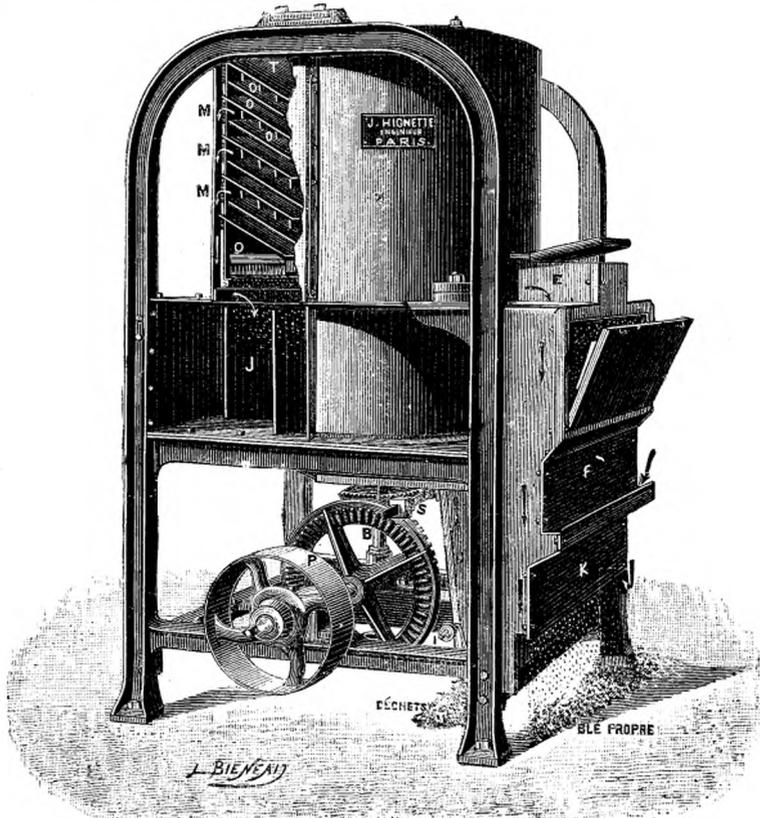


Fig. 27. — Broyeur Hignette.

Il ne se produit pas de gruaux noirs; ils sont blancs, faciles à sasser parce qu'ils sont bien définis et détachés (non vêtus), ronds et secs. Un appel d'air de l'extérieur à l'intérieur refroidit la boulangue. Il vaut mieux, pour moudre le blé, comprimer d'abord légèrement le grain entre deux cylindres lisses; le travail du broyeur en est facilité et on obtient un produit plus blanc.

Les gruaux après sassage sont moulus comme le blé.

Le broyeur de M. Bordier, porté par un bâti en fonte d'une grande stabilité et dérivé du broyeur Carr, se compose de deux plateaux horizontaux garnis de broches en acier, concentriques. Ces broches sont engagées les unes dans les autres par séries; le blé y pénètre par le centre; il sort à la circonférence à l'état de boulange ronde et sèche; les sons ouverts mais non rompus par les broches cylindriques sont un peu frisés; ils ne doivent plus théoriquement contenir d'amande.

Il se produit environ 18 % de farine de premier jet et beaucoup de semoules que l'on traite ensuite par le sassage.

La mouture est régulière, la boulange sort froide. Le blé seul est moulu; les graines étrangères, nielle, rougeole, ail, etc., plus grasses que le blé glissent sur les broches et vont avec les sons.

Le travail se fait dans les broyeurs Hignette et Bordier de la même façon, les appareils ayant beaucoup d'analogie. On peut dire que dans ces appareils le traitement du blé n'est pas conduit avec assez de douceur. Le public, en examinant les produits fabriqués à l'Exposition par le broyeur de M. Bordier, a pu se rendre compte de son fonctionnement.

M. Schweitzer présente une application de mouture graduelle du blé, très complète; on a pu juger de la fabrication à l'Exposition pendant la durée de laquelle le moulin a fonctionné.

Le fendeur du blé se compose de deux meules métalliques en acier fondu, de forme tronconique, tournant en sens inverse, entre lesquelles passent les grains de blé. Les meules tournent horizontalement, un bâti de fonte porte l'appareil.

Les meules sont taillées de façon à ouvrir le grain dans le sens longitudinal; les cannelures étant de moins en moins profondes vers la circonférence, le grain de blé roulant sur lui-même, touché par la meule supérieure, est pressé contre une arête vive; il est alors fendu en deux et sort des meules.

Le grain, restant parallèle à l'arête qui doit l'ouvrir dans le sens de la longueur, ne doit pas être fendu en travers.

Le moulin réducteur vient ensuite traiter le blé fendu; il le déroule pour obtenir les sons les plus larges, réduire progressivement l'amande farineuse en semoules et gruaux. Il fait le moins possible de farines de premier jet, laissant la partie de l'amande riche en céréaline, adhérente à l'enveloppe, pour l'enlever plus tard par une brosse.

On évite avec soin d'introduire cette céréaline dans la composition des belles farines premières, car elle rendrait le pain bis.

La construction du moulin réducteur est analogue à celle du fendeur; les cannelures sont appropriées au travail de la réduction graduelle.

Les meules peuvent être rapprochées pendant la marche; le sens de rotation

est tel que les arêtes vives ne se rencontrent pas ; on veut en effet dans le système de V. Schweitzer arriver à dérouler le son sans le couper ni le briser.

Les produits passent successivement dans trois moulins réducteurs ; avec le fendeur on arrive ainsi à quatre passages.

Le moulin français, système Guillaume, est présenté par MM. Daydé et Pillé de Creil. Il se compose de petites meules verticales en fonte ; l'une est fixe, l'autre mobile ; des rainures faites sur les faces travaillantes produisent des arêtes vives,

Cet appareil opère la mouture du maïs trempé, ce qui produit une farine ténue et douce au toucher ; il sert à repasser les pulpes de pommes de terre traitées par la râpe centrifuge afin d'achever l'opération.

Il est employé en amidonnerie pour réduire le riz, le maïs, l'orge, le blé et le seigle à un très grand degré de ténuité.

En distillerie, il est utilisé pour le concassage de tous les grains ; on rapproche plus ou moins les meules, suivant le but à atteindre. Le débit augmente beaucoup en même temps que la grosseur du concassage.

M. Huteau expose un appareil qui concentre en un faible volume le fendeur, le bluteur, le brosseur et le désagrégateur.

Tous ces appareils, fusionnés, tiennent dans un bâti métallique composé de trois colonnes réunies par des cercles. Dans le haut, arrive le grain qui est fendu par un cône métallique cannelé ; au-dessous ont lieu le blutage et un brossage centrifuges.

Le blé fendu et nettoyé subit un premier passage de mouture haute ; puis un deuxième blutage et brossage centrifuge.

Les sons insuffisamment curés et enfin les semoules encore peu désagrégées arrivent au dernier passage.

Cette machine est économique, sans doute ; il est à craindre cependant que l'on ait trop cherché la concentration en un seul appareil.

Il n'est pas facile de savoir ce qui se passe exactement dans les broyeurs ; le mode d'action des chevilles sur les grains de blé ne peut être déterminé scientifiquement.

Que se passe-t-il pour le grain en suspension dans l'air, soumis à des chocs répétés ? Dans la masse de l'amande se produisent d'abord des fissures, un autre choc les augmente. Après une succession de chocs, de renvois des grains d'une cheville à l'autre, il doit y avoir évidemment pulvérisation complète.

Elle est complète, en effet, si l'on donne une vitesse considérable aux disques ; si donc le nombre des chevilles est bien calculé, l'action de l'appareil sera assez ménagée pour qu'on puisse obtenir des gruaux dans de bonnes conditions, que le curage du son soit possible et que l'on tire du blé une proportion de farine désirable.

Malgré les chocs, le grain peut fuir ; les pellicules, les enveloppes du grain

sont moins atteintes que l'amande. Cependant, si le choc est énergique, la réduction sera plus subite et quelques fragments de son seront détachés. Mais cette pulvérisation du son en suspension dans l'air est moins à craindre que pour les grains comprimés avec choc entre les deux surfaces dures des meules ou des noix d'acier et de fonte.

Cet inconvénient diminue si l'on mouille légèrement le grain dont l'enveloppe prend alors une certaine élasticité et devient moins sujette à se réduire en poudre impalpable.

Quand à la force prise pour le travail, ce mode de réduction exige au moins autant de force que les meules de pierre et les cylindres. L'entretien est amoindri, les chevilles d'acier ne paraissent guère s'user.

En somme, l'action sur le blé paraît un peu brutale.

3° Meules de pierre.

L'action exercée par les meules de pierre sur les grains de blé est un véritable râpage ; si les éveillures peuvent concasser le grain, le déshabiller, il n'en est pas moins vrai que la plus grande somme de travail mérite ce nom.

Vers la fin du XVIII^e siècle, les meules étaient à surfaces lisses, presque planes avec un peu d'entrée ; parfois quelques sillons suivant les rayons géométriques. C'est à partir de cette époque que le rayonnage rationnel s'est répandu dans les moulins. Par tâtonnements raisonnés, les meuniers sont arrivés aux dispositions de rayonnages acceptées aujourd'hui avec des variantes.

Les grains sont répartis sur toute la surface de la meule au moyen de sillons creux ; au cœur, les sillons plus ouverts servent à concasser le grain, à l'ouvrir et à l'étaler en cassant l'amande ; ils convertissent les gruaux à l'entrepied et même à la feuillère.

Les parties planes ou portants, finement ciselées, qui séparent les sillons, divisent les gruaux en les roulant sous pression et curent le son en le râpant.

Ainsi les rampants des sillons creux ou rayons écrasent et ouvrent le grain ; même ils le déshabillent par une pression mêlée de chocs. Les portants râpent le son épandu pour le curer et convertissent les gruaux en farine.

Les rayons compriment peu à peu le grain dans sa marche vers la circonférence, laissant le son étalé sur les portants. Le poids de la meule supérieure, mobile, se répartit sur la multitude de grains, granules, gruaux et sons qui couvrent la meule inférieure.

En même temps que la meule de pierre, mobile, exerce une pression par son poids sur le grain, elle transmet aussi un choc qui est d'autant moins rude que le rayon est moins incliné, et *vice versa*. Les rayons d'ailleurs se rapprochent obliquement, leur choc s'en trouve réduit puisque le grain est chassé vers la circonférence.

La profondeur des sillons allant en décroissant du centre à la circonférence la marchandise, suivant le terme consacré, de plus en plus menue, est soumise partout à la même action écrasante des rampants. Partout aussi les portants râclent et râpent la marchandise à ses divers états de grosseur.

Par les chocs et les râpages, une petite partie de l'enveloppe est pulvérisée, et, après les meilleurs blutages, il reste quelques fragments impalpables de son et aussi des fragments de germe moulus et râpés.

Ce défaut est d'autant plus accusé que la mouture est plus basse. En mouture haute, ces inconvénients sont réduits à un minimum dépendant beaucoup de l'habileté du meunier.

Par le travail des meules, les sons peuvent être curés énergiquement ; ils sont larges, plats, réguliers. Un bon meunier, sachant régler ses meules, peut faire de bonne farine.

Les meules de pierre ont d'ailleurs été perfectionnées depuis l'apparition des cylindres ; un inconvénient très grave est, qu'après avoir été écrasés, les granules, les gruaux, le son lui-même doivent passer entre les portants et subissent là un frottement, un râpage qui peut mêler à la farine blanche des fragments très petits de l'enveloppe du grain. Pour amoindrir cet inconvénient, on a diminué la largeur des portants.

Si les meules sont mal conduites, la chaleur développée par le frottement des portants peut être assez forte pour produire un mauvais effet sur le gluten ; par une aspiration d'air, on évite en partie cet inconvénient.

De ces considérations, il résulte qu'il convient de ne plus faire de mouture basse avec les meules, mais de la mouture haute ou tout au moins intermédiaire.

Les meules modernes avec un bon blutage peuvent, dans ce système, donner une farine plus ou moins voisine de la perfection, qui sera assez belle pour satisfaire un grand nombre de consommateurs. Le pain provenant de cette farine sera convenable, ayant bon goût, et se conservera longtemps.

En employant avant les meules un fendeur-dégermeur avec sa bluterie, on peut débarrasser le grain de la poussière noire, du germe et des impuretés contenues dans la fente du blé : la farine est ainsi beaucoup améliorée.

En somme, les meules, qui subsistent aujourd'hui encore si nombreuses dans les applications de l'industrie, pourront rendre longtemps encore de réels services.

Pour la fabrication des meules, il faut choisir des pierres siliceuses, dites *meulières* ; leur composition comprend de la silice pure, un peu d'alumine et d'oxyde de manganèse.

En Hongrie, en Amérique, et surtout en France, on rencontre ces pierres meulières ; c'est dans le bassin de la Seine qu'elles sont le plus abondantes et de meilleure qualité pour la mouture du blé.

Les gisements les plus importants sont à la Ferté-sous-Jouarre et environs, Épernay, Tousson, Saint-Yon, près Corbeil, Épernon, Nogent-le-Rotrou, etc.

Il en existe aux environs de Poitiers, de Cinq-Mars-la-Pile, de Lésigny, à Bergerac, Domme, à Bouchat dans l'Allier, etc.

La meule est fabriquée avec des morceaux homogènes, de qualité convenable; on en forme des panneaux dont les faces sont dressées à la main ou mécaniquement.

Le rayonnage des meules se fait aussi à la main.

Les meules en pierre, exposées par M. Petit (ancienne maison Fauqueux), de la Ferté-sous-Jouarre, sont bien fabriquées; la pierre est d'excellente qualité; l'assemblage et le groupement des panneaux sont très soignés. Il y a homogénéité dans toute la surface travaillante.

MM. Dupety et C^{ie}, de la Ferté-sous-Jouarre, présentent aussi des meules bien faites et de bonne nature de pierre; le rayonnage est bien compris.

La Société générale meulière expose des meules de bonne nature, bien travaillées.

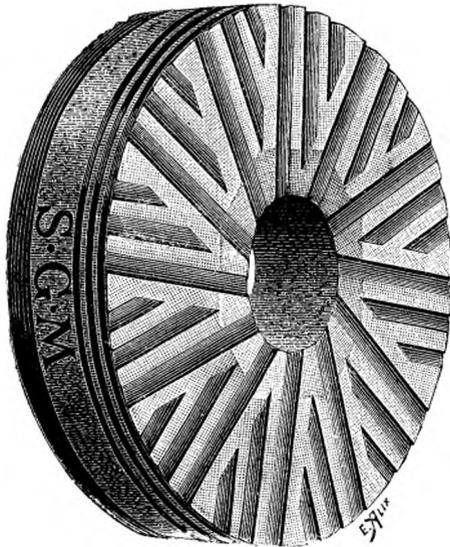


Fig. 28. — Meule de la Société générale meulière

Les meules de la grande Société meulière de Cinq-Mars-la-Pile sont convenablement traitées; les meules courantes sont garnies d'une grande cuvette porte-anille; les boîtes d'équilibre paraissent bien agencées.

MM. Lallier, Vernot et C^{ie}, de la Ferté-sous-Jouarre, présentent des meules dont les morceaux, parfaitement jointés, sont réunis par un ciment très dur. L'assemblage est uniforme et homogène.

Une de leurs meules à grain vif, serré, est destinée à la mouture des grains très durs. Il y a des meules pour la trituration des matières dures, ciments, phosphates, etc.; des petites meules d'une seule pièce pour émaux, couleurs, etc. des cylindres en silex tournés, munis d'arbres en acier.

Parmi les exposants des meules à moulin, figuraient également MM. Angot de Bezemont, Giraud d'Étréchy, Morin fils et C^{ie} de la Ferté-sous-Jouarre.

La meule granulante de M. Renoult, de Paris, tient dans une cuvette en fonte; il y a trois parties concentriques distinctes. Le cœur, fait d'une meule en pierre, commence la granulation du blé; l'entrepied est métallique, à rainures; il achève la formation des granules qui traversent les plaques perforées; les sons gras restent; ils sont curés sur la feuillère faite de pierre comme le cœur, et s'échappent à la circonférence.

Cette meule présente un certain progrès sur celle de M. Aubin, dont elle dérive.

La meule de M. Guiraud, d'Étréchy, extrait la poussière; elle a des entrées très ouvertes.

Il n'a pas été exposé d'appareils pour l'élimination de l'ail; cette graine dans certaines régions, en France dans l'Ouest et le Sud-Ouest, est souvent mélangée en assez grandes proportions avec le blé.

L'ail tendre et gras, surtout après la récolte, encrasse les meules et les cylindres, qui doivent être soumis à de fréquents lavages, ce qui nécessite chaque fois un arrêt du moulin.

Comment obtenir la séparation de l'ail et du blé? La graine d'ail, par sa forme, ses dimensions et sa densité, échappe aux appareils de nettoyage. Sa similitude de forme et de grosseur avec le blé lui permet de passer parmi tous les trieurs, à tamis, à grilles munies d'alvéoles. Son poids spécifique, étant à peu près le même que celui du blé, l'action des aspirateurs est vaine.

Un intérêt considérable s'attache à la séparation de l'ail du blé, que le cultivateur ne peut retirer lui-même de la semence; il faut espérer que les constructeurs résoudreont cette question avant la prochaine exposition universelle.

III. — BLUTAGE ET SASSAGE

Au moment de l'Exposition universelle de 1879, la question des blutages semblait avoir atteint la période sensationnelle, surtout en Amérique.

Nous ferons un court historique de cette opération capitale.

De temps immémorial, on s'est efforcé de séparer le son de la farine; les premiers appareils étaient mus à la main, comme les meules elles-mêmes. On leur imprimait des secousses par un mouvement alternatif; ils étaient de la classe des tamiseurs ou dodinages.

Des tamisiers allaient de maison en maison pour préparer ou épurer la farine à panifier; les mouvements étaient rectilignes et curvilignes en même temps.

Les premiers tamis furent des paniers plats en jonc ou en osier tressés; les Égyptiens se servaient de tamis faits de filaments de papyrus ou de joncs très fins; les anciens habitants de la péninsule espagnole les fabriquaient en tissu de fil, et les Gaulois avec les crins de leurs chevaux.

Les Juifs, dès le temps de Moïse, offraient dans les cérémonies religieuses des gâteaux faits de fleur de farine, ce qui implique un blutage.

Plus tard, les consommateurs étant plus exigeants sur la blancheur et la pureté de la farine, on fit des tissus blutants plus serrés en laine (étamine); en fil de chanvre et de lin, enfin en soie.

Pour le fond des tamis, on employa jadis des peaux finement percées; de nos jours, des plaques perforées servent à certains blutages.

On mettait aussi la boulange dans un sac ou chausse en soie de porc; le fond étant accroché à un poteau, on secouait brusquement. La farine sortait par les interstices entre les poils du tissu et le son restait dans le sac.

Dans les moulins à eau, on fit donner la secousse par le mécanisme. Un arbre vertical armé d'un bâton, recevait un mouvement alternatif de rotation; le bâton frappait périodiquement contre le flanc du sac plein de boulange et provoquait la chute de la farine. C'était le bluteau lâche.

Les bluteaux frappants, en tissu de laine, étaient un perfectionnement du sac ou sas à main. L'entrée ouverte restait horizontale; la sortie de cette sorte de cylindre, maintenu par un cerceau, avait une section verticale.

La boulange entraînait en tête, cheminant par gravité; un mouvement de sassage secouait l'appareil. A travers le tissu passait l'extrait ou farine; en queue, tombaient les sons très gras, et on les séchait dans un appareil semblable, nommé *dodinage*, à mailles plus grandes.

Après divers perfectionnements, vint le bluteau cylindrique tournant. Comme la marchandise se collait contre les tissus, par l'effort de la force centrifuge, une série de marteaux ou de battes frappaient l'un après l'autre sur la carcasse du cylindre pour dégorger les mailles.

Le bolting-mill des Anglais appartient à cette classe d'appareils. La boulange était mise dans une sorte de sac tournant très vite, et choquant contre des barres fixes parallèles à l'axe. Il y avait trop de secousses, et ce blutage forcé entraînait trop de son avec la farine.

En 1785, il y a un peu plus de cent ans, Dransy imagina des bluteries prismatiques; on les fit à 6, 8 et même à 12 pans; le diamètre variait de 0^m,600 à

1^m,300, et la longueur de 2^m,600 à 8 mètres. On leur donne ordinairement une vitesse de trente révolutions à la minute.

Il existe encore un très grand nombre de ces bluteries; la boulange est agitée et entraînée en même temps; elle retombe, est entraînée de nouveau, et à chaque tour descend un peu.

Le blutage ainsi produit est assez rapide; on l'accélère au moyen de marteaux frappants, ce qui dégage la soie; on a aussi essayé de nettoyer les faces extérieures des tissus, au moyen de brosses, pendant la marche.

L'inconvénient de ces appareils est qu'ils ne donnent pas assez de travail, la surface travaillante de la soie ne dépassant pas le quart de la surface totale.

Dès 1686, en Angleterre, parut, imaginé par John Finch, un cylindre en toile métallique, dans lequel tournaient de longues brosses parallèles à l'axe. En 1765, John Mile construisit un appareil analogue avec brosses disposées suivant des hélices.

M. John Smith, de Bradford, en 1829, imagina une bluterie à cylindre en toile métallique légèrement inclinée, tournant lentement pendant qu'à l'intérieur un batteur à brosse lançait et poussait la boulange contre la toile blutante; à l'extérieur, des brosses, dont les poils appuyaient légèrement sur la toile, maintenaient ouvertes les mailles de cette toile.

A l'Exposition de Londres, en 1851, M. Shore exposait un appareil à peu près semblable, dans lequel la brosse tournante était remplacée par un batteur à ailettes (300 tours) lançant la boulange contre la soie (20 à 30 tours) mise à la place de la toile métallique. C'était la bluterie centrifuge qui apparaissait.

En même temps Asbby exposait une bluterie centrifuge à axe vertical.

La bluterie ordinaire prend beaucoup de place, son travail est lent, et c'est pour ces causes que pour la remplacer on a construit nombre de bluteries à brosses avec toiles métalliques; depuis quelques années également les bluteries centrifuges ont été l'objet d'améliorations importantes.

Le cylindre de la bluterie centrifuge doit être très solide; le squelette est formé de côtes en cercles maintenues avec les fonds par des tringles parallèles à l'axe. Il est garni extérieurement d'une toile métallique ou d'un tissu de soie. A l'intérieur, un batteur portant de nombreuses ailettes planes parallèles à l'axe ou courbées en hélice tourne rapidement autour de son axe.

Ce batteur agite vivement la marchandise à bluter et la projette par la force centrifuge contre le tissu blutant.

Quelquefois on fait tourner le cylindre blutant en sens contraire du batteur; des brosses tournantes à axes fixes nettoient la toile extérieurement.

Ces appareils ont été introduits en Allemagne, il y a une trentaine d'années; un peu plus tard, aux États-Unis. En Angleterre, ils ont été améliorés et, en France, les bluteries centrifuges ont apparu en même temps que les cylindres, il y a une douzaine d'années; elles y sont encore rares.

Il semblerait que la bluterie cylindrique en ce moment gagne du terrain. parce que le blutage n'y est pas forcé et que la marchandise n'y reçoit pas de chocs capables d'aplatir la farine, et de laisser des fragments de son produit par ces chocs mêmes traverser le tissu. Mais il lui faut un très grand développement de surface.

Aussi cherche-t-on à augmenter la surface travaillante; l'appareil peut arriver à une puissance de travail utilisée de 50 % en remontant la farine à l'intérieur par des élévateurs.

Les Américains semblent rejeter la bluterie prismatique et lui préférer la bluterie cylindrique qui a un travail plus doux et satisfait à toutes les conditions qu'on peut désirer au point de vue du bon travail.

On a voulu, pour économiser la surface blutante, mettre un batteur dans un cylindre horizontal; c'était un perfectionnement de la bluterie à brosses des Anglais. Cette brosse pousse la boulange contre la toile tamisante, un peu brutalement; il y a des inconvénients et cette bluterie à brosse ne paraît pas en faveur en ce moment; elle sert au curage des sons.

La bluterie centrifuge donne un travail forcé; la toile s'use, se déchire même et des impuretés ténues passent à travers avec la farine. On a perfectionné cet appareil dans ces derniers temps; sans ce perfectionnement il aurait été rejeté.

En Amérique, il s'est produit un perfectionnement sérieux: la marchandise est remontée pendant la marche; la masse qui tombe au fond est écrémée, partiellement remontée, ce qui accroît la portion active de la surface blutante.

Cette manière de faire ramène à ce principe qui consiste à faire le blutage avec douceur et constitue le véritable progrès.

On a également conseillé l'emploi de bluteries planes; les résultats que celles-ci ont donnés ne sont pas encore satisfaisants.

L'auteur de ce rapport a imaginé, pendant l'Exposition de 1889, un appareil de blutage basé à peu près sur le même principe. Cinq plateaux superposés, de 1^m,800 de diamètre, écartés de 0^m,500, reçoivent successivement la boulange et ses produits venant du haut. Ces plateaux sont garnis de soies et les produits cheminent en s'épurant dans les sentiers préparés à cet effet.

La marche leur est donnée par un arbre vertical coudé à chaque plateau et imprimant à chacun une secousse tamisante; des lanières supportent les plateaux et les maintiennent horizontaux, en se prêtant au mouvement.

On arrive ainsi à utiliser la soie sur toute la superficie, sans aucune perte; de plus, le travail est fait avec douceur, condition excellente.

Malheureusement, la bluterie tamisante Béthouard, travaillant doucement les produits, secoue un peu les planchers, et une expérience définitive ne l'a pas encore classée parmi les appareils vraiment pratiques.

L'opération du sassage des gruaux a pris une grande importance depuis quel-

ques années, lorsque la mouture à cylindres est devenue en si grand honneur. Elle consiste à séparer des gruaux les rougeurs qu'ils renferment et à classer ces gruaux suivant leur grosseur. Ce travail se fait en vertu de la différence de densité des matières à séparer.

Pour la fabrication des semoules, l'opération est facile.

La mouture à cylindre produit beaucoup de gruaux de grosseurs diverses pour en tirer la farine, il faut les épurer complètement et les classer méthodiquement.

Le sassage des semoules se faisait autrefois avec des sas ou tamis à main en peau perforée; elles passaient au travers, les sons, plus larges, qu'elles restaient à la surface.

Par un second tamis, plus fin que le premier, on retenait la semoule et la semoulette passait. La semoule la plus lourde et de plus belle qualité garnissait le fond du sas et le son plus léger restait par-dessus; on raclait le son avec la main pour s'en débarrasser.

L'opération du sassage était délicate: elle exigeait des ouvriers adroits et exercés.

Aujourd'hui, au moyen des nombreux sasseurs qui ont figuré à l'Exposition, et dont quelques-uns se distinguent par l'élégance de leurs formes et le fini de leur fabrication, le travail s'exécute mécaniquement et de la façon la plus satisfaisante; il n'en exige pas moins une surveillance attentive de la part du personnel et la vigilance du maître doit être soutenue.

Il existe une petite lutte entre le sasseur et la bluterie; nous en parlerons sommairement.

Le sasseur a aidé beaucoup la nouvelle mouture à passages multiples par la facilité qu'il apporte pour l'épuration des semoules. On lui reproche de ne pas avoir une puissance de blutage aussi forte que celle d'une bluterie, ce qui oblige à prendre un tissu à trop grandes mailles, d'où une classification par grosseurs incorrecte.

Les semoules devraient être classées par leurs poids spécifique avant d'entrer dans le sas. Bien divisées par grosseurs, exemptes de farines, mais contenant des rougeurs, sons fins et germes, elles doivent être étalées en couche mince, soumises à l'action d'une ventilation douce, large et haute qui enlève ces corps légers; il ne se produit pas alors de déchets inutiles, ce qui arrive quand on insuffle constamment de l'air nouveau sous le sasseur.

Le classement a été fait par le diviseur; il l'est de nouveau et assez mal par le tamis; le vent ne peut enlever tous les corps légers en agissant sur la semoule qui passe dans des conduits étroits.

S'il y a du vrai dans cette critique, il ne faut pas toutefois la prendre trop à la lettre, car, jusqu'à ce jour, les sasseurs produisent un travail convenable.

Pour supplanter le sasseur, on conseillera une bluterie cylindrique, recevant les semoules, et dont les gazes de soie seraient de numéros divers. On recueillerait séparément les gruaux tombant du cylindre à travers les soies, et un ventilateur, agitant avec douceur une large nappe d'air à travers la couche de semoules, entraînerait les sons et les germes.

Cet appareil ferait-il un meilleur travail que le sasseur? L'expérience ne l'a pas dit encore. Ce serait, en tout cas, une sorte de sasseur cylindrique.

BLUTERIES DIVERSES

Les bluteries ordinaires, les bluteries centrifuges, les brosses à sons sont établies par les constructeurs sur des types à peu près semblables à ceux que nous avons indiqués dans le paragraphe intitulé : *Blutage*.

MM. Brault, Teisset et Gillet font de petites bluteries simples, doubles ou quadruples, dans un même bâti, pour le service des broyeurs aux passages successifs.

Leur bluterie centrifuge à panneaux démontables assure le remplacement facile et rapide des soies. Un autre modèle a les soies lacées extérieurement sur un squelette métallique; une brosse rotative nettoie la soie, et, le batteur portant plus de palettes, la surface blutante plus utilisée est plus considérable.

Pour le service des broyages, MM. Robinson et fils emploient un crible séparateur à mouvement rotatif; cet appareil agit très doucement, la farine de broyage diminue en quantité, et on a plus de semoules, ce qui vaut mieux.

Trois séparations distinctes se produisent : le blé concassé, la semoule et la farine de broyage. La semoule va aux sasseurs directement; comme c'est la meilleure, on la traite séparément sans la laisser se mélanger aux gruaux inférieurs.

La bluterie centrifuge est à bâti de fonte; les batteurs sont en fer; le cylindre reçoit le mouvement par l'arbre du moteur au moyen d'engrenages. Les côtes recevant la soie sont en acier et rapprochées, ce qui donne à celle-ci plus de tension et la conserve mieux.

La brosse à sons de MM. Robinson et fils est horizontale; elle consiste en un fort cylindre conique garni de fils de fer; à l'intérieur, des brosses rotatives débarrassent le son de la farine qu'il contient, et la rejettent à travers les fils de fer; le son s'écoule par le bas.

Une brosse rotative extérieure nettoie le cylindre, ce qui augmente la production. Les brosses intérieures peuvent être réglées pendant la marche.

M. Hignette expose une bluterie verticale à farine et à son. Le cylindre tourne

à petite distance dans un châssis cylindrique. Des hélices fixées sur le cylindre mobile donnent un mouvement d'ascension rapide à la matière à bluter; le produit du blutage traverse le châssis garni de toile métallique ou de soie. L'appareil tient peu de place.

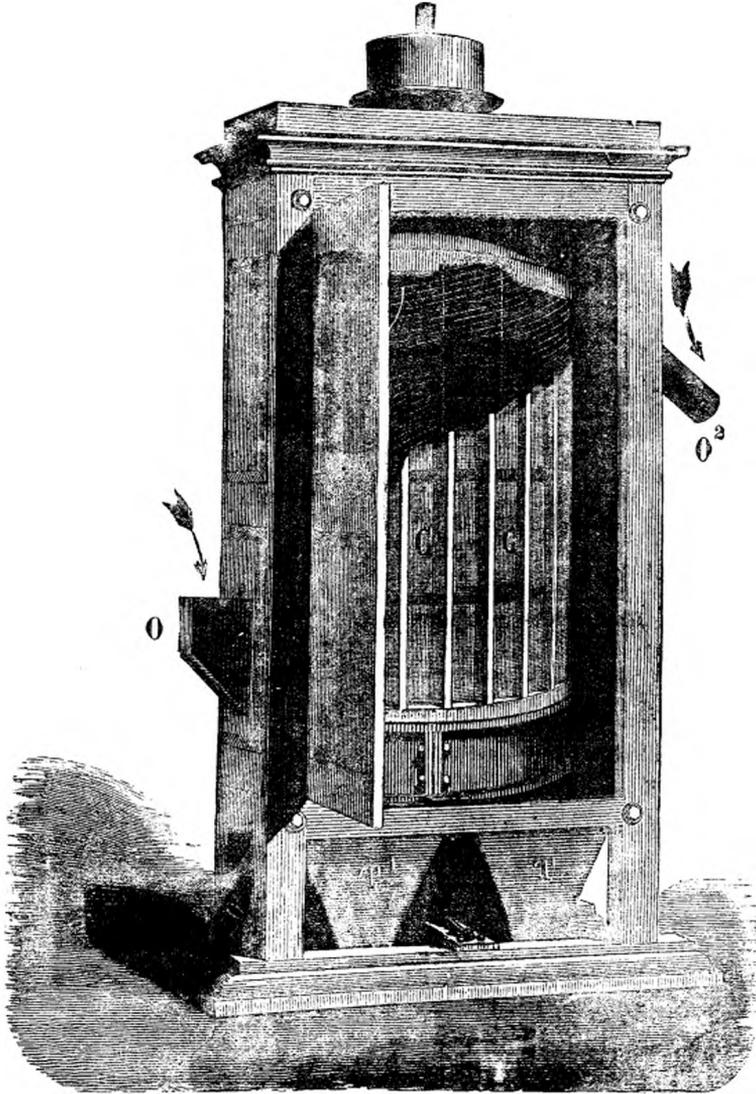


Fig. 29 — Bluterie verticale à farine et à son de Hignette.

Le même constructeur présente aussi une bluterie à peu près horizontale; le squelette du cylindre est divisé sectionnellement en quatre parties entourées de soies; on a donc augmenté d'une façon notable la surface blutante.

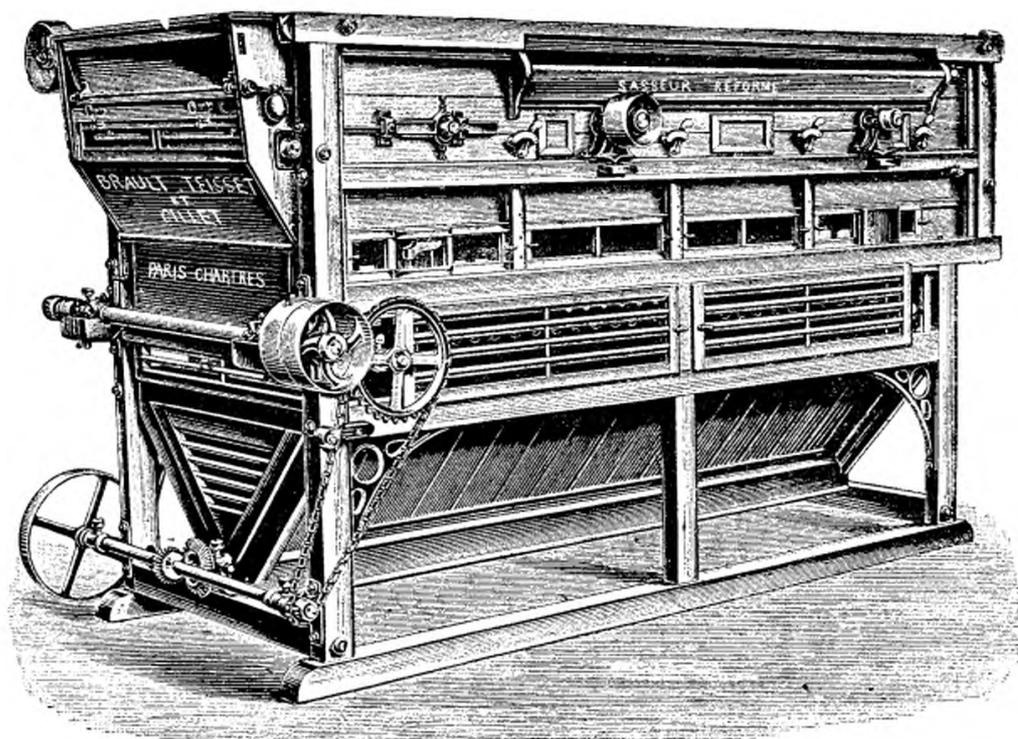


Fig. 30. — Sasseur « Reforme » de Brault, Teisset et Gillet.

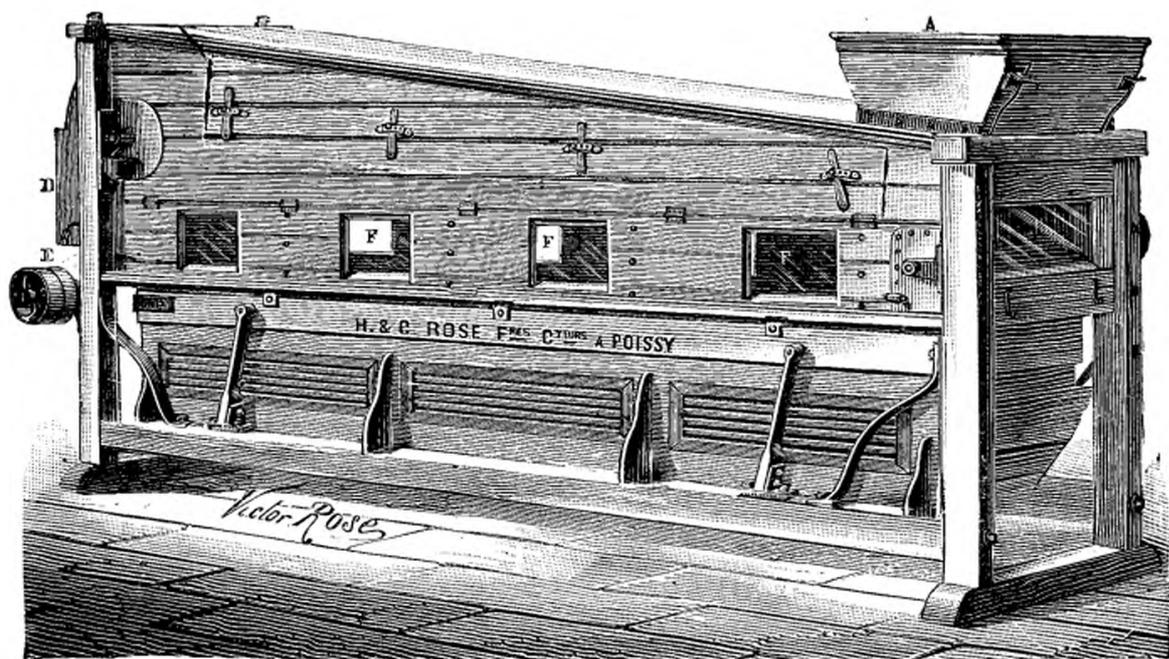


Fig 31. — Sasseur Rose frères.

Les bluteries centrifuges de MM. Rose frères, Howes et Elwell, Smith, Carter Pasteger, Millot, Feray, de la Société générale meulière, ont beaucoup d'analogie entre elles.

La disposition indiquée par MM. Howes et Elwell est bien étudiée; la soie peut être attachée sur le dévidoir en quelques minutes; au moyen de deux vis placées l'une sur l'autre, la farine est mieux divisée; une vis à brosse, garnie d'une gaze métallique à l'entrée de la bluterie, permet de faire sortir les déchets.

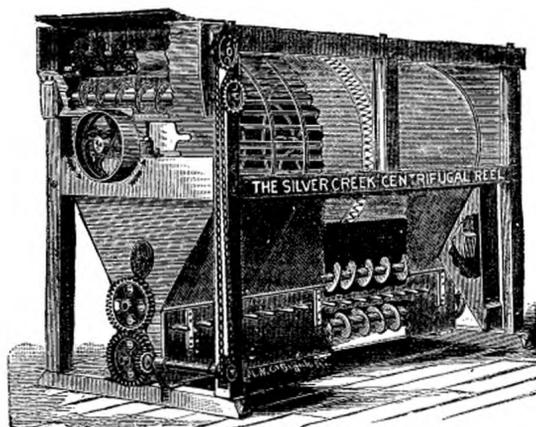


Fig 32. — Bluterie Howes et Elwell.

M. Smith a placé contre la soie des ramasseurs au nombre de six, longitudinaux, concaves et mobiles. Au fond, ils ramassent la marchandise; en atteignant le haut, ils se renversent, laissant libre la surface blutante. Le blutage se trouve ainsi accéléré par l'action de ces ramasseurs. Un désintégrateur détache les écailles ou matières collées ensemble avant l'entrée dans le cylindre.

Un autre appareil est exposé par M. Smith; le centrifuge et l'extracteur sont superposés dans le même bâti. On pourra bluter les derniers concassages, les gruaux contenant des germes et tout produit nécessitant une séparation avant d'être bluté.

M. Bordier, pour traiter les produits de son broyeur, a exposé un blutage semblable à celui usité pour les meules: une bluterie à extraire, une bluterie à diviser les semoules, une pour les farines extraites et une petite pour le son. Ces appareils peuvent être courts, les marchandises étant très sèches.

M. Schweitzer a présenté un tamis bluteur formé d'une toile métallique ou d'une soie tendue sur un cadre rectangulaire; le mouvement imprimé est latéral; plusieurs tamis sont superposés dans le même bâti. Les produits légers

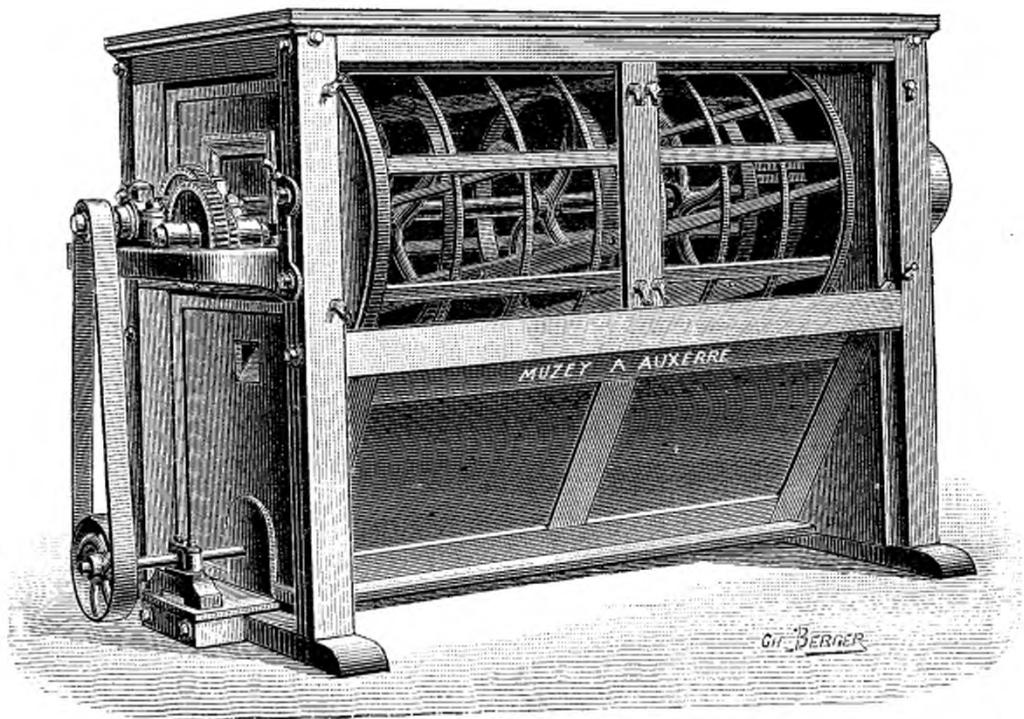


Fig 33. — Bluterie Muzey.

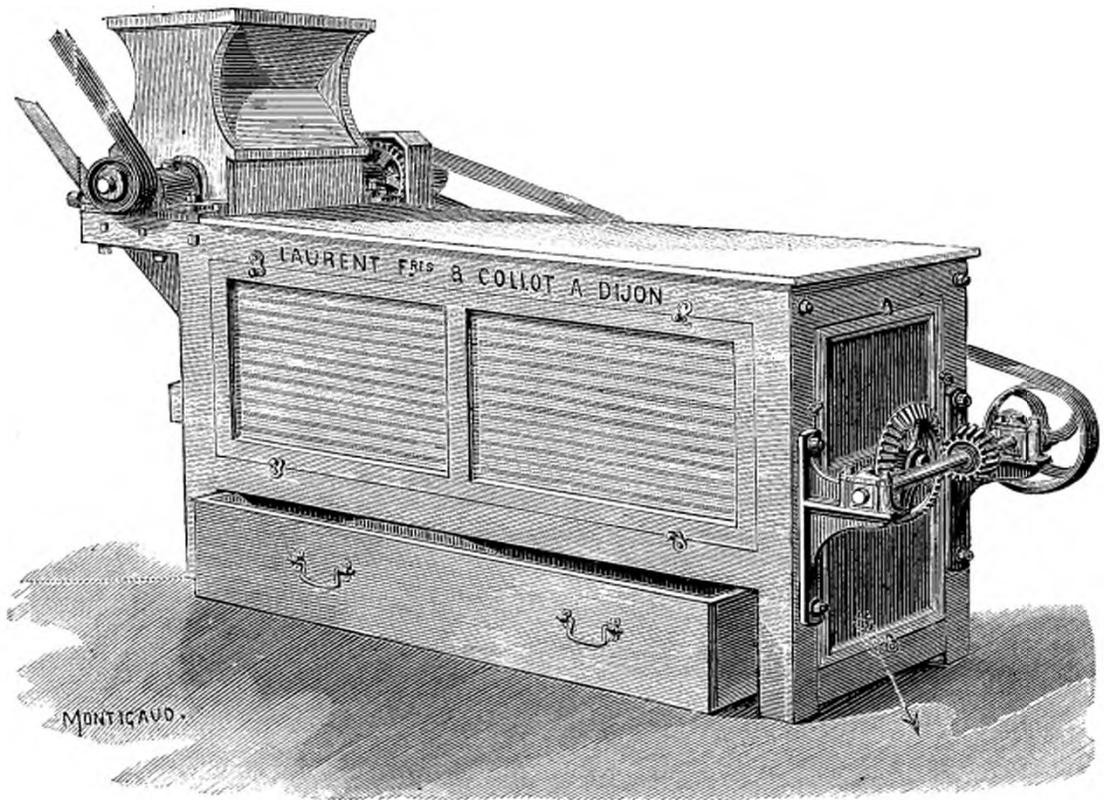


Fig 34. — Aplatisseur-extracteur Laurent frères et Collot à Dijon.

remontent à la surface ; les plus lourds sont en contact avec les mailles, d'où résulte un premier sassage.

On remarque aussi les bluteries centrifuges de MM. Dardel, Goubet, Caens, Darnel-Bosshardt, Maurel, Decollogne.

MM. Maerky, Haller et C^{ie} (Suisse) ont exposé divers appareils de blutage nouveaux et originaux ; le travail de menuiserie est bien traité ; pour les gruaux une sorte de bluterie plane paraît bien étudiée. Des appareils à brosse servent au curage des sons ; ils n'offrent rien de particulier.

M. Outrequin, d'Orléans, a exposé une bluterie ronde ; la boulange, débarrassée du gros son, vient glisser sur la soie ; elle s'y appuie par sa pesanteur sans projection ni secousses.

Il n'y a pas de barres longitudinales à l'intérieur du cylindre ; le travail ne subit donc pas d'interruption, la soie cheminant sous la boulange à une vitesse lente et régulière. Il se développe, par suite de son avancement, une surface considérable de travail ; une petite brosse extérieure mobile nettoie et dégage les mailles de la soie. Cette bluterie ronde permet d'utiliser le tissu dans une grande partie de la circonférence ; elle donne de bons résultats.

Si on remontait la boulange dans le cylindre au moyen d'élévateurs, on obtiendrait une surface bluante, embrassant la moitié de la soie, et l'appareil serait alors fort amélioré. Il y a, pensons-nous, intérêt pour les constructeurs, à chercher dans cette voie.

SASSEURS

Comme les bluteries centrifuges, les sasseurs on figuré, en grand nombre, à l'Exposition universelle ; ils avaient tous un air de parenté comme les premières avaient une ressemblance.

MM. Brault, Teisset et Gillet ont exposé un sasseur à aspiration simple ; un autre avait en plus une aspiration sous le tamis.

Le sasseur « Réforme » comporte deux types : l'un muni d'un filtre, l'autre sans filtre ; de petits canaux en zinc, placés au-dessus de la soie, enlèvent, au fur et à mesure de leur soulèvement, les impuretés des marchandises qui passent sur les tamis. Les farines folles, entraînées par l'aspiration, sont arrêtées par le filtre et recueillies à part.

On obtient, avec cet appareil, des produits très fins, et on peut épurer les petits gruaux.

Le sasseur de MM. Robinson et fils se rapproche de ce dernier ; les impu-

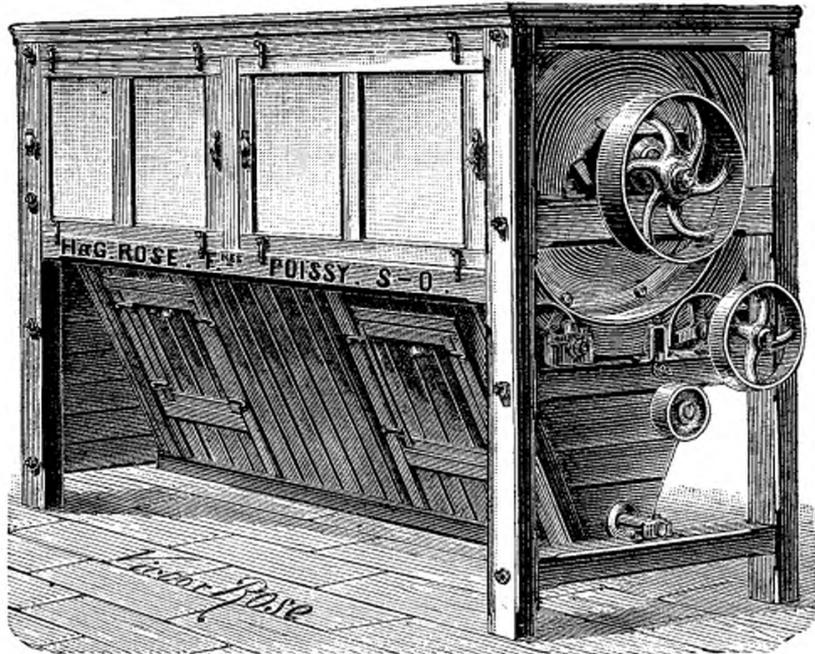


Fig 25. — Bluterie centrifuge de Rose frères.

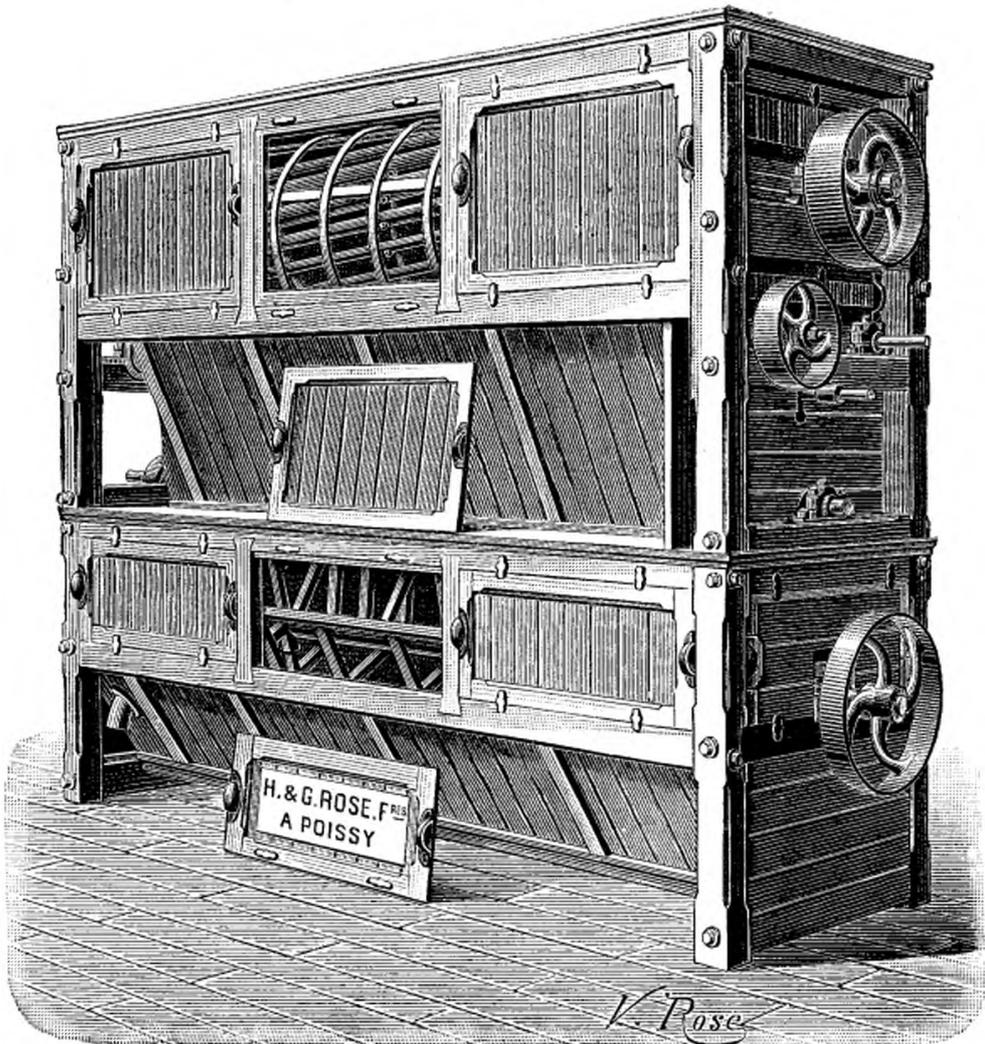


Fig 36. — Bluterie centrifuge avec diviseur Rose frères.

retés les plus lourdes, recueillies dans une série de rigoles, sont évacuées par une brosse mobile dans une vis sans fin, et les impuretés légères sont entraînées par le courant d'air dans la chambre à poussières.

Les sasseurs de MM. Rose frères, Smith, Sloan et C^{ie}, Millot, Pasteger fils, la Société générale meulière, etc., sont bien traités.

Dans les sasseurs Smith et Rose frères, un courant d'air traverse la garniture en soie d'un tamis dont les numéros sont plus gros en allant vers la queue; la chambre d'air supérieure communique avec l'aspirateur par des trappes régulières; la force du courant peut être réglée séparément pour chaque chambre. Au-dessus de la chambre à air, est disposée une série de compartiments à poussière. Une brosse passe sous le tamis, détache les fines particules de farine attachées dans les mailles de la soie, ainsi que les granules de gruaux trop grands qui les obstruent.

MM. Rose frères, au moyen d'un ramasseur placé dans la cheminée d'aspiration, enlèvent les pellicules et folles farines qui s'y déposent, et vont dans une chambre spéciale ou dans un collecteur.

Il convient de signaler encore les sasseurs de MM. Schweitzer, Dardel, Goubet, Darnel-Bosshardt, Caens, Muzev, Reiser (Suisse), Chevalier, etc.

M. Goubet met au-dessus du tamis une grille à canaux longitudinaux évasés par le haut; l'air passe, contracté, entre les canaux, se détend au-dessus, et dans les canaux se déposent les matières lourdes, fins finots piqués, petits sons, etc., tandis que les plus légères, piquées, soufflures, etc., sont emportées vers la chambre ou le collecteur.

Le sasseur Caens est mû par un mouvement alternatif qui paraît bien compris.

Le sasseur à semoules de M. Maurel présente de bonnes dispositions; il en est de même de son sasseur-aspirateur à double effet pour l'épuration des fins gruaux.

COLLECTEURS A POUSSIÈRES

Le collecteur de MM. Robinson et fils comprend des poches de flanelle à rangées simples ou doubles. Dans les chambres de côté arrive l'air poudreux des ventilateurs des cylindres, des meules, des sasseurs: il est soufflé; les poches retiennent la poussière et l'air s'échappe à travers leurs mailles. Un mécanisme permet, au moyen de leviers, de secouer les poches de flanelle; la poussière tombe dans une vis sans fin.

MM. Rose frères exposent un collecteur analogue; ces appareils sont très ingénieux, et rendent d'utiles services dans les moulins.

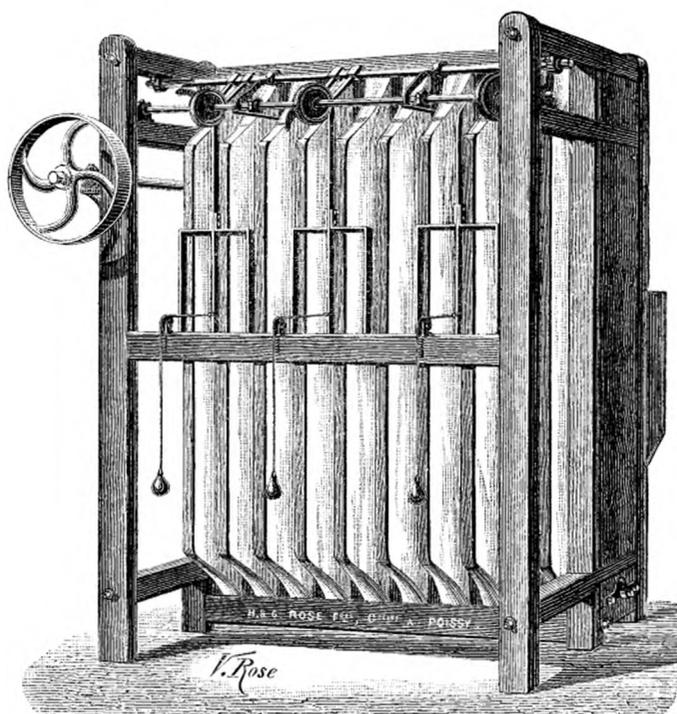


Fig. 37. — Collecteur à poussière Rose frères

Le collecteur de MM. Feray et C^{ie} comprend aussi des feutres qui arrêtent les folles farines ou poussières.

Par un cyclone, MM. Brault, Teisset et Gillet font arriver l'air dans un conduit étroit avec une certaine vitesse; au collecteur il perd sa force vive tout en faisant tourner un cylindre à ailettes par suite d'un élargissement brusque de section. Les matières en suspension se déposent sur ces cylindres en tôle placés concentriquement dans l'appareil, et sont recueillies dans un ensachoir. L'air s'échappe, épuré, par-dessus.

L'appareil de M. Millot est analogue.

Le collecteur, système Comerford, exposé par MM. Jules Sloan et C^{ie}, de Paris, est basé sur un principe nouveau. L'air chargé de poussière est filtré à travers des petits blés disposés à cet effet.

Le petit blé ou tout autre produit, devant retenir la poussière, descend du haut du collecteur d'un mouvement continu; il se charge dans son parcours, entre les parois du collecteur, de la poussière contenue dans l'air envoyé par le ventilateur.

A la sortie de l'appareil, le petit blé est débarrassé, dans une bluterie à toile métallique, de la poussière qu'il a prise dans le collecteur, et, devenu propre, il recommence son trajet.

Répartition du broyage. — MM. Jules Sloan et C^{ie} exposent un système très intéressant de répartition de broyage, inventé par MM. Carter et Zimmer.

Le classement des produits de broyage s'opère par densité. Sous l'action d'une ventilation puissante et uniforme, les particules de son et de blé sont classées suivant leur poids, c'est-à-dire suivant leur degré exact de décortilage.

On obtient, après le deuxième passage, des particules de blé et des pellicules de son en état d'aller aux cinquième ou sixième passages, ou même en sac, comme produits finis; il devient, dès lors, inutile de les faire passer dans les troisième et quatrième broyages.

On fait la répartition simple et la répartition double.

On obtient, dans ces conditions, des sons larges, moins de fins sons, de la farine de boulange plus blanche, une augmentation de production, des semoules et gruaux de premier jet purs, peu ou point de gruaux purs.

Cet appareil mérite d'être signalé.

CONSERVATION DES FARINES

La conservation des farines présente un grand intérêt; l'alimentation des armées de terre et de mer dépend de cette conservation; l'industrie meunière pour les transports par mer se préoccupe également de la question.

La farine de blé renferme 10 à 15 % d'eau; elle peut en absorber davantage, étant très hygrométrique; il faut chercher à diminuer cette proportion. En effet, à partir d'une température de 14 à 15 degrés centigrades, sous l'influence de l'humidité, les matières azotées contenues dans la farine entrent en fermentation; on évite cette fermentation en enlevant l'eau hygrométrique et la moitié de l'eau que la farine contient normalement.

La farine, quant elle ne contient que 8 % d'eau, se conserve facilement; cette eau, ainsi enlevée de la farine, rentre dans la pâte lors du pétrissage; il ne se produit pas de déchet en réalité, puisqu'il y a compensation.

M. Touraillon fils a exposé une étuve mécanique composée de cinq plateaux de 2 mètres de diamètre, munis chacun d'un robinet qui introduit la vapeur dans un serpentin placé à l'intérieur de chaque plateau.

Par ce robinet, on règle à volonté la température qu'indique un thermomètre

fixé sur chaque plateau; on peut tenir le premier plateau à 40 degrés centigrades, le deuxième à 50, le troisième à 60, le quatrième à 70, le cinquième à 80, limite qu'il ne faut pas dépasser.

La farine arrive au centre du plateau le plus élevé; elle y est promenée sur la surface au moyen d'un râteau à quatre branches munies de palettes excentriques; à la circonférence, la farine, par une anche, tombe sur le deuxième plateau. Les palettes du râteau de ce deuxième plateau ramènent la farine au centre d'où elle descend au troisième plateau, etc.

La farine parcourt ainsi les surfaces de plus en plus chaudes des cinq plateaux. A la sortie du dernier, elle ne contient plus que la quantité d'eau que l'on veut lui laisser, et elle va se refroidir dans une chambre à ensacher.

On peut transformer les plateaux inférieurs en réfrigérants, en y introduisant de l'eau froide, pour éviter d'envoyer la farine dans une chambre spéciale.

La farine étant refroidie, on la met dans des caisses métalliques, dans des barils ou dans des sacs de toile imperméable.

L'appareil de M. Touaillon fils peut traiter de 4 à 600 kilogrammes de farine par 24 heures; il est bien construit, et peut rendre de réels services.

APPAREILS DE MANUTENTION DES BLÉS EN FARINES

Lorsque le blé arrive en vrac par bateaux, on le décharge au moyen de chaînes à godets ou norias; le blé, pris directement dans le navire, est versé dans les boisseaux du moulin ou du dock.

Dans les magasins considérables, dans les grands moulins, tous les transports de matières se font aussi mécaniquement.

M. Burton fils, de Paris, a exposé des éleveurs et transporteurs puissants; il applique la chaîne d'élevateur du système Ewart à maillons détachables qui est d'un bon usage.

Il construit des appareils de grande puissance, pouvant décharger d'un bateau 500 quintaux de blé à l'heure à la vitesse de 1 mètre à 1 mètre 20 par seconde.

M. Burton fils fabrique aussi des appareils de moindre force pour l'intérieur des moulins, des transporteurs à toile, etc.

La construction en est solide.

ARTICLES DIVERS

SOIES GAZ, OUTILAGE, MARTEAUX

L'exposition collective des fabricants zurichoïses de soies gazes, MM. Heiddeger et C^{ie}, Hoffmann et Vollenveider, Holl et Preisig, Hombberger frères, Pestalozzi,

Reiff, était tout à fait remarquable. On y voyait réunis les échantillons les plus parfaits de leur fabrication qui étaient présentés au public avec beaucoup de goût.

MM. Fabre et Martinod, de Pannissières, fabriquent un tissu dit *demi-zurich*, fort, solide, tamisant bien.

La fabrication de MM. Courrége et C^{ie}, de Blayan, est courante; il y a régularité dans les tissus.

MM. Millon, Baudot, de Paris, Follanfand, de Paris, vendent les soies aux meuniers et en font la pose dans les usines.

Ils vendent aussi le petit outillage très complexe des moulins, comme fabricants ou intermédiaires. Ce commerce a pris depuis quelques années une importance assez grande.

L'établissement Boudot, bien que modeste, doit être cité pour son origine ancienne; il date de près de deux siècles.

MM. Teissier, d'Étrechy, Brochard, de Pontoise et Bary, d'Étrechy, fabriquent des marteaux à rhabiller. Ce sont de bons ouvriers qui forgent eux-mêmes et trempent leurs marteaux. Il faut pour ce travail certain tour de main où l'ouvrier est plus ou moins habile. La fabrication de M. Teissier est bien soignée.

CONCLUSIONS

Il ressort de l'examen des appareils de meunerie présentés dans la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889, que toutes les nations qui se sont fait représenter à cette Exposition rivalisent pour arriver à la fabrication des meilleures farines.

Le mouvement, né en Hongrie, s'est étendu dans le monde entier et la blancheur comme la pureté des farines s'obtiennent aujourd'hui dans tous les pays civilisés.

La mouture à réductions multiples peut seule donner le maximum de blancheur et de qualité aux produits, et, parmi les divers systèmes d'appareils qui permettent de la pratiquer, les cylindres métalliques donnent les meilleurs résultats.

Par les meules en pierre on obtient des farines convenables, et le grand nombre de moulins à meules existants, améliorés, pourront encore donner satisfaction à leur clientèle, sans atteindre toutefois à la perfection.

L'humanité n'est pas près de s'éteindre et la question redoutable du rapport entre la population du globe et sa superficie se posera plus tard.

Cette population augmentant sans cesse, il faudra bien la nourrir; le pain, étant l'aliment qui se répand de plus en plus, devait être amélioré.

L'art de moudre le blé a fait un pas immense en avant et les peuples apprécient de mieux en mieux la bonne farine qui fait le bon pain.

Nous citerons, en terminant, une étude statistique sur les moulins en Angleterre, dont le nombre a singulièrement diminué depuis quarante ans, par suite du travail mécanique et automatique introduit dans la meunerie.

En 1852, pour 18 millions d'habitants, il y avait, dans le Royaume-Uni, 36,076 moulins; aujourd'hui pour une population de 26 millions, il reste en activité 4,750 moulins, dont 750 à cylindres et 4,000 à meules.

Les moulins d'aujourd'hui produisent plus de farine que les anciens, mais le personnel ouvrier a diminué de moitié. La population ouvrière des moulins a donc dû, dans cette lutte pour la vie, manquant de travail, se dissoudre et se disperser dans d'autres professions.

Les efforts vers le mieux que nous avons été heureux de constater dans les appareils de la classe 50, ne s'arrêteront pas là et à la prochaine Exposition universelle la meunerie nouvelle apparaîtra plus élevée encore dans l'art de moudre, surtout avec l'aide des savants qui lui prêtent leur dévoué concours.

BÉTHOUART

TABLE DES MATIÈRES

10^e Partie.

ARTS INDUSTRIELS

L'Industrie des matières textiles à l'Exposition universelle de 1889, par M. DELESSARD

PREMIÈRE PARTIE

	Pages
Filature	3
Exposants	3
<i>Filature du coton</i>	4
<i>Battage</i>	4
Express-carde de M. F. Risler (Cernay). Construction J. Grün . .	7
<i>Cardage</i>	8
Carde à Hérissons.	8
Carde à chapeaux mobiles	9
Production.	10
Cardes à chapeaux mobiles de MM. J.-J. Rieter et C ^o	11
Production	11
Peigneuse Hubner dite à alimentation continue	11
Peigneuse J. Imbs	12
Description de la machine.	12
Fonctionnement de la peigneuse.	13
Bancs d'étirage.	14
Bancs à broches	15
Rota-Frotteur. — Brevet J. Imbs. Construction Flécheux et Jantot.	16
Description de la machine.	17
<i>Filage</i>	18
Renvideur de MM. Rieter et Cie	18
Métier continu	19
Métier continu de M. F.-J. Grün.	20
Formation de la bobine.	20
Levée	22
Métier continu à anneaux, système A. Vimont	22

	Pages
<i>Matériel de la filature de laine</i>	25
Echardonneur hydro-mécanique	26
Séparation de la laine et des chardons par écrasement	28
Filature de laine peignée	28
Peigneuse de MM. Offerman et G. Ziegler.	29
Alimentation	29
Pince	29
Tambour peigneur	29
Peigne nacteur.	30
Arrachage	30
Fouet et contrefouet	30
Peigneuse Grün-Offermann	33
Matériel et préparation de la laine cardée	34
Appareil Blamire avec enroulage à pression	35
Continu diviseur	35
Continu diviseur à lames voyageuses en acier (système J.-S. Bolette).	36
Appareil à lames d'acier fixes, tambours voyageurs (système Grün)	37
Société anonyme Verviétoise (Belgique).	38
<i>Chanvre et lin</i>	40
<i>La Ramie</i>	41
<i>Décortissage</i>	42
Machine à décortiquer produisant de la filasse	42
Machine Armand Barbier	43
Machine dite la Française de M. Félicien Michotte	44
Machine Landsheer	44
<i>Soie.</i>	45
Soie artificielle.	47

DEUXIÈME PARTIE

<i>Apprêts du fil.</i>	49
<i>Retordage.</i>	49
Description du casse-fil.	50
Nouveau bobinoir cylindro-conique	52
Description de la machine.	53
Apprêts des fils pour tissage.	55
Bobinoir de M. Ryo-Catteau	56
<i>Ourdissage</i>	57
Ourdissoir à grand tambour (exposition Diédérichs, Bourgoin, Isère)	58
Ourdissage	60
Repliage	61
Ourdissage à grand tambour mobile de Mme veuve Mathieu Snoeck	62
<i>Parage</i>	63
Encolleuse pour coton (Société Alsacienne B. M. G)	64
Nouveau système à grande production	64

	Pages
<i>Des trames</i>	66
Machine dite coconneuse	67
Canetière ou continu Max Chapon.	67
Machine à faire les canettes de M. Ryo-Catteau.	70
TROISIÈME PARTIE	
<i>Matériel du tissage des étuffes</i>	73
Exposants. — Classe 55.	73
Société Alsacienne B. M. G.	73
Métier à tisser à marches extérieures	74
Métier à tisser à quatre navettes	74
Métier à tisser la soierie	76
Disposition du peigne pour battre à sec.	77
Régulateur Mercier à friction et à enroulement direct	78
<i>Société des chantiers de la Buire (Lyon)</i>	79
Système Laerserson-Wilke et Chantiers de la Buire	79
<i>La remise ou harnais</i>	80
Mécanique d'armure.	80
Battant	80
Régulateur	81
Bascule	82
Chasse.	84
Métier à tisser le velours (système E. Charbin)	85
<i>Remisse</i>	86
Mécanique d'armure.	86
Battant	87
Chasse.	87
Régulateur	87
Donneur de poil	87
Coupe du poil	88
Bascule	88
Machine à deux ou trois lats suivis dit « pique-nique »	88
<i>Société des Tissages et Ateliers de construction Diédéricks</i>	89
Machine pour le coton	89
Machines pour le tissage de la soie	90
Métier à tisser, type dit Saxon	91
Commande	92
Battant	92
Chasse-navette.	93
Mécanique d'armure.	94
Mouvement de boîtes à navettes	95
Régulateur	97
<i>Métier à tisser (système Sibut aîné, d'Amiens)</i>	98
Battant.	98
Chasse-navette.	99
Mécanisme des lisses	100

	Pages
Ensouple	101
Enroulement du tissu	101
<i>Métiers à fabriquer les tapis</i>	102
Métier Duquesne (Paris)	102
Légende de la planche	104

QUATRIÈME PARTIE

<i>Matériel des apprêts et de la teinture</i>	106
<i>Société Viervieoise.</i>	106
Machine à fouler les draps et les étoffes de laine.	106
» à ramer	107
» à lainer ou à garnir.	108
Machines à tondre les tissus.	109
<i>Matériel pour les apprêts de tissus de MM. Gosselin père et fils.</i>	109
Laineuses.	109
Tondeuses	110
Fouleuses.	110
Fouleuse à deux maillets libres	111
Fouleuse à trois maillets à marche symétrique	111
Machine à épentir.	111
Appareil essoreur ou hydro-extracteur	112
Description de la machine.	112
<i>Appareil pour la teinture et le dégraissage des fils en échevaux et des rubans de Klander et frères, à Philadelphie.</i>	113

Des végétaux textiles à l'Exposition Universelle de 1889

par M. GUILLEMANT

Introduction.	117
Caractères généraux des plantes	119
<i>Fibres extraites des tiges.</i>	121
<i>Le chanvre</i>	121
<i>Le lin</i>	123
<i>Le jute.</i>	126
<i>La ramie.</i>	127
Culture.	130
Rendement	132
Traitement de la Ramie	133
Décorticage	135
Dégommage.	135
Canne à sucre	137
Le Koso	137
Gampi et Mitsoumata	138

	Pages
Le Bourao	138
Famille des malvacées	138
<i>Fibres extraites des feuilles ou des fruits</i>	139
Phormium Tenax.	139
Famille des palmacées	139
Famille des liliacées.	140
Famille des musacées	141
Famille des amaryllidées, bromeliacées, etc.	141
Graminées	113
<i>Fibres des racines</i>	143
<i>Fibres des semences.</i>	144
Le coton	144
Famille des bombacées	148
Conclusion	149

Les Conditions publiques des textiles en 1889 Procédés et Appareils, PAR J. STORHAY.

Avant-propos	151
------------------------	-----

PREMIÈRE PARTIE

Procédés des conditions publiques.	
Nature des expériences.	154
Pesage des textiles	155
Importance d'un pesage exact	156
Poids légal et tares	157
Loi concernant les usages commerciaux	157
Tableau annexe. — 1 ^{re} partie.	
Règles générales.	157

DEUXIÈME PARTIE

Evaluation pratique des tares	159
Conditionnement hygrométrique	159
Principe du conditionnement.	160
Prélèvement des épreuves	161
Dessiccation absolue.	161
Humidité moyenne pour cent.	16
Reprise	162
Poids net total conditionné	163
Solutions de quelques problèmes	164
Textiles en mélange.	167
Proportion des épreuves	168
Mode de prélèvement	168
Règles concernant la dessiccation.	169
Fixation des taux de reprise.	170

	Pages
Reprises différentes réclamées pour la laine	171
Reprises en usage	172
Titrage et numérotage	172
Ancien titre de la soie	173
Numéros anciens et étrangers	173
Mode d'opérer	174
Numéro conditionné	175
Numéro décreusé	176
Formules relatives au titrage et au numérotage	177
Décreusage et lavage	180
Décreusage de la soie	181
Lavage de la laine, du coton, etc.	181
Procédé de lavage des laines peignées teintes, etc.	182
Calcul des résultats	183
Expertises diverses	185
Observation.	186
<i>Appareils.</i>	186
Appareils de pesage	187
Balances pour colis gros et lourds.	187
Prescription des statuts.	187
Tolérance légale des poids	189
Balances bascules à romaine.	190
Balances bascules à romaine et à tickets (système Chameroy).	190
Bascule automatique à cadran	191
Balances ordinaires à fléau simple.	191
Balances de précision	192
Soins particuliers à donner aux poids	193
Appareils du conditionnement	193
Historique des étuves primitives	194
Etuves de conditionnement à la vapeur	194
Appareil Gamot	194
Appareils chauffés au charbon	195
Appareil Persoz-Rogeat	195
Températures limites du conditionnement	197
Calorifère Rogeat.	198
Nouveau calorifère pour les étuves	199
Appareil Storhay	201
Appareil Person, modification de M. Cabanis.	202
Appareils préparateurs	203
Appareils chauffés au gaz.	206
Etuve à gaz de la Condition de Bâle	207
Etuve à gaz Ratti.	207
Appareil à gaz Ratti.	207
Appareil à gaz, système Sée.	207
Appareil à gaz, système Marshall	209
Appareil à gaz Storhay.	209
Appareils à gaz divers essayés à Lyon	209
Appréciations générales	211

	Pages
Contrôle supérieur du conditionnement	211
Accessoires des appareils de conditionnement	212
Appareils de titrage et de numérotage	212
Banque de Grèges	213
Eprouvette à titrer	213
Dévidoir Piot	214
Dévidoir à fil juxtaposé en hélice	214
Numéroteur mathématique du Dr L. Olivier	214
Dévidoirs du commerce.	215
Appareils accessoires..	215
Appareils pour le décreusage de la soie et le lavage des laines et des cotons	216
Appareils divers	217
Sérimètre-dynamomètre	217
Sérimètre Testenoire	218
Appareil phrosodynamique Alcan	218
Dynamomètre Perreaux	218
Appareil Daniel Holzach	218
Compteur d'apprêt	218
Appareils divers	219

TROISIÈME PARTIE

<i>Installation générale</i>	219
Magasins et dépendances	220
Ateliers d'expertises et bureaux	221
Condition de Lyon	222
Condition de Roubaix	223
Condition de Tourcoing	225
Appréciation générale	227
Organisation et contrôle des Conditions publiques	228
Conditions publiques actuelles	230

La photographie à l'Exposition universelle de 1889,
par H. FOURTIER.

Avant propos	131
------------------------	-----

PREMIÈRE PARTIE

L'œuvre de la photographie	233
Le cinquantenaire de la photographie	233
Le Congrès photographique	240
Comité d'organisation	240
Unité et étalon pratique de la lumière	242
Appréciation de l'intensité lumineuse dans les opérations photo- graphiques.	243

	Pages
Détermination de la sensibilité des plaques photographiques . . .	243
Uniformité dans le mode de mesure de la longueur focale des objectifs	244
Mode d'indication de l'effet photométrique des diaphragmes des objectifs.	244
Mode de mesure du temps d'admission de la lumière réglé par les obturateurs photographiques	244
Uniformité dans l'expression des formules photographiques et uniformité dans la désignation des procédés photographiques .	245
Moyen d'assurer la propriété artistique des œuvres photogra- phiques.	248
<i>La Classe XII.</i>	
Données générales	250
DEUXIÈME PARTIE	
La technique de la photographie.	
Les objectifs.	256
Les divers genres de lentilles	259
Objectif pour paysage	261
Objectif grand angulaire à diaphragme tournant.	261
Panorthoscopique Laverne.	261
Trousse d'objectifs	262
Objectif double, genre Petzwal avec diaphragmes à languette et à onglée	262
Coupe montrant la disposition du diaphragme Iris Laverne. . .	263
<i>L'Instantané et les obturateurs.</i>	263
Obturateurs	264
Instantané	265
Guillotine simple, Laverne.	266
Guillotine,	266
Obturateur Laverne, à vanne.	267
Obturateur Fallier.	267
Obturateurs Guerry.	268
Obturateur Londe Dessoudeix	269
Obturateur Thury et Arney	270
Obturateur Zion.	270
<i>Les appareils.</i>	271
Chambres noires	271
Chambre perfectionnée à soufflet tournant et long tirage. . . .	272
Viseur Dessoudeix	272
Détective Laverne.	273
Le vélocigraphe	274
Détectives diverses	275
Appareils automatiques	275
Appareils réglables	276
Appareils à mise au point	276
Détective à mise au point Londe Dessoudeix	277

	Pages
Appareil panoramique Benoist (Molteni constructeur)	278
Appareil Benoist. — Mode opératoire	279
Le Kodak de Nadar	280
<i>Les couches sensibles, l'Isochromatisme.</i>	281
Constitution des couches sensibles.	281
Collodion.	281
Procédé des émulsions.	281
Maturation	282
Procédé au gélatino-bromure	284
Extinction photochimique	286
<i>Le développement</i>	288
Les développements acides et alcalins	288
Meuble à développement de M. Dessoudeix	292
Bougeoir à verre rouge.	293
Grande lanterne à gaz.	293
Lampe à pétrole	293
Modèle de laboratoire	293
Lanterne de poche	293
Petite lanterne d'atelier	293
Appareils spéciaux	294
Mesure de l'acténisme de la lumière	294
Photomètre enregistreur Dessendier	295
Tireur automatique Dessendier.	297
Régulateur.	298
<i>Les accessoires</i>	301
Les trépieds. — Les viseurs	301
Viseur Laverne.	301
L'indispensable de Faller	302
Lampé au magnésium	303
Châssis doubles à volets	304
Châssis à rideau	304
Châssis à escamoter de Faller	304
Châssis à rouleau	305
Châssis Eastman	305
Loupe de mise au point.	305
Adapteur Molteni	306

TROISIÈME PARTIE

Tirages photographiques	308
<i>Le tirage des épreuves.</i>	308
Le papier albuminé	308
Procédé de tirages au sel d'argent	309
Châssis Faller à agraffes.	312
Châssis positif	312
La retouche.	313
Dégradateur	314
Cuvette.	314

	Pages
Panier laveur	315
Laveur automatique Laverne	315
Presse à satiner	315
Presse à bomber	316
Les photocalques	317
Définition.	317
Principe du procédé.	318
Modes de tirage	319
<i>Procédés divers</i>	320
La ferrotypie	320
Positives sur verre	321
Procédé par saupoudrage.	321
Photominature	322
Couleurs à l'albumine	322
<i>Procédés aux encres grasses.</i>	323
Classification des phototirages	323
Photocollographie.	323
Phototypographie	324
Photoglyptographie	324
Photoplastographie	324
<i>Photocollographie</i>	325
Atelier de photocollographie	326
Presse à râteau	329
<i>Phototypographie.</i>	329
<i>Photoglyptographie</i>	331
<i>Photoplastographie et Photogalvanographie.</i>	332
Principe de la photoplastographie	333
<i>Le Stéréoscope</i>	335
Théorie du stéréoscope.	336
Stéréoscope forme anglaise	337
<i>Les projections et les agrandissements</i>	338
Les lanternes de projection	338
Lanterne de projection au pétrole.	339
Chalumeau oxhydrique.	340
Lanterne à projection au gaz oxhydrique (Molteni)	342
Lanterne de projection par transparence et par réflexion	342
Lanterne double. — Monture à œil de chat	342
Lanterne oxhydrique en tôle.	343
Appareil pour agrandissement. — Molteni	343
Appareil pour agrandissement. — Laverne	344

QUATRIÈME PARTIE

<i>Application et avenir de la photographie</i>	345
Applications scientifiques et industrielles	345
Astronomie	345
Micrographie	346

	Pages
Études médicales	317
Études physiologiques	317
Topographie.	347
L'avenir de la photographie. — La photographie en couleur . .	348
La photochromographie	348
Appendice.	350
La Verrerie à l'Exposition universelle de 1889,	
Par MM. Appert et Henriveaux.	353
Avant propos	358
Imitations de pierres dures	358
Noir (Hyalite).	360
Imitations d'ambre	360
Colorations diverses.	361
Bullages irisés	361
Plombés au cuivre.	362
Imitation de jades.	362
Agates moussues arborisées.	363
Agates-onyx, malaxages, incrustations, décoris intérieurs . .	363
Nouveaux émaux translucides	364
Emaux-bijoux	365
Emaux champlevés	366
Eglomisés	366
Verrerie italienne.	367
Autriche-Hongrie	369
Emaux transparents de MM. Ortechinnikoff et fils	371
Vitraux	372
Verres à vitres.	374
Verre perforé	376
Verre d'optique.	378
Glaces	378
Saint-Gobain	378
Chauny	379
Cirey	379
Montluçon	379
<i>Classe 63-64. — Saint-Gobain.</i>	379
<i>Classe 21</i>	379
Les glaces de Saint-Gobain aux Expositions universelles françaises de 1806 à 1889	330
Tarif des glaces de 1702 à 1889	381
Blocs isolateurs en verre pour chemin de fer électrique	383
Voie	384
Autres applications du verre à l'électricité	385
<i>Verres soufflés. — Bouteilles</i>	385
Considérations générales	387
Analyses des verres à bouteilles	390

	Pages
<i>Soufflage à l'air comprimé.</i>	390
Verre moulé.	391
Données générales	392
Appareil à mouler les tuyaux en verre	395
<i>Soudure du verre avec les métaux</i>	396
Fours de fusion	398
» Boëtius	398
» à gaz. — Fours à gaz et régénérateurs	400
» à radiation	401
Théorie du fonctionnement	402
Fours régénérateurs.	404
Opposition des courants	406
Procédé de M. Staffen	413
Fours chauffés au gaz naturel	415
» à verre chauffé par le gaz naturel	416
» employé dans des verreries de Pittsburg	417
» Atterburg	417
» de M. Joseph Anderson	418
Gaz à l'eau	419
Données générales	420
Analyse des gaz combustibles	423
Appareil de M. Coquillion.	424
Bombe calorimétrique de M. Berthelot, modifiée par M. Malher	425
Description de l'appareil	426
Pyromètres de Le Châtelier	429
» optique	429
Lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Nouël	430
Pyroscopes	433
Examen des défauts du verre	434

La Meunerie (matériel et procédés) à l'Exposition universelle de 1889, par M. BÉTHOUART

CHAPITRE PREMIER

<i>Matériel et procédés de la meunerie.</i>	447
Considérations générales	447
Nettoyage du blé	451
Appareil du nettoyage du blé.	454
Nettoyages complets.	454
» » de Thomas Robinson et fils.	455
» » de Laurent frères et Collot, de Dijon	456
Laveuses à blé	457
Nettoyage simple à sec.	458
Emoteur aspirateur.	458
Epieurreur émotteur	459

	Pages
Tarare aspirateur	459
Tarare aspirateur de Rose frères	460
Aspirateur de Hignette	461
Tarare simple de Brault, Teisset et Gillet	462
Tarare aspirateur de Caramija-Maugé	462
<i>Cribleurs</i>	463
Tarare cribleur-sasseur de Rose frères	463
<i>Trieurs</i>	464
Trieur de Marot de Niort	464
Trieurs accouplés de Rose frères	464
Trieur de Caramija-Maugé	465
Trieur de Hignette	465
<i>Colonnes, eurèkas, brosses à blé</i>	466
Brosse à blé de Brault, Tisset et Gillet	467
Brosses à blé Howes (Eurèka)	468
Brosse à blé, Eurèka de Millot	468
Brosse à blé Eurèka	469
<i>Mouilleurs</i>	470
Appareils magnétiques	470
<i>Mouture ou réduction du blé.</i>	470
Historique	471
Données générales	474
Modes de mouture fixe	476
Conclusion	481
<i>Appareils de réduction ou broyage du blé.</i>	482
Cylindres métalliques ou en porcelaine	482
Moulins à cylindres métalliques	484
» » de Brault, Tisset et Gillet	484
Cylindres à petite et grande vitesse de Brault-Tisset et Gillet	486
Moulins Robinson et fils	490
Fendeur-dégermeur Rose frères	493
Moulins Rose frères	494
Fendeur-dégermeur de Millot	496
Moulins à 2 cylindres de Millot	497
Fendeur-dégermeur de la Société générale de meulière	501
Moulin-broyeur de Musey d'Auxerre	501
Moulins à cylindres en porcelaine	502
Cylindres en fonte durcie	503
<i>Broyeurs appliqués à la mouture du blé</i>	504
Broyeur Hignette	505
Meules de pierre	508
Meule de la Société générale meulière	510
<i>Blutage et sassage</i>	511
Historique	512
Bluteries diverses	516
Bluterie verticale à farine et à son de Hignette	517

	Pages
Sasseur « Reforme » de Brault, Tisset et Gillet	518
Sasseur Rose frères	518
Bluterie Howes et Elovel	519
Bluterie Muzey	520
Aplatisseur-extracteur Laurent frères et Collot, à Dijon	520
Sasseurs	521
Bluterie centrifuge de Rose frères.	522
» » avec diviseur Rose frères	522
Collecteurs à poussières	523
» » Rose frères	524
Répartition du broyage	525
Conservation des farines	525
Appareils de manutention des blés en farines	526
Articles divers.	526
Soies, gaz, outillage, marteaux.	526
Conclusions	527

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Alcan	218		Appert	353
Amey	270		Atterburg	417
Anderson	418			

B

Barbier	43		Blamire.	35
Benoist.	278		Boëtius.	398
Berthelot	425		Bolette	36
Béthouart	447		Brault.	462, 467, 481, 486, 518

C

Cabanis.	202		Charbin.	85
Caramija	465		Collot	456, 520
Chameroy.	190		Condition de Bâle	207
Chapon.	67		Coquillion.	424

D

Delessard	3		Diederichs.	58, 89
Dessendier.	295		Duquesne	102
Dessoudeix	269, 272, 277, 292			

E

Eastman	305		Elovell	519
-------------------	-----	--	-------------------	-----

F

Faller	267, 302, 304, 312		Fourtier	231
Flécheux	16			

G

Gamot	194		Grün.	7, 20, 23, 37
Gillet.	462, 467, 484, 486, 518		Guerry	268
Gosselin	109		Guillemant	117

H

Henrivaux	353		Howes	468, 519
Hignette	461, 465, 505, 517		Hubner	11
Holzach (Daniel)	218			

I

Imbs.	12, 16			
---------------	--------	--	--	--

J

Jantot	16			
------------------	----	--	--	--

K

Klauder 113 |

L

Laerserson	79		Laverne	261, 263, 266, 273, 301, 319
Landsheer.	44		Le Châtelier	425
Laurent.	456, 520			

M

Malher	425		Mesuré	430
Marot	464		Michotte	44
Marshall	20		Millot	468, 496
Maugé	465		Molteni.	278, 306, 341, 343
Mercier	78		Muzey	501, 520

N

Nadar 280 | Nouël 430

O

Offermann	29, 33		Ortechinnikoff.	371
Olivier	214			

P

Perreaux	218		Petywal	262
Person-Rogeat	195		Piat	214

R

Ratti.	207		Rogeat	195, 198
Rieter.	11, 18		Rose.	460, 463, 464, 493, 518, 520
Risler	7		Ryo-Catteau	56, 70
Robinson	455, 490			

S

Sée	207		Société des chantiers de la Buire	79
Siemens	40 ⁰		» générale meulière.	501, 510
Sibut	198		» Verviétoise	38, 106
Snœck	62		Staffen	413
Société Alsacienne.	64, 73		Storhay	151, 202, 209

T

Teisset 462, 467, 484, 486, 518 | Thurey. 270

V

Vimont. 22 |

W

Wilke 79 |

Z

Ziegler. 29 | Zion. 270

