Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Exposition universelle. 1867. Paris
Auteur(s)	Exposition universelle. 1867. Paris
Titre	Etudes sur l'Exposition universelle de 1867 ou les archives de l'industrie au XIXe siècle. Description générale, encyclopédique, méthodique et raisonnée de l'état actuel des arts, des sciences, de l'industrie et de l'agriculture chez toutes les nations. Recueil de travaux techniques, théoriques, pratiques et historiques
Nombre de volumes	10
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8XAE172
Adresse	Paris : Librairie scientifique, industrielle et agricole Eugène Lacroix, 1867
Collation	10 vol.
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 172
Sujet(s)	Exposition internationale (1867 ; Paris) Industrie -- 19e siècle Agriculture -- 19e siècle Technologie -- 19e siècle
Note	1er volume de la deuxième édition

NOTICE DU VOLUME	
Auteur(s) volume	Exposition universelle. 1867. Paris
Titre	Etudes sur l'Exposition universelle de 1867 ou les archives de l'industrie au XIXe siècle. Description générale, encyclopédique, méthodique et raisonnée de l'état actuel des arts, des sciences, de l'industrie et de l'agriculture chez toutes les nations. Recueil de travaux techniques, théoriques, pratiques et historiques
Volume	Etudes sur l'Exposition de 1867 annales et archives de l'industrie au XIXe siècle nouvelle technologie des arts et métiers, des manufactures, de l'agriculture, des mines etc. 5e série. Fascicules 21 à 25
Adresse	Paris : Librairie scientifique, industrielle et agricole Eugène Lacroix, 1868
Collation	1 vol. (VIII-440 p.) ; 24 cm
Nombre d'images	450
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 172 (5)
Sujet(s)	Exposition internationale (1867 ; Paris) Industrie -- 19e siècle Agriculture -- 19e siècle Technologie -- 19e siècle
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	15/12/2020
Date de génération du PDF	27/01/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8XAE172.5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Études sur l'Exposition de 1867

ANNALES

ET

ARCHIVES DE L'INDUSTRIE AU XIX^E SIÈCLE



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous nous réservons le droit de traduire ou de faire traduire les articles de cet ouvrage en toutes langues. Nous poursuivrons, conformément à la loi et en vertu des traités internationaux, toute contrefaçon ou traduction faites au mépris de nos droits.

Le dépôt légal de cette cinquième Série a été fait à Paris à l'époque d'août 1868, et toutes les formalités prescrites par les traités sont remplies dans les divers États avec lesquels il existe des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, notre griffe, sera réputé contrefait, et les fabricants et débitants de ces exemplaires seront poursuivis conformément à la loi.



Paris. — Imprimerie P.-A. Bourdier, Capiomont fils aîné et Ce, rue des Poitevins, 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Études sur l'Exposition de 1867

ANNALES

8° Xae 172

ET

ARCHIVES DE L'INDUSTRIE AU XIX^E SIÈCLE

NOUVELLE TECHNOLOGIE

DES ARTS ET MÉTIERS

des MANUFACTURES, de L'AGRICULTURE,
des MINES, etc.

DESCRIPTION GÉNÉRALE, ENCYCLOPÉDIQUE, MÉTHODIQUE ET RAISONNÉE

DE L'ÉTAT ACTUEL

des Arts, des Sciences, de l'Industrie et de l'Agriculture, chez toutes les nations

RECUEIL DE TRAVAUX TECHNIQUES, THÉORIQUES, PRATIQUES ET HISTORIQUES

PAR MM. LES RÉDACTEURS DES *Annales du Génie civil*

Avec la collaboration

DE SAVANTS, D'INGÉNIEURS ET DE PROFESSEURS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

E. LACROIX

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE, DE L'INSTITUT ROYAL DES INGÉNIEURS HOLLANDAIS DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS DE HONGRIE, AUTEUR DE LA *Bibliographie de l'ingénieur, de l'architecte*, ETC., DIRECTEUR ET FONDATEUR DES ANNALES DU GÉNIE CIVIL, DE LA BIBLIOTHÈQUE DES PROFESSIONS INDUSTRIELLES ET AGRICOLES, ETC., ETC.

Directeur de la Publication

PUBLICATION COMPLÉMENTAIRE DES *Annales du Génie civil* POUR LES ANNÉES 1867-1868.

5^e SÉRIE. — *Fascicules 21 à 25*

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

Eugène LACROIX, Éditeur

QUAI MALAQUAIS, 15

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

TOUS DROITS DE TRADUCTION ET DE REPRODUCTION RÉSERVÉS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTUDES SUR L'EXPOSITION



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES CINQ PREMIÈRES SÉRIES (FASCICULES 1 A 25).

Titres des Articles (1re, 2e, 3e, 4e ET 5e SÉRIES).

INTRODUCTION, par M. Eugène Lacroix.

I. Les Beaux-Arts et l'Industrie, par M. Daguzan.

II. Impression et teinture des tissus, par M. Kœppelin.

III. Machines à vapeur :
Locomotives, locomobiles, par M. Gaudry.
Chaudières marines, par M. Ortolan.

IV. Horlogerie, par M. Berlioz.

V. Génie rural, par M. Grandvoinnet.

VI. Tissage, par M. Parant.

VII. Les cartes et les globes, par Pierragi.

VIII. Goudrons et leurs dérivés, par M. Knab.

IX. Constructions civiles, par M. Puteaux.

X. Le mobilier, par M. L. Chateau.

XI. Papiers peints, par M. Kaeppelin.

XII. La sucrerie, par M. Basset.

XIII. Bijouterie, joaillerie, par M. Schwaeblé.

XIV. Animaux domestiques, par M. Eug. Gayot.

XV. Tulles et dentelles, par M. Thomas.

XVI. Exploitation des mines :
Perforateurs et machines à abattre la houille, par M. Soulié.
Sondages, par M. Lacour.

XVII. Bois et forêts, par M. A Robinson.

XVIII. Habitations ouvrières, par M. le comte Foucher de Careil.

XIX. Instruments de musique, par M. Boudouin.

XX. Essai et analyse des sucres, par M. Monier.

XXI. Appareils météorologiques enregistreurs, par M. Pouriau.

XXII. La télégraphie, par M. le comte du Moncel.

XXIII. Les métaux bruts : (l'acier, le fer, la fonte), par M. Dufrené.

XXIV. Sellerie, par M. de Forget.

XXV. Les corps gras alimentaires, par M. Armand Robinson.

XXVI. Appareils servant à élever l'eau :
Notice historique, par M. Chauveau des Roches.
Appareils divers, par M. Belin.

XXVII. Instruments et machines à calculer, par M. Michel Rous, capitaine d'artillerie.

XXVIII. Production industrielle du froid, par M. Dufrené.

XXIX. Appareils des chantiers de construction, par M. Palaa.

XXX. Marine : le sauvetage des naufragés, par M. Jules de Crisenoy.

XXXI. Bronzes et fontes d'art, ouvrages d'art et métaux, par M. Guettier.

XXXII. Art militaire :
Armes portatives, par M. Michel Rous ;
Armes à feu, par M. Schwaeblé.
(Voir plus loin, LV.)

XXXIII. L'imprimerie et les livres, par M. Aug. Jeunesse.

XXXIV. Appareils et produits agricoles pour l'alimentation et les arts industriels, par M. Rouget de Lisle.

XXXV. Appareils plongeurs, cloches, scaphandres, nautilus, par M. E. Eveillard.

XXXVI. Boulangerie et pâtisserie, par M. Henri Villain.

XXXVII. Constructions maritimes, par M. G. de Berthieu.

XXXVIII. Hydroplastie (Électro-chimie. — Galvanoplastie), par M. A. de Plazanet.

XXXIX. Sylviculture. — Systèmes d'aménagement et d'exploitation. — Reboisements, par M. A. Frochot.

XL. Conserves alimentaires, par M. Maurice Boucherie.

XLI. Moteurs hydrauliques, par MM. L. Vigreux et A. Raux.

XLII. L'Orient, par M. B.-J. Dufour.
La Perse, par M. le capitaine Rous.
La Chine et le Japon, par M. Champion.
Le royaume de Siam.

XLIII. La construction du Champ de Mars, par M. E. Lacroix.

XLIV. Revue des produits céramiques, par MM. A. et L. Jaunez.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XLV. Le locomoteur funiculaire (système Agudio), par M. Émile Soulié.
XLVI. Industries des vêtements, par M. Rouget de Lisle.
XLVII. La Minéralogie et la Géologie, par M. A.-F. Noguès.
XLVIII. Les insectes utiles, par M. A. Gobin.
XLIX. Industrie du gaz, par M. d'Hurcourt.
L. Machines-outils à travailler le bois, par MM. Raux et Vigreux.
LI. Appareils et instruments de l'art médical. Secours à donner aux blessés sur le champ de bataille, par M. le docteur Gruby.
LII. La chasse et la pêche, par M. A. Jeunesse.
LIII. Les monnaies, par M. H. Dufrené.
LIV. Etude sur la gravure, par M. H. Gobin.
LV. L'artillerie, par M. le capitaine Rous.
LVI. Blanchiment des tissus, par M. D. Kaeppelin.
LVII. Appareils de distillation, par M. J. Grandvoinnet.

Description des Planches DE LA 5e SÉRIE.

(Pour les planches de la 1re série, voir tome Ier, page 493; pour celles de la 2e série, voir t. II, p. 458; pour celles de la 3e série, voir t. III, p. VI et pour celles de la 4e série, voir t. IV, p. VI. — On trouve aussi la nomenclature des planches des quatre premières séries, dans la légende qui accompagne l'Atlas des quatre premiers volumes des *Études*.)

Pl. 102. *Art militaire*. Canons Armstrong.
103. *Art militaire*. Divers systèmes d'affûts.
105. *Art militaire*. Système d'artillerie de M. Whitworth.
106. *Art militaire*. Fusées de projectiles creux. Bombes à parachute.
107. *Art militaire*. Fusées anglaises pour projectiles creux.
115. *Exploitation des mines*. Appareils de sondage.
120. *Exploitation des mines*. Appareils de sondage.
130. *Blanchiment*. Chaudière dite citadelle.
137. *Art militaire*. Armes portatives, armes à feu. — Fusils à aiguilles, fusils de différents systèmes.
138. *Hydraulique*. Appareils à élever l'eau. Pompe de M. Farcot, pour l'alimentation de la ville, à Lisbonne.
139. *Hydraulique*. Turbine élémentaire à cinq couronnes.
140. *Hydraulique*. Pompe à force centrifuge, de M. Gwynn.
144. *Engins et appareils des travaux publics*. Ponts métalliques.
145. *Engins et appareils des travaux publics*. Mise en place des tabliers.
146. *Engins et appareils des travaux publics*. Vue générale du phare et des constructions générales de Port-Saïd.
147. *Engins et appareils des travaux publics*. Travaux maritimes. Appareils de construction des digues. (Port de Biarritz.)
148. *Engins et appareils des travaux publics*. Détails de la construction des travaux maritimes.
Pl. 150. *Exploitation des mines*. Appareils de sondages.
151. *Art militaire*. Artillerie prussienne.
152. *Art militaire*. Artillerie prussienne.
153. *Art militaire*. Artillerie américaine. Canons Ferris.
154. *Art militaire*. Artillerie américaine. Batterie de M. Gastling.
155. *Art militaire*. Artillerie anglaise.
156. *Art militaire*. Rayures et projectiles.
157. *Machines à vapeur*. Chaudières marines.
Chaudière à haute pression, système Claparède, pour une force de 30 chevaux nominaux. — Chaudière du même système, pour canots à vapeur. — Chaudière tubulaire basse à double retour de flamme, système anglais.
158. Chaudière à forme extérieure façonnée, du yacht *la Comtesse Luba*, système Gache. — Machine Woolf.
159. Chaudière anglaise à surface de chauffe ondulée. — Chaudière des paquebots du Danube, à forme elliptique. — Chaudière Field à bouilleurs verticaux. — Tubes amovibles, système Bérendorff et système Langlois.
161. Chaudière Chevalier, à foyers amovibles. — Chaudière Laurens et Thomas, à foyer amovible. — Chaudière Carville, à bouilleurs verticaux ondulés. — Chaudière à bouilleur sphérique, système Thompson.
162. Chaudière Belleville, dite inexplosible. — Chaudière Green, à anneaux creux en fonte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. 163. Chaudière basse à tubes transversaux, système Rennier. — Chaudière Rowan, à circulation d'eau forcée.
164. *L'Orient*. Maisons flottantes et maisons sur pilotis (royaume de Siam).
167. *Machines à vapeur*. Chaudière Normand, à haute et à moyenne pression appliquée au *Furet*. — Chaudière pyrotechnique, du docteur Payerne. — Sécheurs de la vapeur, système anglais et système français.
168. *Hydraulique*. Pompes de divers systèmes (pompe Girard, pompe hélicoïde centrifuge Coignard, pompe à bras Champonnois).
183. *Hydraulique*. Pompes de divers systèmes (pompe à vapeur Garett Marshal, pompe Earle, pompes jumelles Stols, pompe rotative Behrens, pompe à vapeur Farcot, élévation d'eau d'Angers, du même, chaîne-pompe Bastor, élévateur Champsaur).
184. *Hydraulique*. Pompe à air comprimé Laburthe; pompe castraise; pompe centrifuge Neut et Dumont; pompe sans limite Prudhomme.
Pl. 185. *L'Extrême Orient*., Fabrication de papier. Préparation du noir de fumée destiné à la fabrication de l'encre de la Chine.
186. *L'Extrême Orient*. Extraction du zinc. Plomb japonais. Fonte de cloches et de statuettes de Boudha.
187. *L'Extrême Orient*. Pressoir à coins pour graines oléagineuses.
188. *L'Extrême Orient*. Préparation du mercure et broyage des minerais. — Forage des puits de mine.
189. *L'Extrême Orient*. Fabrication des gongs et cymbales. — Roue hydraulique.
190. *L'Extrême Orient*. Exploitation d'une mine de houille.
197. *Appareils distillatoires*. Appareils divers.
198. *Appareils distillatoires*. Appareils à distiller les vins de Cognac.
202. *Blanchiment*. Chaudière à blanchir.
203. *Blanchiment*. Chaudière à blanchir.

Gravures DE LA 5e SÉRIE.

(Pour les gravures de la 1re série, voir t. I, p. 494; pour celles de la 2e série, voir t. II, p. 459; pour celles de la 3e série, voir t. III, p. VII et pour celles de la 4e série, voir t. IV, p. VII.)

Matériel de secours à donner aux blessés sur le champ de bataille.

Fig. 1. Plan général d'administration sanitaire pour l'Amérique.
2. 3. Chariot d'ambulance français, vu par devant et vu par derrière.
4. 5. Voiture d'ambulance, système américain, vue par devant et vue par derrière.
6. 7. Voiture de transport pour deux malades, du docteur Mundy, vue par devant et vue par derrière.
8. 9. Voiture italienne, genre omnibus, de M. Locati; élévation longitudinale et vue de derrière.
10. Autre voiture de M. Locati.
11. Vue de derrière de cette voiture.
12. Voiture américaine à six lits.
13. 14. Wagon hôpital pour chemin de fer.
15. Voiture de M. Berlyes.
16. Brancard-tablier français.
17. Brancard d'ambulance français.
18. 19. Brancard, système badois.
Fig. 20. Brancard-lit français improvisé, de M. Verber.
21. Brancard-brouette, du docteur Mundy.
22. Brancard Robert et Collin.
23. Brancard du docteur Gauvin.
24. Brancards-litières Fischer.
25. 26. Sac de soldat et détails.
27. 28. Dressement et port.

Machines à élever l'eau.

Fig. 1. Pompe à incendie.
2. Pompe à vapeur de Merryweather et fils.
3. Pompe à vapeur Shand Mason.

Pêche.

Bateau de pêche insubmersible.

Armes à feu.

Fig. 1. Fusil Chassepot.
2. Intérieur de l'arme.
3. Balle du fusil rayé.
1. 2. Revolver du colonel Lemat.
3. 4. 5. 6. 7. 8. Coupe du canon, cartouches, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines à vapeur.

Fig. 23. Chaîne-grattoir Joublin.
24. Détails de cette chaîne.
25. Chaudière cylindrique verticale Chevallier.
26. Chaudière horizontale du même.
27. 28. Chaudières marines à haute pression, avec des surfaces planes.
29. 30. 31. Chaudière américaine à haute pression, brûlant l'anthracite.
32. Principe de la machine de Woolf.
33. Parcours de la vapeur dans les nouvelles machines à trois cylindres.
34. Calage des manivelles de l'arbre moteur et de celles du tiroir dans les machines du *Friedland*.

Monnaies.

Fig. 1. Stater d'or de Philippe.
2. Anciennes monnaies gauloises.
3. Monnaie gauloise trouvée à Lime.
4. Monnaies gauloises au Coq.
5. Monnaies de Vercingétorix.
6. Spécimen de la monnaie de Clovis II.
7. Monnaie de Charlemagne.
8. » de Louis IX.
9. » de Jean II.
10. » de François Ier.
11. » du roi François Ier, duc de Bretagne.
12. Monnaie de François II.
13. Pièce de plaisir de Louis XIII.
14. Monnaie de Louis XIII.
15. Machine de Castaing.
16. Monnaie de Louis XIV.
17. » de l'an II.
18. 19. Fourneau à fondre l'argent.
20. 21. Laminoir pour la monnaie.
22. 23. Machine à cordonner.
24. 25. Détails de cette machine.
26. Balance automatique.

Insectes nuisibles.

Fig. 1. Échenilleuse de M. Badoua Gommard.
2. Appareil de MM. Burgess et Key.
3. Puceronnière de M. Bella.
4. Epuceronnière Benard.
5. Nid de la taupe.
6. Clavicule de la taupe.
7. Piége à ressort pour taupes.
8. 9. Piéges et fusils d'affût pour la destruction des animaux.
10. 11. Piéges à rats et à souris.

L'Extrême-Orient.

(Chine et Japon).

Fig. 1. Chaise à porteur japonaise.
2. Ouvriers japonais.
3. Métier à tisser le coton.
4. Ancien tombeau, à Pé-kin.
5. Maison chinoise (Pé-kin).
6. Port de Tsien-men (Pé-kin).
7. Temple de la lumière (Pé-kin).
8. Port placé à l'entrée du pont de Marbre (Pé-kin).

Artillerie.

Fig. 1. Affût Whitworth.

Blanchiment des tissus.

Fig. 1. Appareil de lavage et de foulage.
2. 3. 4. Opération du bouillissage et du blanchissage.
5. Cuve d'acide.
6. Disposition des pièces.
7. Disposition des cuves.
8. Système de lessivage, de MM. Ducommun.
9. Cuve à dégraisser.
10. Chambre à soufrer.

Paris. — Imprimerie de P.-A. BOURDIER, CAPIOMONT fils et Cᵉ, rue des Poitevins, 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARCHIVES DE L'INDUSTRIE AU XIX^{E} SIÈCLE

(ÉTUDES SUR L'EXPOSITION DE 1867)

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR

à propos de la Publication des Tomes 5^{e}. 6^{e}, 7^{e}, et 8^{e}.

Nous publions aujourd'hui le 21^{e} fascicule des *Études sur l'Exposition;* les autres suivront rapidement et nous espérons que le 40^{e} et dernier, qui terminera le 8^{e} volume, et la table des matières seront livrés à nos souscripteurs pour fin septembre prochain.

Le comité de rédaction a tenu une séance générale le lundi 27 avril [1]. Dans cette séance tous les manuscrits préparés ont été examinés, et à notre demande nos collaborateurs ont bien voulu faire un travail de révision des questions déjà traitées, de celles qui avaient été forcément et provisoirement omises et de celles qui exigent des articles complémentaires.

De ce travail est résulté la conviction que quatre nouveaux volumes étaient indispensables pour compléter l'œuvre, et, d'après les engagements pris, les derniers manuscrits seront entre nos mains avant la fin du mois de mai. Les planches et les gravures seront également terminées et pourront être livrées à l'impression.

Nous nous sommes aussi fait un plaisir de communiquer à ceux de nos collaborateurs qui étaient présents les nombreuses lettres qu'ont bien voulu nous adresser MM. nos souscripteurs, lettres de félicitations et d'encouragement, nous engageant toutes à donner suite à l'impression des 4 volumes annoncés dans le 20^{e} fascicule.

Nous avons donc voulu tenir compte du désir exprimé par nos abonnés, désir que nous avions pressenti, car pour hâter l'achèvement de nos *Études*, nous avions réparti les manuscrits entre deux imprimeurs, et nous pouvons annoncer aujourd'hui que toute la composition du tome V est faite, texte et planches, et que pour cette série il n'y a plus qu'une question de correction et de

1. Nous en communiquons le compte rendu à nos abonnés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

révision d'épreuves; nous ajouterons que pour le tome VI 250 pages sont imprimées et que la presque totalité des planches et des bois pour l'ouvrage complet est gravée de manière à terminer l'œuvre pour l'époque indiquée.

A la suite de l'examen consciencieux fait par nos collaborateurs, et d'après toutes les observations recueillies, nous croyons pouvoir assurer qu'aucune question importante n'aura été négligée, et l'ensemble de nos huit volumes enrichis de nombreuses figures et accompagnés de 2 atlas d'environ 150 planches chacun formera, comme l'a fort bien dit l'un de nos confrères, une véritable et nouvelle *Technologie des Arts et Métiers, des Manufactures, des Mines, de l'Agriculture, etc.* Ce sera un répertoire que les savants, les manufacturiers, les ingénieurs, en un mot tous les hommes spéciaux devront forcément consulter pour être au courant de tous les progrès accomplis, et que les hommes du monde voudront lire pour se rendre compte des transformations successives qu'a dû subir chaque industrie pour arriver à l'état de perfectionnement qu'elle a atteint.

Pour ceux de nos lecteurs qui n'auraient pas pris connaissance de l'avis inséré en tête des 19e et 20e fascicules, nous répétons au dos de la couverture les conditions de la souscription aux tomes V à VIII des *Archives de l'Industrie* au dix-neuvième siècle.

Nous prions les quelques abonnés qui ne nous auraient pas encore fait connaître leur décision, de nous renvoyer *signé* le bulletin de souscription annexé au présent numéro, s'ils ne veulent éprouver aucun retard dans le service des livraisons suivantes.

Eug. LACROIX,

Directeur des *Annales du Génie civil*
et des *Études sur l'Exposition*.

Nous avions adopté des chiffres romains pour indiquer les numéros des planches; mais la numération romaine, excellente lorsqu'elle n'est appliquée qu'à des nombres peu importants, devient incommode lorsqu'il faut écrire des chiffres plus élevés. Pour répondre au désir qui nous a été exprimé par plusieurs abonnés, et vu le grand nombre de nos planches, nous adoptons donc définitivement pour les volumes V à VIII les chiffres arabes pour l'indication de nos planches.

La planche 167 non indiquée sur la table de l'atlas des 4 premiers volumes n'a pas encore été publiée.

La pl. 29, le Méhari, et les pl. 30, 31, 32, Maisons ouvrières, sont brochées dans le 6e fascicule. Voir les pages 58 et suivantes du tome II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XXIX

ENGINS ET APPAREILS

DES GRANDS TRAVAUX PUBLICS.

(Groupe VI. — Classe 65.)

Par M. **G. PALAA.**

Planches 38, 39, 40, 41 (tome II des *Études*, page 370) et pl. 144, 145, 146, 147 et 148.

II

La classe 65 (groupe VI) comprend, ainsi que nous l'avons rappelé dans notre premier article (Voy. fascicules 9-10), toutes les industries qui se rattachent à l'exécution de l'architecture et du génie civil, mais c'est surtout dans l'envoi d'échantillons de matériaux de toute espèce, de pièces de serrurerie, de spécimens de constructions et de détails d'architecture, que se sont distinguées les nations étrangères dont les produits divers portent bien d'ailleurs leur cachet d'origine, au point de vue du style, du goût et de l'ornementation. — Rien de plus varié, en effet, que les envois des nations du Nord et de l'Orient quant à la nature, à la qualité et à l'emploi des matériaux et à d'autres détails dont il sera rendu un compte particulier dans ces Études. — Rien de moins incontestable non plus que les conditions exclusives de confort et d'utilité matérielle, qui sont la marque caractéristique de quelques-uns de ces produits, et notamment des ouvrages de nos voisins les Anglais.

En ce qui touche les grands travaux d'intérêt général proprement dits, de nombreux sujets très-instructifs et en quelque sorte universels se trouvent réunis dans la remarquable collection exposée par les soins de l'administration française des ponts et chaussées et des mines, collection qui nous a fourni une bonne part des principaux éléments de ce compte rendu.

On ne peut méconnaître, au reste, l'importance des produits de l'*Angleterre* et des *États-Unis* dans la machinerie et les engins de l'agriculture, de l'industrie et de la marine; mais il est superflu de rappeler que ces nations ont laissé presque exclusivement à l'industrie privée le soin de représenter au Champ de Mars les œuvres du génie civil et des travaux publics. C'est ainsi que l'on doit à l'initiative individuelle l'exhibition des projets d'un intérêt majeur, sans doute, mais plus ou moins réalisables, envoyés par deux ingénieurs de Londres, *Chalmers*, Richerton Terrace, 2, et *Hillmer*, London Walk, 5, pour l'établissement d'un chemin de fer, sous la Manche, entre l'Angleterre et la France; ces ingénieurs ont d'ailleurs trouvé, comme on sait, un sérieux concurrent en France en M. *Thomé de Gamond*, qui s'est ardemment attaché au même projet et qui a fourni, pour démontrer la possibilité de sa réalisation, divers plans profils et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres documents complémentaires sur lesquels il n'entre pas, bien entendu, dans notre sujet d'émettre d'avis [1].

D'un autre côté la *Russie*, dont l'exposition remplie d'intérêt a attiré l'attention universelle, notamment par ses constructions en bois sculptés, la *Belgique*, les *États d'Allemagne*, et d'autres nations, se sont moins fait remarquer par les modèles ou dessins de grands ouvrages d'art, et d'engins et appareils d'exécution, que par l'abondance et la richesse des matériaux de construction, les morceaux détachés d'architecture, et dans une autre section du même groupe industriel, par l'outillage, les modèles et les produits de l'industrie minérale.

Ce ne sont pas non plus les ouvrages de l'*Espagne* ni du *Portugal* qui ont fait ressortir des innovations bien notables dans les appareils et procédés du génie civil ; il y aurait toutefois injustice à ne pas mentionner d'une manière spéciale les envois de la *Direction générale des travaux publics d'Espagne*, comprenant de très-intéressants modèles, plans et dessins de travaux de l'art de l'ingénieur, et notamment de nombreux phares, signaux maritimes et ouvrages divers de ports de mer présentant, la plupart, outre leur grande utilité, des difficultés exceptionnelles d'exécution, à cause des récifs dangereux dont se trouvent hérissées plusieurs parties du littoral transpyrénéen.

Si nous avions à indiquer ici, d'une manière générale, une sorte d'ordre de primauté pour les envois des nations étrangères, au point de vue de la représentation des œuvres de l'agriculture, du génie civil et des travaux publics, nous n'hésiterions pas à signaler d'abord l'excellente disposition et l'importance de l'exposition d'*Italie*, où se trouvaient groupés, en effet, avec un grand soin, dans un pavillon spécial de la galerie affectée aux machines et instruments de travail, les remarquables envois de l'*Ecole d'application des Ingénieurs lauréats de Turin*, consistant, entre autres produits, en une vaste collection de voûtes d'édifices, et ceux de l'*Institut technique royal de Florence*, dont les modèles d'ouvrages d'art du défrichement des Maremmes et de la vallée de la Chiana, et les dessins et coupes des puits artésiens de la Toscane offrent un véritable intérêt.

Ces puits artésiens paraissent former la principale particularité des travaux publics ou privés de quelques pays plats de l'*Italie*, et montrent que, si dans ces régions un peu brûlées par le soleil on manque d'eau, on a au moins le bon esprit d'en chercher. Plusieurs autres municipalités d'*Italie*, et notamment celles de *Milan*, *Péronne*, *Modène*, *Rimini*, *Catane*, et divers ingénieurs, officiels et particuliers, par leurs envois de modèles de travaux, de dessins d'édifices et de spécimens et échantillons divers se rattachant au génie civil, à l'architecture et aux grands travaux, ont contribué, pour leur part, à donner une valeur incontestable aux envois d'une nation qui tient, il paraît, à faire ses preuves de vitalité industrielle.

Les nombreux cahiers et albums, qui complétaient l'exposition du royaume d'*Italie*, contenaient aussi d'interessants et de précieux détails sur le système de construction des chemins de fer de la Péninsule et notamment sur les travaux de percement du tunnel du Mont-Cenis, rattachant la ligne française du Victor-Emmanuel aux réseaux du Piémont et du Lombard-Vénitien. — Nous parlerons un peu plus loin de ce gigantesque ouvrage déjà mentionné dans le sommaire de cette Étude où nous avons placé aux chapitres I et II, déjà traités, les

1. Voir au sujet des projets de chemins de fer étudiés pour la traversée de la Manche, entre la France et l'Angleterre, l'article détaillé, avec planches, inséré au numéro de février 1867, p. 77, des *Annales du Génie civil*, 6e année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils de construction des voûtes de ponts et les engins de draguages, et aux chapitres suivants les matières dont nous allons poursuivre l'examen [1].

III. — Appareils de lançage des tabliers des grands ponts métalliques.

On sait généralement que les ponts et viaducs à charpente métallique, établis en grand nombre sur les lignes de chemins de fer, présentent sur les ouvrages construits en maçonnerie dans des conditions analogues d'emplacement et de profil l'avantage de permettre de réserver une plus grande hauteur au-dessous des tabliers, d'augmenter les débouchés des travées, et surtout d'obtenir une rapidité et une facilité d'exécution très-précieuses dans beaucoup de cas. Il est reconnu d'un autre côté que les ponts métalliques ont été, au moins jusqu'à ces derniers temps, beaucoup plus coûteux en moyenne que les ponts en pierre (environ un tiers en sus), et ne présentent peut-être pas, malgré les rigoureux calculs qui précèdent leur établissement, des garanties aussi absolues de solidité et de sécurité.

Laissant à de plus compétents que nous le soin de tirer du concours du Champ de Mars et des données de l'expérience les déductions techniques ou économiques propres à éclairer cette question, nous rappellerons que les principaux viaducs en fer représentés à l'exposition française sont ceux : 1° de *Busseau d'Ahun*, sur le chemin de fer de Montluçon à Limoges (modèle de pile à l'échelle de 0m.04 et dessins divers); — 2° de la *Cère*, sur le chemin central de Figeac à Aurillac (modèle semblable et dessins); — 3° le type de viaducs en charpente métallique de la Compagnie du *Midi* (modèle d'ensemble à l'échelle de 0m.04 et dessins); 4° et enfin quelques autres ouvrages de même nature dont les conditions caractéristiques d'exécution nous ont paru être surtout le mode et le système de lançage et de mise en place des tabliers, opérations sur lesquelles nous allons donner quelques détails.

Avant d'entrer en matière, il conviendrait de mentionner ici les manœuvres et les opérations qui ont rendu si facile et si rapide la construction de quelques grands viaducs métalliques plus anciens, tels que ceux de *Fribourg*, sur la Saane, en Suisse, de *Cea*, sur le chemin de Palencia, à Léon, en Espagne, où le tablier était transporté tout d'une pièce à son emplacement par des wagons poussés à la machine sur un pont provisoire avec chevalets, munis de rails à la hauteur des points d'appui; celui de *Taptée*, sur la ligne de Bhosarval à Boorampore, dans l'Inde, et enfin celui établi à notre voisinage sur la Seine, à *Argenteuil*, pour la traversée du chemin de fer de l'ouest. — Mais ces indications feraient double emploi, au moins pour les ponts de Fribourg, de Cea et de Taptée, avec celles déjà données dans une autre publication à laquelle nous ne pouvons que renvoyer [2].

1. Dans le paragraphe du chap. Ier, relatif aux époques de décintrement des voûtes, nous avons omis de citer la grande arche de 31 mètres d'ouverture et de 3 mètres de flèche du pont aux Doubles à Paris construit en meulière et en ciment de Vassy, avec une épaisseur de maçonnerie de 1m.20 à la clef. — Cette voûte, complétement terminée en vingt-trois jours, resta *cinq mois* sur cintres, mais ce fut surtout pour donner le temps de durcir aux maçonneries des culées, dans lesquelles on n'avait pas employé de mortier de ciment.

2. V. ANNALES DU GÉNIE CIVIL, savoir : *Pont de Fribourg*, 1re année, 2e partie, p. 121 et suivantes, avec planches; *pont de Cea*, 2e année, 2e partie, p. 313, avec planches; *viaduc de Taptée*, 5e année, p. 152 et suivantes, avec planches. — Nous ne parlons pas du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au pont d'Argenteuil, d'une longueur totale de 198 mètres divisée en cinq travées, dont trois de 40 mètres d'ouverture et deux travées latérales de 30 mètres, le tablier que nous avons vu mettre en place était formé de 2 poutres en treillis de 3m.40 de hauteur, espacées de 8m.80, réunies par des pièces de pont horizontales et contreventées par un système de croisillons en fer placés à la partie inférieure.

Ce tablier métallique, supporté par deux culées en maçonnerie et par quatre piles en fonte, remplies de béton, et dont le poids permanent était de 6000 kil. par mètre courant de tablier (15,000 kilog. avec surcharge), a été construit, sur la rive droite de la Seine, hâlé et mis en place par les moyens indiqués ci-après :

Des galets en fonte SS, représentés en détail à la planche 144, fig. 1 et 2, ont été disposés de distance en distance sur le terre-plein d'accès du pont ainsi que sur la culée et sur les piles dont le fonçage a été d'ailleurs facilité par des chaînes de suspension fixées au pied des colonnes et disposées de façon à diriger la descente suivant la verticale au moyen de verrins du système indiqué à la même planche, fig. 3 à 7.

C'est sur ces galets SS (fig. 1 et 2) que viennent se poser les semelles inférieures des poutres ; ils sont munis de rainures pour le passage des rivets. Le halage s'opère au moyen de quatre palans dont une poulie est fixée sous le tablier en *t*, une autre sur la culée en *t'*, et dont les garants sont manœuvrés par quatre treuils placés sur le terre-plein en arrière du tablier. Pour diminuer la flexion produite par le porte-à-faux, un échafaudage portant quatre haubans est monté sur le tablier au droit de l'emplacement de la dernière pile, et un avant-bec en charpente de 11 mètres de saillie est établi à l'extrémité du tablier.

Pour franchir les redans résultant des couvertures ou couvre-joints fixés sur le dessous de la semelle inférieure de la poutre, on s'est servi de coins en fer taillés en biseau de 0m.36 de longueur, dont le gros bout avait l'épaisseur de la couverture à franchir et dont la pointe était dirigée en avant ou en arrière, suivant qu'un redan se présentait pour passer sur un galet, ou qu'ayant à redescendre il fallait faire l'opération inverse.

L'espace dont on disposait n'étant pas assez long pour monter le tablier tout d'une pièce, on a dû haler successivement en trois fois les deux premières travées, les deux travées suivantes et enfin la dernière travée.

La vitesse du tablier, pendant sa marche régulière, était de 8m.40 par heure. En tenant compte du temps perdu pour ramener en arrière les palans quand ils étaient arrivés près des moufles fixes, cette vitesse n'était plus que de 1m.77 par heure.

Au commencement de l'opération, quand le tablier n'était pas complet, quatre hommes ont suffi à la manœuvre des treuils, soit un homme par treuil ; plus tard il en fallut seize, nombre maximum.

Il résulte des calculs faits à l'occasion de cette opération :

1° Que le plus grand effort horizontal qu'il y a eu lieu d'appliquer au tablier complet pour le faire avancer était de 42,000 kilogrammes ;

2° Que l'effort de renversement exercé à la tête d'une colonne par la marche du tablier variait de 1,885 à 9,720 kilogrammes ;

3° Que l'effort maximum de renversement était insuffisant pour déranger de la verticale une colonne supposée reposant sur sa base et ne résistant que par

gigantesque pont métallique de la *place de l'Europe*, près de la gare Saint-Lazare, à Paris, construit dans d'autres conditions, et pour lequel on trouve des renseignements très-détaillés aux pages 453 et 666 du tome 6e des *Annales du Génie civil* (année 1867).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son poids, même sans tenir compte de l'encastrement de toute la portion foncée dans le sol. On avait d'abord songé, dans la crainte d'un renversement, à relier les piles entre elles et à la culée du départ au moyen de forts haubans en fer; mais le résultat des calculs y a fait renoncer, et en effet, pendant l'opération, les piles observées attentivement au moyen de niveaux à bulle d'air n'ont accusé aucun mouvement sensible.

Depuis l'époque de la construction du pont d'Argenteuil, cet ouvrage, grâce, il est vrai, aux soins apportés à son entretien, a très-bien résisté à la fatigue résultant du passage du nombre considérable de convois que comporte le trafic du chemin de fer de l'Ouest, surtout dans la banlieue de Paris.

Viaduc métallique de Busseau d'Ahun (sur le chemin de Montluçon à Limoges). — Ce remarquable viaduc représenté, comme nous l'avons dit, à l'Exposition du Champ de Mars par un modèle de pile à l'échelle de 0m.04 et par divers dessins, est composé d'un tablier en treillis supporté par cinq piles en charpente métallique de forme pyramidale reposant sur un soubassement en maçonnerie et s'élevant à une hauteur relativement considérable (environ 45 mètres au-dessus du niveau le plus bas du fond de la vallée).

Les fontes (socles et arbalétriers) du viaduc de Busseau d'Ahun ont été coulées à l'usine de Maizières près Bourges. L'ajustage des pièces du tablier et des piles s'est effectué dans les ateliers de la maison Cail, à Grenelle, avec une précision telle qu'on a pu se dispenser de tout montage préalable et employer les pièces semblables sans leur avoir assigné d'avance une place déterminée.

Le levage s'est fait dans les mêmes conditions qu'à Fribourg, c'est-à-dire en lançant le tablier, assemblé sur les rives, et en s'en servant pour élever les piles sans le secours d'aucun échafaud. Le lançage, toutefois, a été opéré d'après un procédé nouveau consistant à installer les treuils sur le tablier et à prendre les points d'appui, non-seulement sur la rive, mais encore sur les piles, en tirant sur chacune d'elles avec une intensité égale à la force d'entraînement exercée sur elle par le frottement résultant de la marche du tablier. L'action étant ainsi égale à la réaction, les piles n'ont subi aucune déviation.

Ces procédés expéditifs qui seront un peu plus amplement détaillés ci-après, à l'occasion du viaduc de la Cère établi dans des conditions identiques, mais avec de nouveaux perfectionnements, expliquent le faible prix relatif de revient du viaduc de Busseau, dont la dépense ne s'est élevée qu'à 4472 fr. par mètre courant et 126 fr. 10 par mètre superficiel d'élévation, vides et pleins au-dessus du sol confondus.

Viaduc de la Cère (sur le chemin de fer de Figeac à Aurillac), d'une hauteur de 55 mètres au-dessus de l'étiage, figurant à l'Exposition universelle de 1867, par le modèle d'une pile à l'échelle de 0m.04 et par divers dessins.

Deux notices très-intéressantes que nous avons récemment consultées au sujet du viaduc monumental de la Cère, et dont l'une a été écrite par M. Nordling, ingénieur en chef au réseau central d'Orléans, et l'autre par M. Lepère, conducteur des ponts et chaussées, attaché au contrôle des travaux du viaduc, nous ont fourni des détails précis sur l'opération en quelque sorte toute nouvelle du lançage des tabliers métalliques des viaducs présentant une très-grande hauteur.

Nous y trouvons que le tablier du viaduc de la Cère, formé comme celui de Busseau d'Ahun d'une charpente en treillis, reposant sur des piles métalliques avec socles en maçonnerie, a été lancé et mis en place au moyen du système combiné de treuils, de câbles et d'appareils de roulement déjà connu, mais perfectionné de façon à ce que, pendant l'opération du lançage, une pile ne subisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun effort horizontal, c'est-à-dire que toutes les forces extérieures qui la sollicitent soient en équilibre, condition remplie lorsque la force d'entraînement due au frottement de roulement exercé par le tablier, est équilibré par une force contraire, en se servant du câble de lançage lui-même pour contrebalancer l'effort d'entraînement.

A cet effet, des treuils de lançage furent installés dans l'intérieur du tablier et deux points d'application furent pris sur chacune des piles supportant en avant le tablier, au moyen de deux poulies horizontales munies de chapes taraudées, et sur chacune desquelles passait un câble de halage. Un bout de ces cordes était amarré au tablier, l'autre s'enroulait sur le treuil. En serrant les écrous, on augmentait la tension des cordes, et quand le tablier étant au repos, cette tension dépassait l'intensité du frottement, la pile prenait naturellement un mouvement rétrograde par rapport au tablier. Il suffisait pour obtenir l'équilibre cherché d'arrêter le serrage juste à l'instant où le mouvement rétrograde commençait à se déclarer. C'est ce système dans lequel les points d'attache des câbles et les points d'application de la puissance avancent, tandis que les points de traction restent fixes, que nous allons décrire en suivant les phases principales de l'opération.

Détails de la manœuvre. Les divers appareils employés pour le lançage du tablier du pont de la Cère, sont indiqués à la planche 145 dont les fig. 1 et 2 nécessitent les indications complémentaires ci-après :

$C^1C^2C^3C^4$. — Châssis portant les galets de lançage et servant à l'établissement des points de traction.

G. — Grue de montage des piles.

$P^1P^2P^3P^4$. — Poulies d'attache du câble au tablier (axe vertical).

$p^1p^2p^3p^4p^5p^6p^7p^8p^9$. — Poulies de traction (axe vertical).

$R^1R^2R^3R^4$. — Poulies de retour des câbles fixés au tablier.

rr'. — Poulies de renvoi du câble au niveau des points de traction (diamètre $0^m.40$).

$T^1T^2T^3T^4$. — Treuils fixés au tablier.

Pendant le montage sur la plate-forme (disposée à la Cère près de la culée de gauche, au point A de la fig. 1, pl. 145), chaque portion de tablier repose sur des châssis en bois (fig. 3 et 4) munis de galets de roulement en acier (fig. 5 et 6). Ces châssis espacés de 25 mètres en 25 mètres et disposés par groupe de quatre servent aussi à l'établissement des points de traction des câbles de lançage au moyen de deux poulies p^1 p^2 disposées pour assurer l'équilibre des piles ; ils sont complétés pendant la propulsion du tablier, par des châssis intermédiaires plus faciles à transporter, et au moyen desquels on soutient les extrémités du tablier dans l'intervalle des grands châssis. Ils sont mis en place en soulevant au besoin la poutre à l'aide de verrins qui agissent sous les semelles.

Au moment où le tablier se met en marche, l'une des extrémités du câble est enroulée sur les tambours d'un premier treuil (fig. 9, 10 et 11), l'autre extrémité s'abaisse au niveau des poulies de traction en passant sur deux poulies de renvoi verticales r' r'' (fig. 11), puis dans la gorge d'une poulie de traction ; il revient ensuite sur la poulie P d'attache au tablier, placée au devant du treuil, retourne dans la gorge de la deuxième poulie de traction et revient enfin s'enrouler sur les tambours du treuil après avoir passé sur deux autres poulies de renvoi r_3 r_4, (fig. 11).

La manœuvre des treuils, au point de vue de l'effort à exercer sur leurs manivelles pour obtenir l'enroulement des câbles, a donné lieu à des calculs détail-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lés qu'il serait surabondant de reproduire ici en entier et dont il nous suffira de faire connaître les principaux résultats.

On a admis d'abord qu'un effort horizontal de 50 kilog. suffit pour faire mouvoir lentement une charge de 1,000 kilog. sur des galets de roulement. Le coefficient de frottement est alors de 1.20e.

Dans le cas de lançage sur la première travée, le tablier ayant une longueur d'environ 100 mètres, la charge, à raison de 2,064 kilog. par mètre courant, est de 206 tonnes et, en ajoutant le poids des grues et accessoires, d'environ 220 tonnes. La résistance sur les tambours sera donc de 1,000 kilog. Le treuil faisant fonction de poulie mobile, cette résistance se réduit à moitié, soit 5,500 kilog. Or, le rapport des rayons des pignons à ceux des roues étant du 130e, l'effort à exercer sur les manivelles sera divisé par 130 soit 42 kilog.; ce nombre approximatif, calculé indépendamment de tout frottement et de la raideur des cordes et étant divisé par 7 kilog. (effort exercé par un homme à la manivelle avec une vitesse de 0m.75 par seconde), la quantité d'hommes nécessaire à la manœuvre est de 6.

Pendant la manœuvre d'un treuil, le tablier, animé d'une vitesse de 0m,0028 par seconde, s'avance graduellement jusqu'à ce que le treuil et la poulie d'attache soient près d'arriver à l'aplomb des poulies de traction du dernier châssis qui est resté fixe. La distance entre ces engins doit, par conséquent, être calculée par rapport à l'avancement que l'on veut obtenir ; mais pour conserver, dans tous les cas, une distance convenable entre le point d'attache et les points de traction, sans trop éloigner les treuils et changer les dispositions déjà prises, on fixe, en un point du tablier suffisamment éloigné, une poulie verticale R, dite poulie de retour (fig. 12), dans la gorge de laquelle le câble doit passer avant d'aller s'enrouler avec les tambours du treuil : on allonge ainsi, à volonté, la longueur du câble, et, conséquemment, le chemin parcouru par le tablier.

Lorsqu'il devient nécessaire d'ajouter de nouveaux treuils au premier pour continuer à faire avancer le tablier, l'une des extrémités du premier câble s'enroule sur le deuxième treuil au lieu de revenir sur le premier, le deuxième câble s'enroule sur le premier et sur le troisième treuil, le troisième câble sur le deuxième et le quatrième treuil, et ainsi de suite, en alternant les treuils, de manière que chacun d'eux serve à enrouler deux bouts de câble seulement. Cette combinaison rend les treuils solidaires à l'aide des poulies d'attache et tend à régulariser leur action.

Afin de soulager les fers de la travée extrême qui reste en porte-à-faux durant le montage des piles, on a relié l'extrémité de cette travée précédente par des haubans formés de lanières de fer de 0m,25 de largeur sur 0m,03 d'épaisseur, reposant en leur milieu sur des chevalets en bois, et fixées aux semelles supérieures des poutres au moyen de chapes munies d'écrous E (fig. 7) qui permettent de rectifier les flèches du tablier.

Malgré cette précaution, les flèches prises par le tablier lors du lançage sur la première pile (no 4), suivant que les haubans étaient simplement placés ou tendus, ont varié de 0m,001 à 0m,016 pour des avancements de 8 mètres à 39m,20 parcourus successivement de 4 en 4 mètres.

La flèche des haubans due à leur propre poids était de 0m.985 avant le lançage. Après le serrage elle n'était plus que de 0m.515.

Lorsqu'une pile vient d'être montée, avant de la faire servir de point d'appui pour franchir une autre travée, il est nécessaire de relever le tablier de manière à faire disparaître la flèche qu'il a conservée. A cet effet, on place sur le couronnement de la pile un châssis de lançage démuni de ses galets, qui sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remplacés provisoirement par des plaques en fer *a b* (fig. 8) et de petits rouleaux en fer *r* destinés à s'y mouvoir.

L'extrémité du tablier, dirigée vers la pile, est munie d'un plan incliné au 10e qui, au moment où il vient s'appuyer sur les petits rouleaux, fait décroître progressivement la flèche du tablier jusqu'à ce que l'axe des renforts verticaux coïncide avec l'axe de la pile. Pour relever entièrement le tablier et placer les galets de lançage, comme aussi, plus tard, pour démonter les châssis et les remplacer par des sommiers définitifs, on se sert de verrins reposant sur le couronnement de la pile et qui agissent sous des semelles en bois venant butter contre les croisillons inférieurs du treillis.

L'ascension du tablier sur la culée donne lieu à une opération analogue à celle effectuée sur chaque pile après le démontage des grues et des haubans.

La vérification de l'équilibre des piles, au moment où le tablier en s'y appuyant développe un frottement de roulement qui tend à les renverser, se fait au moyen de pinnules échelonnées sur la hauteur de la pile et dont les fils doivent se recouvrir entre eux et avec une ligne fixe qui est tracée sur le soubassement en maçonnerie ; on a pu apprécier de la sorte des écarts d'environ un centimètre, ce qui est suffisant. La même vérification se fait pendant le lançage des travées et principalement au moment où le frottement augmentant sur la pile antérieure avec le porte-à-faux, il y a lieu d'augmenter la tension du câble en serrant les écrous des poulies sur le châssis de cette pile.

En résumé, le principal perfectionnement que nous ayons à signaler dans le lançage du tablier du viaduc de la Cère, consiste en ce qu'au lieu d'employer comme à Busseau deux câbles distincts pour les deux poulies placées sur chaque pile, câbles dont la tension était difficile à égaliser, on les a réunis en un seul. La vitesse obtenue dans les différents lançages de la Cère a varié entre 8 et 12 mètres par heure. La mise en place d'une travée complète du viaduc (tablier et pile) a pris en moyenne vingt-quatre jours.

Les viaducs de la Cère et de Busseau dont les modèles exposés au Champ de Mars sont loin de donner une idée de l'effet grandiose de l'exécution, ont été construits sur les projets et sous la direction des ingénieurs du chemin de fer, par l'usine Parent Schacken, Caillet et Cail, ayant pour ingénieur M. Moreaux à qui tous les comptes rendus attribuent une grande part du succès. Nous connaissions déjà le mérite et le dévouement de cet ingénieur, mais nous ignorons s'il a obtenu une récompense ou un prix spécial pour ses intéressants travaux.

Type de viaduc métallique de la compagnie du Midi (représenté à l'Exposition par un modèle à l'échelle de 0.04 et par un dessin).

Pour traverser les vallées profondes rencontrées par les lignes de son réseau, la Compagnie des chemins de fer du Midi a fait étudier un type de viaduc à une voie pour des hauteurs pouvant varier de 20 à 70 mètres et composé d'un tablier de charpente de fer reposant sur deux culées en maçonnerie et un certain nombre de palées intermédiaires également en charpente de fer.

Ce système de viaduc est essentiellement le même que celui des ponts de Fribourg, de Busseau et de la Cère avec cette distinction seulement qu'on a substitué le fer à la fonte à jour et les croisillons aux lattes ordinaires ; toute la superstructure métallique n'en est pas moins composée de pièces à jour qui laissent librement circuler l'air et ne donnent lieu qu'à de faibles pressions du vent. (Au viaduc de la Cère la pression sur les surfaces du tablier étant évaluée à 275 kilog. par mètre carré, sous l'action du vent le plus violent, les grandes piles ne devaient pas s'incliner à plus de 2 ou 3 centimètres.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le système de viaduc de la Compagnie du Midi, dont le modèle figure comme nous l'avons dit à l'Exposition du Champ de Mars, est formé de cinq travées ayant les deux extrêmes 38 mètres de portée, et les trois intermédiaires 51m.20 d'axe en axe des piles; il se développe sur une longueur de 229m.60 et présente une hauteur maximum de 67 mètres environ au-dessus du fond de la vallée.

Nous ne saurions dire si, à une hauteur aussi considérable, les procédés de lançage et de halage des tabliers sont exactement les mêmes que ceux employés aux viaducs de Busseau et de la Cère, et décrits ci-dessus, mais nous savons que le type exposé par la Compagnie du Midi a été parfaitement étudié et combiné dans toutes ses parties, autant au point de vue des opérations de montage, de mise en place et des effets de dilatation, qu'en prévision des ouragans et des autres circonstances de nature à en compromettre la stabilité.

IV. — Coulage des blocs pour la construction des digues maritimes.

La section de l'exposition française est incontestablement celle qui a mis en évidence au Champ de Mars les systèmes et appareils les plus ingénieux des grands travaux maritimes exécutés dans ces dernières années.

Ce succès a été rendu complet par l'abstention de quelques grandes nations telles que l'*Angleterre* et les *Etats-Unis*, où, comme nous l'avons déjà rappelé, l'initiative de l'administration est quelquefois remplacée en matière de grands travaux publics, par la spéculation privée à qui l'on doit, du reste, des ouvrages d'art assez remarquables, mais à la généralité desquels on ne paraît pas avoir fait les honneurs d'une représentation au Champ de Mars.

Aussi n'est-ce pas à l'Exposition de 1867 qu'il faut chercher les perfectionnements ou appareils nouveaux mis en application dans l'établissement des ouvrages maritimes construits à l'étranger ou du moins par des ingénieurs étrangers.

La seule exhibition un peu importante, en dehors des travaux exécutés sur notre littoral, est celle de l'inépuisable exposition des modèles du canal maritime de l'Égypte et notamment des installations des ports de Suez et de Port-Saïd, où l'on retrouve les procédés de nos ingénieurs, comme le montre le résumé suivant d'un compte rendu que nous avons sous les yeux et qui est relatif à la préparation des blocs de construction des grandes digues maritimes et à leur mise en place.

A *Port-Saïd*, par exemple, le sable provenant des déblais de l'intérieur du bassin est amené dans des caisses enlevées d'abord par une grue, puis portées sur un plan incliné jusqu'à une plate-forme, sur laquelle s'opère le mélange du sable et de la chaux hydraulique avec de l'eau de mer, dans douze manéges où tournent des roues et des dents en fer qui la divisent et l'écrasent; lorsque le mélange est constitué, il tombe par une trappe dans un wagon, qui le transporte sur le chantier où les blocs sèchent pendant deux ou trois mois. Quand le moment est venu de les jeter à la mer, une grue puissante enlève les blocs avec des chaînes, puis ils sont conduits à l'entrée du port où une autre grue les place sur un bateau ponté appelé *Mahonne*; un bateau à vapeur conduit le Mahonne le long de la jetée, et le bloc, grâce à l'inclinaison qu'on lui donne, se précipite dans l'endroit désigné par les ingénieurs. Lorsque ces blocs sont arrivés au niveau de la mer, on se sert d'un autre procédé pour faire le couronnement de la jetée; il consiste à employer un bateau avec une mâture allongée en avant.

Au moyen d'un treuil à vapeur, le bloc est saisi et mis en place, comme avec la main.

Les installations de Port-Saïd dont le résumé succinct qui précède ne donne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'une faible idée, ont été récemment complétées par l'établissement d'un phare dont nous reproduisons à la planche 146 une vue générale. Ce genre d'appareils dont les modèles et dessins étaient très-nombreux à l'Exposition, n'entre pas dans notre sujet (pas plus que la description des opérations multiples se rapportant à d'autres grands travaux de ports de mer, tels que bassins de radoub, écluses d'évasement de ports, grils d'échouage, etc.), mais nous aurons occasion d'en faire mention à l'un des chapitres suivants, où nous devons traiter la question du montage des matériaux [1].

En ce qui concerne spécialement la manœuvre et la mise en place des blocs destinés à former les digues, jetées et autres ouvrages constituant essentiellement les ports maritimes, nous rappellerons que, parmi les grands travaux actuellement en voie d'exécution en France, figure le *port de refuge de Biarritz*, appelé à suppléer le port de Bayonne, si important par sa situation géographique, mais dont les ensablements et d'autres circonstances qu'il serait trop long d'énumérer rendent par moments l'accès si difficile.

C'est en effet au *port de Biarritz*, dont les dispositions et conditions d'établissement ont été indiquées avec tous les développements nécessaires au tome V des *Annales du Génie*, 5e année, p. 51, que se trouvent groupés et appliqués tous les engins et appareils pouvant, sur une plus ou moins grande échelle, servir de type de matériel pour les constructions maritimes où l'on a à lutter contre des vagues déferlant avec une grande violence.

Les fig. 1 et 1 *bis* de la planche 147 indiquent les profils moyens de la première et de la deuxième partie de la grande jetée du large du port de Biarritz. Le profil 1 *bis* admet l'emploi de blocs naturels de petite dimension, aux fondations, sur 4 mètres de hauteur; on a supposé en effet qu'à la profondeur de 8 à 10 mètres, l'action de la lame serait impuissante à les déplacer; les petits blocs seront d'ailleurs maintenus latéralement par deux rangées de blocs de 20^{m3} en maçonnerie disposés suivant les indications de la fig. 1 *bis*, pl. 147.

Sans reproduire ici les détails du projet dont la dépense totale doit s'élever à près de 3 millions, nous devons compléter notre dessin par la légende ci-après:

A, blocs de 15^{m3} en béton, pesant 36 tonnes : 1° pierre cassée à $0^{m}.10$, 14^{m3}; 2° mortier composé de : sable 7^{m3}, ciment 5 tonnes.

B, blocs de 20^{m3} en maçonnerie, pesant 45 tonnes et 25 tonnes lorsque le bloc est immergé : 1° moëllons, 20^{m3}; 2° mortier composé de : sable $7^{m}.30$ et ciment 5, 10 tonnes.

C, béton de garnissage : 1° pierre cassée, 2 parties; 2° mortier : 2 de sable pour 1 de ciment formant 1 partie.

D, maçonnerie de moellons et de mortiers de ciment de Zumaya (Espagne) : 1° moellons 2 parties; 2° mortier, 1 1/2 de sable pour 1 de ciment, formant 1 partie.

Outre le grand chantier de l'Ouest affecté à la construction proprement dite des digues, on en a établi un second à l'Est, avec un bassin à flot, pour y remiser le matériel flottant composé (voir pl. 147) de pontons accouplés (fig. 2 à 2 *ter*), du bateau spécial pour coulage des blocs naturels (fig. 3 et 3 *ter*) et d'un petit remorqueur d'une force de 6 chevaux.

Chacun des chantiers est muni d'une voie de service établie suivant une inclinaison, de $0^{m}.02$ par mètre, suffisante pour assurer le mouvement automobile

1. Pour tout ce qui touche aux détails d'installation du phare de Port-Saïd, nous ne pouvons que renvoyer à la p. 151 de la *Science pittoresque*, 7e année. — E. Lacroix, éditeur à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des wagons porte-bloc. La plate-forme supérieure est dressée elle-même en pente de 0m.02 de chaque côté, vers la voie de service, dans le but de faciliter le mouvement transversal, sur rails barlow, des machines à verrins employées au chargement des blocs. Seulement au chantier de l'Ouest les blocs sont chargés en travers sur les wagons à bascule, tandis qu'au chantier de l'Est ils sont placés dans le sens parallèle à la voie pour être saisis avec les pontons par leur face la moins large.

La manœuvre des blocs au chantier de l'Est s'effectue de la manière suivante :

Le bloc soulevé d'environ 0m.15 par la machine à verrins détaillée aux fig. 1 et 2 de la pl. 148 est amené sur la voie de service en passant sur des poutres-volantes porte-rails (A-A) placées en avant et en arrière du wagon ; après avoir descendu le bloc sur le wagon et décroché les verrins, on ramène la machine sur le chantier, on enlève la poutre de l'avant du wagon et le bloc est conduit jusqu'à la plaque tournante ; à partir de ce point il s'engage sur un plan incliné à 0.15 par mètre et descend jusqu'au point convenable de marée où il peut être saisi commodément avec les crochets des pontons de coulage (fig. 3 à 5), après quoi on laisse glisser tout le système jusqu'à ce que le bloc suspendu quitte le wagon et se trouve à flot.

Le wagonnet est alors ramené à vide sur la plaque tournante à l'aide des palans (AA) ayant servi à le retenir dans la descente, et les pontons saisis par le remorqueur sont conduits jusqu'à la jetée.

Les crochets de déclanchement au nombre de deux se composent chacun de deux plaques en fer rivées entre lesquelles agit un système de leviers combiné de manière que l'effort à exercer en B (fig. 3 et 4, pl. 148) pour résister à la charge du bloc soit relativement faible. Une clavette de sûreté est placée en D ; elle supporte seule l'effort pendant le trajet, de telle sorte que ce n'est qu'à l'arrivée sur le point d'échouage qu'on agit sur les leviers avec le palan unique qui les retient ; on enlève les clavettes un peu à l'avance et au signal donné on tranche au couteau la ligature placée en (A) ; cette opération détermine le déclanchage simultané des deux crochets de suspension et la chute immédiate et en quelque sorte instantanée du bloc.

Comme la mer a toujours un certain mouvement on rend le crochage du bloc très-facile en enlevant les boulons (*a*) et (*b*) ; la chape M est alors isolée, on l'applique à l'avance sur le bloc avant la descente en crochant l'organneau et en plaçant la clavette (D) ; quand le bloc arrive aux pontons on n'a qu'à passer le boulon (*a*) pour le saisir.

Quant au grand levier B, on le place pendant le trajet, la clavette D suffisant pour faire équilibre à la charge.

La fig. 3 *bis* de la même pl. 148 représente un autre système de crochet de déclanchement employé dans quelques ports de mer, et dont l'état d'équilibre est basé sur le frottement de la partie A sur le tourillon B ; mais ce système qui a pour lui le mérite de la simplicité présente l'inconvénient de déclancher quelquefois tout seul pendant le trajet.

Les blocs naturels sont chargés en bateau au moyen de l'embarcadère détaillé à la pl. 148, fig. 6 et 7 ; le bateau est conduit sur le lieu d'emploi par le remorqueur, et on opère le déchargement des blocs en les faisant rouler dans l'ouverture ménagée au centre du bateau.

Le chargement des blocs en béton du chantier de l'Ouest ne diffère de la manœuvre analogue du chantier de l'Est que par la manière dont les blocs sont saisis par les verrins de la machine ; les blocs en béton n'ayant pas d'organneaux, on leur passe en dessous deux fortes chaînes dont les extrémités viennent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aboutir aux quatre verrins de la machine placés aux angles, au lieu de se trouver vers le centre comme ceux de la machine du chantier de l'Est.

Le bloc est porté et descendu sur un wagon à bascule (fig. 8 et 9); il repose sur deux planchers mobiles (A'-A') dont la face en contact avec le dessus du wagon est lubréfiée avec soin. Parvenu au point d'échouage on amarre le wagon aux rails de la voie pour éviter qu'il subisse un mouvement de recul dans le sens horizontal.

Les crochets mobiles B' ont pour objet d'empêcher le glissement du bloc dans le parcours des fortes pentes; on les enlève ainsi que les coins G au moment de l'échouage qui s'effectue en dévissant et en dégageant le boulon de retenue MC.

Jusqu'à ce jour, la dépense du matériel des voies et des ouvrages accessoires du port de Biarritz peut être évaluée à un peu plus du tiers de celle des digues qui dans les fonds de 10 mètres au plus a atteint environ 11,400 fr. par mètre courant, et qui sera naturellement plus élevée, lorsqu'on arrivera à de plus grandes profondeurs, les frais accessoires tendant au contraire à diminuer par suite de la dépense une fois faite des premières installations.

Port de commerce de Brest. (Digues et ouvrages divers représentés à l'Exposition par un modèle à l'échelle de 0m.04 par mètre, accompagné d'une vue panoramique et d'un album de dessins.)

Les gigantesques travaux du port de *Brest*, pour lesquels des ouvriers plongeurs munis de scaphandres du système Cabirol ont dû être employés au dressement des surfaces supérieures des enrochements, au règlement des talus de la risberme perreyée du côté du port, et à d'autres ouvrages sous-marins, ont donné lieu récemment à de vives controverses litigieuses soulevées par des réclamations d'entrepreneur au sujet des obstacles rencontrés en cours d'exécution dans l'emplacement de l'ancienne digue de Colbert, dont les débris (charpente, maçonnerie, etc.), enfouis sous le sable et la vase, paraissent avoir nui aux dragages, à la construction des batardeaux et à l'établissement régulier des maçonneries sur le sol résistant.

Nous n'avons pas à apprécier ces difficultés ni à rendre compte, sous un autre rapport, des travaux des ouvriers plongeurs, une étude très-complète ayant déjà paru dans les *Études sur l'Exposition*, au sujet des appareils sous marins, cloches, scaphandres, nautilus (voir 9e et 10e fascicules).

Notre but est seulement d'appeler l'attention sur les appareils de construction mis en œuvre dans cette vaste entreprise, dont le matériel naval comprenait notamment cinq chalands ordinaires en bois, dont deux pontés pour le transport aux digues des gros blocs naturels, quatre chalands en tôle affectés à diverses opérations et enfin un petit remorqueur.

Parmi les modèles envoyés au Champ de Mars pour représenter spécialement l'immersion des blocs de fondations, nous avons remarqué un chaland en tôle dont les dispositions ont été combinées de manière à obtenir, comme on y a réussi d'ailleurs, les résultats ci-après indiqués :

1° Porter un chargement assez considérable, 125 tonneaux;

2° Avoir un tirant d'eau aussi faible que possible, pour élever les enrochements ou les remblais à une assez grande hauteur, et pour venir saisir les blocs artificiels dans les meilleures conditions;

3° Être disposé convenablement pour recevoir les appareils de levage des blocs artificiels et mettre ces blocs en place avec précision.

4° Offrir un moyen de recevoir et de verser facilement les gros blocs naturels, ce que les parements verticaux des puits ont permis de faire.

5° Enfin présenter, après l'ouverture des portes, tous les avantages du faible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tirant d'eau, en n'admettant aucune saillie des portes au-dessous du plan inférieur du chaland, et en évitant, par cela même, toutes les difficultés résultant d'un échouage avec des portes engagées dans des enrochements ou des remblais.

Mise en place des blocs. — Pour mettre les blocs en place, on dispose sur un chaland en tôle quatre pièces de bois de 0m.40 de hauteur et 0m.20 de largeur, et on les réunit deux par deux au-dessus de deux couples de puits en laissant entre elles un vide de 0m.40 pour faire passer les chaînes de suspension; sur ces pièces de bois on place quatre treuils verrins, qui correspondent chacun à la partie du bloc qu'il doit soulever, et à un puits dont les portes sont ouvertes. Chacun d'eux est muni d'une chaîne de Galle qui supporte une tige en fer dont l'extrémité est en forme de T; on y adjoint un petit palan pour retirer la chaîne et le T dans l'intérieur du puits. Des planches sont d'ailleurs disposées sur des supports en bois de manière à faciliter la manœuvre, qui exige, pour les plus grandes forces, quatre hommes par treuil, c'est-à-dire deux à chaque manivelle.

Lorsque le chaland est garni de ses appareils on l'amène, à marée montante et quand la hauteur de l'eau le permet, au-dessus du bloc à enlever. Quand le chaland correspond bien au bloc, on descend les quatre T dans les rainures verticales pratiquées dans ce bloc, on fait subir à chacun d'eux un quart de révolution, on laisse glisser un petit disque en fer pour empêcher tout dérangement, et, au moyen des treuils, on raidit les chaînes. Le bloc alors est en prise, et, à mesure que la marée monte, le chaland s'immerge jusqu'au moment où la partie immergée est assez considérable pour déterminer le soulèvement.

Quand le bloc est bien détaché de sa base, on conduit le chaland soit au moyen du remorqueur, soit en le touant, à l'emplacement qu'il doit occuper; là on le fixe dans la position convenable, en se guidant sur des lignes d'opération établies à terre avec un grand soin; et quand la mer a baissé suffisamment pour qu'on puisse bien vérifier avec une tige la position des blocs déjà mis en place, il suffit de virer les treuils avec ensemble, en redoublant d'attention au moment où le bloc va toucher le fond. Si, par hasard, on commet une erreur dans le placement, il suffit de relever le bloc avec les treuils, et de rectifier la position. Avec un peu d'habitude, cette opération, qui s'applique à des blocs dont les plus gros cubent 45 mètres cubes, et pèsent à l'air environ 100 tonnes, s'exécute avec une grande régularité, et pourrait même s'appliquer à des masses plus lourdes; les blocs sont superposés parfaitement l'un sur l'autre, laissent entre eux un intervalle libre de 0m.05 environ, et présentent dans leur ensemble une surface supérieure convenablement arasée.

Cale de glissement des blocs. — Par suite des inconvénients résultant de la construction des blocs aux heures de marée sur les grèves d'échouage, on a été amené à établir, au moyen de trois cours de longrines supportées par de petits massifs en maçonnerie et solidement reliées entre elles, une cale inclinée de 0m.06 par mètre, sur laquelle pouvait glisser une plate-forme ou ber en charpente, appuyée sur les longrines par trois pièces dirigées dans le même sens, et creusées légèrement en dessous pour correspondre au bombement des longrines et empêcher les déversements latéraux. Après la construction des blocs, ces plates-formes entraînées par des chaînes sans fin mises en mouvement par une locomobile, glissent sur la cale, et quand le bloc est descendu assez bas, le chaland vient le prendre, et la plate-forme peut être remontée sur la cale au moment convenable. La cale peut contenir à la fois 28 à 30 blocs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les longrines extrêmes portent de distance en distance de petits rouleaux sur lesquels vient reposer une chaîne sans fin, qui, enroulée dans sa partie supérieure sur le barbotin d'un treuil verrin, vient embrasser, à l'extrémité inférieure de la cale, un rouet en fonte, pour rejoindre le treuil voisin en passant par un petit canal souterrain.

Lorsqu'on veut descendre un bloc, on met la chaîne en prise de chaque côté du ber, en la soulevant un peu et la liant à une armature en fer dont une partie est fixée sur le ber, et l'autre, mobile, est destinée à tendre la chaîne d'aval, de manière à établir des deux côtés un tirage normal à la cale : comme, de plus, les maillons présentant environ 0m.03 de diamètre, étaient un peu faibles et s'allongeaient sous la tension quelquefois brusque des blocs, qui prenaient trop de vitesse, sans parler des allongements dus à la température, on réduisait le mou trop considérable de la chaîne d'amont au moyen d'un ridoire très-simple.

A chaque mouvement du bloc, on avait soin de lubréfier les surfaces de glissement des longrines, et lorsque le bloc n'obéissait pas à la traction des chaînes, soit au commencement du mouvement, soit à la suite d'arrêts dus aux tassements de la cale ou à quelque obstacle accidentel, il suffisait de pousser le bloc en arrière au moyen d'un verrin.

A défaut d'un dessin spécial que nous n'avons pu relever à l'Exposition, il n'est pas aisé de saisir la manière d'après laquelle s'effectue le coulage successif des blocs à la mer, suivant l'ancienneté de leur préparation, sur les plates-formes de glissement dont nous venons de parler; mais la question paraît avoir ici une importance secondaire, en raison de l'emploi *immédiat* des maçonneries essentiellement hydrauliques sans doute, et de cette circonstance qu'il ne s'agit pas, au port de Brest, de blocs lancés d'une certaine hauteur, mais de maçonneries en quelque sorte mises en place sans mouvement sensible, et qui n'ont point, par conséquent, exigé un vaste emplacement spécial pour la préparation à l'avance et la dessiccation complète des blocs.

Port de Cherbourg. — (Travaux de la marine, figurant à l'Exposition par un modèle à l'échelle de 0m.01 par mètre.)

Au port de *Cherbourg*, les blocs artificiels de défense ont été construits à terre sur des plates-formes roulant sur des voies de fer partant de la baisse des plus hautes mers, et s'étendant sur la plage jusqu'à la baisse des basses mers.

Ces voies étaient au nombre de quatre.

Les blocs étaient construits en maçonnerie de moellons (grès quartzite du Roule) et mortier de ciment dosé à 500 kilog. de ciment par mètre cube de sable : le mortier était fabriqué avec des manéges à roues.

Deux jours au plus après leur achèvement, les blocs étaient, à basse mer, amenés à la partie inférieure des voies; la pente n'étant pas suffisante, on était obligé d'employer, pour la descente d'un bloc, des attelages de six ou huit chevaux. Quinze à vingt jours après leur achèvement, les blocs étaient chaînés à basse mer, puis soulevés à la marée montante par des chalands couplés qu'un remorqueur conduisait à Chavagnac. Là, l'échouage en plein s'exécutait au moment de l'étale de la haute mer.

L'un des doubles chalands d'échouage ne pouvait porter qu'un seul bloc. Cet appareil a été ultérieurement surmonté d'un treuil au moyen duquel on a pu relever, par des profondeurs de 12 à 14 mètres au-dessous de zéro, des blocs échappés par accident ou que l'état de la mer n'avait pas permis d'échouer avec toute la précision nécessaire.

L'autre se composait de deux bateaux à pierre jaugeant chacun 64 tonneaux, réunis par six traverses sur lesquelles on chaînait à la fois trois blocs que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvait échouer, soit simultanément, soit successivement. Ce dernier appareil a permis d'imprimer aux travaux une très-grande activité.

Digues du port de Marseille. — (Représentées au Champ de Mars par un modèle à l'échelle de 0m.04, accompagné d'un plan géométral et d'une vue perspective du port.)

Le système de construction des grands travaux exécutés pour l'établissement du bassin de la Joliette, a participé, quant à la préparation et à l'immersion des blocs, des divers procédés usités dans les nombreux ouvrages dont nous venons de parler; mais, à *Marseille*, la principale manœuvre préparatoire a été celle qui a eu pour objet d'approvisionner les blocs naturels pesant jusqu'à 4,000 kilog., et extraits au moyen de mines auxquelles le feu était mis par l'électricité.

Ces blocs, employés en grand nombre pour les parties de jetées inférieures, ont été immergés au moyen de barques à clapet, dont le fond mobile permet en s'ouvrant de vider immédiatement la charge.

Manœuvre et immersion des blocs artificiels. — La fabrication des blocs artificiels (de 10 mètres cubes) destinés aux travaux de construction du bassin Napoléon était faite à proximité du lieu d'emploi, sur un emplacement de 20,000 mètres carrés, permettant la fabrication de 300 blocs en moyenne par mois, et de 375 au maximum. Ils restaient environ trois mois sur le chantier. Le matériel nécessaire comprenait :

1 machine fixe de 14 chevaux;
2 wagons à chaux portant chacun six sacs de 50 kilog.;
4 wagons de sable, d'une capacité de 0m,80 cubes;
4 wagons à mortier à trois compartiments, d'une capacité totale de 0m,84;
3 manéges à mortier;
12 wagons à pierrailles, d'une capacité de 0m,46 cubes;
7 bétonnières, d'une capacité de 0m,90;
4 wagons porte-bétonnières.
100 caisses moules.

Le transport des blocs, jusqu'au lieu d'emploi, embrassait trois opérations successives :

Levage et transport jusqu'au chemin de fer d'embarquement; traction sur le chemin de fer d'embarquement, et embarquement sur le chaland; remorquage du chaland jusqu'au lieu d'emploi.

Le transport, depuis la prise des blocs sur chantier jusqu'au lieu de leur emploi sur la digue, exigeait, indépendamment des voies de fer, le matériel suivant :

1 grue mobile de levage et de transport de 4 chevaux;
2 wagons porte-blocs;
1 chariot porte-grue;
1 machine fixe de 4 chevaux pour la traction sur le chemin de fer d'embarquement et la mise sur chalands;
3 chalands de transport;
1 remorqueur.

L'emploi des blocs artificiels a varié suivant qu'ils étaient destinés, à l'extérieur, au revêtement de la jetée, ou, à l'intérieur, à la fondation des murs de quai.

Les premiers étaient employés partie au-dessous de l'eau, partie au-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les blocs à placer au-dessous de l'eau étaient transportés et immergés au moyen d'un chaland surmonté d'un plan incliné, qui permettait de les lancer simultanément et instantanément aussitôt après la rotation imprimée à un levier de retenue. Les blocs à placer au-dessus de l'eau étaient arrimés au moyen d'une mâture flottante qui les prenait sur un chaland de transport placé à ses côtés.

Enfin les blocs artificiels, servant de fondations aux murs de quai, étaient placés sur une machine analogue à la précédente, qui permettait de les superposer exactement les uns au-dessus des autres, de les disposer ainsi qu'il a été dit ci-dessus, en parpaing à joints contrariés, sans calle ni mortier, et sur une hauteur de 6 mètres au-dessous du niveau des eaux.

La mâture flottante permettait d'employer mensuellement 270 blocs à l'extérieur, et 240 seulement à l'intérieur, à cause des sujétions de pose.

L'emploi des blocs artificiels exigeait donc deux mâtures flottantes et trois chalands.

Nous ne possédons pas les éléments comparatifs de la dépense spéciale qu'ont occasionnée les appareils du port de Marseille relativement à celle des jetées, mais d'après un document que nous avons sous les yeux, la digue du bassin Napoléon, dans un fond moyen de 17 mètres avec un quai de 30 mètres de largeur, a coûté, par mètre courant, 9,000 fr., et celle du bassin de la Joliette, construite dans le même système avec un quai de 18 mètres de largeur et une profondeur d'eau de 12 mètres, environ 5,500 fr.

Sous tous les rapports, d'après les divers comptes rendus où il en est fait mention, et d'après ce que l'on a pu voir à l'Exposition universelle, les travaux du port de Marseille ont donné des résultats très-favorables, grâce aux soins dont ils ont été l'objet de la part des ingénieurs et des autres coopérateurs de l'œuvre, et grâce aussi, il faut le dire, à ce que les flots de la Méditerranée, comparés aux lames et aux rafales de quelques autres ports de la France, ont toujours été relativement inoffensifs.

V. — Montage des matériaux, engins des travaux de fondations et machines diverses.

Appareils de levage [1]. Quelque accessoire que paraisse l'étude du montage des matériaux et de la manutention des lourdes masses, à côté d'un si grand nombre d'autres éléments beaucoup plus remarquables de l'Exposition universelle, cette question s'impose à l'intérêt et à l'attention des ingénieurs par son importance matérielle et par la solidarité de ses applications avec le progrès général de l'art et de l'industrie.

C'est aussi l'une des études les plus complexes au point de vue de la diversité des systèmes de levage et des multiples usages auxquels ces appareils sont affectés.

Au premier aperçu des produits exposés au Champ de Mars, on a pu se convaincre que la France et l'Angleterre étaient les seules nations sérieusement représentées dans cette branche de l'industrie mécanique, dont le classement a eu lieu d'ailleurs en tenant compte de l'origine, de la nature et de la destination des objets, suivant les catégories ci-après faisant partie du groupe VI dit des arts usuels.

Classe 52. (Moteurs, générateurs et appareils mécaniques spécialement affectés aux besoins de l'Exposition.)

1. On trouvera, 4e année des *Annales du Génie civil*, 1865, page 794, un article intitulé : *Montage des matériaux*, avec deux planches. Cet article, au sujet duquel nous reviendrons plusieurs fois dans le cours de notre Étude, renferme de nombreux renseignements sur le système Edoux et les autres procédés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La commission impériale, appliquant à la manutention les mêmes principes qui ont guidé le comité dans les diverses parties de sa tâche, a donné le titre d'exposants aux constructeurs de grues et appareils de levage qui ont fait participer aux travaux du Palais leurs engins considérés en même temps comme objets d'études et de concours.

Les industriels dénommés ci-après ont été, par ordre numérique, les principaux exposants ou coopérateurs de la classe 52, savoir : *Viveaux*, à Dammarie, grues fixes de six tonnes et grues roulantes de six tonnes ; — *Neustadt*, à Paris, grue fixe de six tonnes à chaîne Galle ; — *Hamoir*, à Maubeuge, grue roulante ; — *Ricot-Patret*, à Varigney, grue roulante et wagonnet ; — *Chrétien*, à Paris, grue à vapeur.

Et pour l'Angleterre, savoir : *Appleby* frères, à Londres, grue tournante et roulante à vapeur, de 500 kilog.; — *Bowser* et *Cameron*, à Glascow, grue ; — *Russell*, *Shanks*, *Sthobert* et *Pitt*, grues roulantes à vapeur ; — *Taylor*, à Birkenhead, grue à vapeur locomobile, placée précisément à l'entrée de la galerie des machines de l'exposition anglaise, à droite du grand vestibule d'honneur de l'avenue d'Iéna.

Nous retrouverons quelques-uns de ces exposants dans d'autres sections du concours, et notamment M. *Neustadt* aux classes 53 et 65 ; la Société *Viveaux* à la classe 63 et M. *Chrétien*, à la classe 65, en concurrence avec les autres industriels ci-après dénommés, savoir :

Classe 53 (machines et appareils de la mécanique générale), *Flaud*, à Paris, *Cochin*, id., monte-charges ; — *Laudet*, à Paris, modèle de grue à vapeur et pont roulant pour le déchargement des pierres, grue hydraulique à double effet pour le déchargement des navires ; — *Martin* aîné et *Calrow*, à Paris, grue fixe de 10 tonnes système à chaîne Galle (Neustadt, ingénieur) ; — *Bernier*, à Paris, treuils et appareils de levage à double noix, avec parachute automatique ; — *Weston*, à Birmingham (Angleterre), grue de chargement dynanomètre.

Classe 63 (matériel des chemins de fer) : Diverses Compagnies et notamment celle du *chemin de Lyon*, pour un dessin à grande échelle du monte-charge hydraulique de Bercy (gare de la Rapée); et la Société des hauts-fourneaux de *Maubeuge* (Nord) pour une grue roulante.

Classe 65 (matériel et procédés du génie civil) où ne figurent que des exposants français en ce qui concerne les appareils de levage, savoir : *Léon Edoux*, ascenseur mécanique, pour les personnes et montage hydraulique des matériaux ; — *Cousté*, à Paris, chèvre roulante ; — *Borde*, à Paris, machine élévatoire ; — *Neustadt*, déjà nommé, machine à mater du port de Toulon ; — *Laudet*, déjà nommé, et *Neveux*, à Paris, appareil pour monter les voyageurs dans les hôtels ; — *George*, à Paris, machines élévatoires ; — *Chrétien*, déjà nommé, monte-charge à vapeur (cercle international). — La *classe* 65 comprenait aussi entre autres produits l'installation des intéressants modèles et appareils appliqués par l'administration des travaux publics français ; et la *classe* 66 (matériel de navigation) les grues de ports et machines diverses.

Il est fort possible que nous ayons fait quelques oublis dans ces listes, mais les omissions individuelles, s'il en existe, sont tout à fait involontaires, comme celles qui concerneraient, dans la suite de cette notice, les œuvres des ingénieurs et constructeurs français ou étrangers non représentés au Champ de Mars, et dont les travaux ayant quelque relation avec l'objet de ce compte rendu pourraient motiver une mention spéciale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ce sujet, nous ne pensons pas que les expositions universelles soient l'expression absolue de tous les objets dignes d'attention, et il arrive qu'en dehors de ces grandes centralisations industrielles, l'on trouve souvent des œuvres utiles à signaler ; nous aurons soin de revenir sur ce point.

En ce qui touche spécialement les appareils de levage, appliqués aux grands travaux ou services publics et dont les systèmes les plus généralement adoptés figuraient, nous devons le reconnaître, à l'Exposition du Champ de Mars, leur usage et leur actualité ont touché à tous les âges du monde, et ces appareils ont exercé en tout temps le génie et le travail des hommes. Ayant déjà rappelé, d'après divers auteurs, qu'à une époque intermédiaire, notamment pendant la période romaine, la plupart des grandes constructions avaient été facilitées, en dehors des grands engins de manœuvre, par l'usage et l'emploi des matériaux de faible dimension, il nous reste à retracer rapidement les procédés que la tradition et l'histoire ont prétendu s'appliquer aussi à quelques œuvres gigantesques des anciennes civilisations.

Anciens moyens et procédés de levage. — L'absence d'indices positifs sur les opérations au moyen desquelles on parvenait à mouvoir et à superposer les blocs considérables employés dans les monuments ou édifices antiques dont les ruines et les vestiges sont arrivés jusqu'à nous a fait place chez quelques appréciateurs à une admiration purement confiante, et a inspiré à d'autres une sage réserve consistant à ne point hasarder de supposition afin de ne pas engager la vraie science. N'étant pas guidé par les mêmes motifs, nous n'hésitons pas à reproduire, en y ajoutant au besoin nos propres réflexions, quelques indications traditionnelles, ayant notamment pour objet l'érection des pyramides et obélisques égyptiens.

Nous regrettons de faire apparaître ici l'inévitable aiguille de Cléopâtre, et l'obélisque plus ancien et non moins célèbre de Luxor, du poids de 230,000 kilogrammes et dont le génie moderne a pu assez facilement opérer la translation de la Haute-Égypte à Paris (1846); nous nous contenterons toutefois de renvoyer au préambule de notre premier article où nous avons attribué la mise en place primitive de ces lourdes masses de granit au concours de grandes multitudes, comme cela a eu lieu, par exemple, pour l'obélisque colossal construit par Ramsès sous le règne duquel Troie fut prise, et à l'érection duquel, assurent les historiens, on employa 120,000 hommes.

Lorsqu'on se disposait à dresser cet immense monolithe, le roi craignit, ajoute la légende, que les machines (munies sans doute d'un nombre considérable d'agrès et de cordages) ne se rompissent sous le poids, et voulant qu'un plus grand danger stimulât le zèle des travailleurs, il attacha son fils à la pointe afin que le salut du prince garantit aussi celui du monument. L'obélisque d'Alexandrie de Ptolémée Philadelphe) offrit aussi, il paraît, de grandes difficultés pour son transport et sa mise en place. D'après les auteurs, on creusa un canal depuis le Nil jusqu'à l'endroit où il était étendu à terre. Deux bateaux très-larges furent remplis de morceaux du même marbre (syénite, granit rouge) d'un pied de diamètre. Comme on avait pris deux fois sa longueur, cette charge formait le double du poids. On fit passer les bateaux sous l'obélisque dont les extrémités portaient sur les deux bords du canal, et ils le soulevèrent après qu'on en eut ôté les pierres, ce qui permit de l'amener à destination.

Les pyramides, sans former un seul bloc, étaient composées de pierres de dimensions colossales, transportées quelquefois de très-loin ; le désert proprement dit n'offrant guère que du sable ou du terrain propre seulement à faire des briques, nature de matériaux que l'on se bornait alors, comme le rappelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'érudit M. Duruy, à faire sécher au soleil, ce qui explique la destruction facile des constructions où l'on employait ces matériaux, et notamment de la ville de Ninive qui en était presque entièrement formée. Cette ville n'en a pas moins laissé des blocs énormes recueillis par le British Muséum de Londres, et qui furent déplacés, dit-on, par la force seule aidée du levier, sans avoir recours aux principes scientifiques. Les colosses de Thèbes qui ont 15 à 20 mètres de haut, ont été conduits à leur emplacement à l'aide de bateaux naviguant sur le Nil. (Voir *Annales du Génie civil*, 1864, page 776.)

Temple de Diane à Ephèse. — S'il faut en croire Pline, que l'on ne peut s'empêcher de citer chaque fois qu'il s'agit de la mention d'un fait se rattachant à la science antique, on a employé les procédés suivants pour le montage des matériaux du temple de Diane, monument qui présentait une longueur de 425 pieds sur 220 pieds de largeur et qui était orné de 127 colonnes de 60 pieds. Les architraves et le frontispice de cet édifice offraient un poids considérable que l'architecte parvint, d'après la tradition, à monter et à mettre en place en formant une espèce de montagne avec des sacs remplis de sable, qui s'élevaient en pente au-dessus du chapiteau des colonnes. On vidait peu à peu ceux qui étaient au pied, en sorte que la pierre se plaçait insensiblement où elle devait être; cette version un peu extraordinaire contient en germe, jusqu'à un certain point, l'idée première de l'ingénieux système actuel de décintrement au moyen des sacs ou des boîtes à sable dont nous avons déjà parlé à l'occasion des appareils servant à la construction des voûtes.

Pour d'autres monuments, le même auteur mentionne l'emploi de remblais de sel de nitre que l'on faisait dissoudre après l'exécution des maçonneries, ou de plans inclinés formés d'une infinité de couches de briques dont la distribution gratuite était faite ensuite aux particuliers qui désiraient élever des constructions pour leur compte. Nous nous abstenons de tout commentaire sur ces libéralités peu usitées de nos jours.

Temple de Balbeck. — L'antiquité nous a légué aussi le souvenir et les ruines magnifiques de la ville de Balbeck, située dans la Turquie d'Asie, au pied de l'Anti-Liban, et notamment de son fameux temple, gigantesque édifice de marbre dont les blocs, toutes proportions observées, n'avaient pas moins de 20 à 30 mètres de longueur, sans parler de la clef de voûte du portique dont les dimensions étaient exceptionnelles. Ces gigantesques blocs ont-ils été dressés et mis en place par l'un des procédés déjà cités plus haut, ou au moyen d'appareils dont le secret a disparu en même temps que les œuvres? C'est une question sur laquelle il ne nous est pas donné d'apporter la moindre clarté.

Vestiges de l'âge antéhistorique. — Quelques ruines imposantes des anciens temples religieux de l'Inde et certains vestiges restés debout sur le sol français, et notamment les dolmens et les menhirs de la Bretagne, qui paraissent appartenir à la même période, bien qu'ils aient été appropriés depuis à d'autres pratiques, montrent que la puissance de la manutention remonte à une époque bien plus reculée que celle dont nous venons de parler.

En raison du peu d'étendue que comporte cette esquisse préliminaire, nous nous bornerons à citer le menhir (*men*, pierre; *hir*, longue) de Locmariaquer, bourg situé sur la rive occidentale du Morbihan. Une évaluation de M. Émile Letellier, ingénieur, porte à 262,000 kilogrammes le poids de cet énorme bloc, ou au moins à 250,000 kilogrammes, si l'on ne compte pas la cassure bien reconnaissable de l'une de ses extrémités. Bien près de là se trouve un dolmen (*dol*, table; *men*, pierre) dont les morceaux séparés, dit-on, par la foudre et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'en faisant qu'un autrefois, pèsent environ 86,600 kilogrammes, et, enfin, un autre menhir colossal, situé au sommet d'une colline, de 145 mètres de hauteur.

La plupart de ces étranges monuments formés d'un beau granit gris bleuâtre sont considérés comme antérieurs à l'*époque de bronze* et même à celle de la *pierre polie*. Quelques-uns sont contemporains de cette dernière période, puisqu'on y a retrouvé des haches polies ; mais l'incertitude la plus complète existe sur les moyens employés pour mouvoir et placer ces immenses monolithes.

On pourrait penser qu'à l'époque de la *pierre taillée*, l'homme venu d'Asie, et dont chacun a pu admirer les haches et les couteaux en silex à l'Exposition du Champ de Mars (galerie de l'histoire du travail), a pu découper de solides courroies dans le cuir des animaux réduits alors à l'état de domesticité, s'en servir pour les jougs ou pour d'autres usages, et utiliser des arbres bien droits, écorcés et coupés à longueur convenable avec les instruments de silex, ou au feu, pour former des rouleaux ou des leviers valant presque ceux usités par nos maçons et nos charpentiers.

On avait donc l'attelage, les leviers, les rouleaux et même le chemin de roulement qu'on pouvait composer d'arbres ébranchés, de pierres plates, ou d'autres matières propres à établir un plan incliné. D'un autre côté, les bras ne devaient pas manquer à l'appel du chef ou plutôt du maître absolu.

Le monolithe, une fois choisi parmi ceux faciles à détacher du rocher ou parmi les blocs erratiques (comme celui adossé au portail de la cathédrale du Mans), pouvait être amené à pied d'œuvre, dans le sens de sa longueur, au moyen d'un plan incliné, de largeur suffisante pour la circulation des attelages opérant la traction.

Après cette première opération, le menhir était tourné dans le sens de la largeur, au moyen de rouleaux, et installé de façon à ce que le centre de gravité (que les hommes d'alors, qui possédaient évidemment des notions sur diverses sciences naturelles, savaient probablement déterminer) coïncidât avec l'arête du plan incliné et qu'on n'eût besoin pour dresser le monument dans sa position verticale que d'un effort de soulèvement exercé latéralement au moyen de leviers.

En fixant ensuite des courroies au sommet du menhir, destinées, les unes à l'empêcher de dépasser la verticale, les autres à opérer une traction lente et bien réglée, on devait, avec une patience à peu près égale à celle que le lecteur a dû apporter à suivre les indications que nous venons de résumer, arriver au but qu'on s'était proposé.

Procédés de l'époque moderne. — Les procédés employés dans divers pays pour l'établissement de certains échafaudages et pour l'édification des colonnes et obélisques ont fait l'objet d'une intéressante étude accompagnée de planches, insérée aux *Annales du Génie civil*, année 1864, page 776. Ne pouvant citer comme nous le voudrions l'article en entier, nous décrirons ci-après le plus brièvement possible, en renvoyant au texte original, pour les développements et les dessins, les principales opérations ayant pour objet de transporter et d'élever ces masses de granit et de marbre destinées à fixer le souvenir d'un événement ou à laisser à la postérité les traits d'un grand homme.

A Liverpool, on érige les édifices à l'aide de procédés simples et ingénieux. Une plate-forme de $0^{m}.91$ de large repose sur des traverses ; au milieu s'élève un mâtereau ; au sommet, des cordages maintiennent le tout solidement. A l'aide de cabestans, on monte les blocs à une grande hauteur. Quand ils sont dressés, on les amène à poste en donnant au mâtereau un mouvement de rotation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La même notice décrit les procédés analogues qui furent employés pour élever la fameuse colonne d'York, à Londres, et la statue qui devait la surmonter. L'auteur fait remarquer en même temps qu'en augmentant proportionnellement les dimensions et le nombre des mâts, des haubans et des poulies, on pouvait enlever des poids quelconques à toute hauteur, principe qui s'applique évidemment aux plus lourdes masses et qui a été vérifié dans un grand nombre de constructions.

Il y est question ensuite de l'érection de la statue de Napoléon sur la colonne Vendôme (l'ancienne sans doute) pour laquelle l'ingénieur, M. Lepère, employa une plate-forme établie sur le sommet de la colonne et qui portait le treuil destiné à élever la statue. On avait ainsi pour support la colonne tout entière et pour résistance le poids de la coupole qui est quatre fois plus grand que celui de la statue. Deux poulies transversales traversaient la colonne, en prenant leur point d'appui sur le noyau central et sur la paroi même de l'édifice ; elles supportaient la majeure partie du poids du treuil.

Enfin, en 1829, l'empereur de Russie, voulant élever une statue à son frère Alexandre, chargea de ce soin M. de Montferrand qui s'inspira, il paraît, des moyens employés pour élever les colonnes Trajane et Antoine faites en marbre de Carrare et dont la première avait 38 mètres de hauteur et la seconde 35m,2. La note précitée des *Annales du Génie civil* rappelle à ce sujet que, pour extraire les blocs énormes des colonnes romaines, pour les conduire sur place, en partie par le Tibre, en partie par mer, pour construire des échafaudages capables de supporter de pareilles masses et des machines assez fortes pour les soulever, il a fallu développer beaucoup de science et d'habileté.

On a pu dire cela surtout du monument érigé à Alexandre et qui n'a pas moins de 54 mètres de hauteur. C'est une colonne dorique élevée sur un piédestal, analogue à la colonne déjà nommée de Trajan, à Rome, et à celle de la place Vendôme, à Paris. Le soubassement est formé d'un bloc de granit de près de 4 mètres de diamètre, en moyenne, et de 27m,72 de hauteur, provenant des carrières de Pitterlaxen, dans une des baies du golfe de Finlande, et transporté sur la Néva, d'où il fut rendu à pied d'œuvre et édifié par une multitude de soldats et de marins, au moyen d'un plan incliné et de cabestans.

Plus récemment, en Russie, lorsqu'il s'est agi d'élever la statue commémorative de l'empereur Nicolas, on a également convoqué 1,200 soldats et 400 marins, pour tirer les cordons des haubans employés à l'érection. On ne pouvait trouver, selon nous, de meilleur moyen pour arriver à un bon résultat, les opérations dont nous venons de parler empruntant évidemment leur principal mérite, comme les évolutions militaires, à la précision, à la régularité et à l'ensemble des mouvements d'une multitude manœuvrant comme un seul homme.

Il nous reste maintenant, et c'est peut-être par là que nous aurions dû commencer, à parler des nombreux et importants appareils de levage représentés ou envoyés à l'exposition du Champ de Mars. Cette étude détaillée sera l'objet d'un très-prochain article.

G. PALAA.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LI

APPAREILS ET INSTRUMENTS DE L'ART MÉDICAL

CLASSE XI.

A

Matériel des secours à donner aux blessés sur le champ de bataille. — Ambulances civiles et militaires destinées au service des armées de terre et de mer, Sociétés internationales de secours pour les blessés.

PAR M. LE DOCTEUR **GRUBY**.

I

On ne saurait méconnaître tout le prestige grandiose et merveilleux qu'a offert, malgré quelques imperfections, l'Exposition universelle de 1867, cette solennelle et éclatante affirmation par le dix-neuvième siècle de la puissance du génie humain secondé par le travail et la méditation. L'esprit et l'imagination restent anéantis, confondus devant cet abîme de prodiges et de merveilles. A ce spectacle l'homme s'enorgueillit, et, se reposant dans sa force, il promène sur ce monde de chefs-d'œuvre un regard satisfait et dit : c'est bien, mais je ferai mieux encore.

Et ce qui donne à cette Exposition le cachet plus spécial encore de son époque, c'est la haute importance accordée à tout ce qui répond à une pensée humanitaire, à tout ce qui tend à satisfaire ce besoin de paix et d'union qui entraîne aujourd'hui les nations dans le grand courant de la fraternité universelle.

La France a fait appel au monde entier au nom de l'humanité, et voilà que, de tous les points du globe, sont accourus des hommes de bonne volonté apportant à toutes les branches de l'activité humaine en même temps que le produit matériel de l'industrie la plus raffinée, les doux fruits d'une civilisation toujours progressive, c'est-à-dire les institutions les plus propres à contribuer au bonheur de l'homme par la bienfaisance.

Or, entre toutes ces institutions, la plus remarquable et la plus consolante sans contredit, n'est-ce pas cette réunion d'hommes indépendants qui s'est constituée, sous la présidence du docteur Mundy, en société, dans le but de contrebalancer et d'adoucir les maux qu'entraîne à sa suite le progrès de la civilisation ?

A côté des armes, instruments de la destruction, ils ont exposé des modèles d'instruments de secours et d'adoucissement pour les malheureuses victimes de la guerre. Les uns se sont appliqués à perfectionner les moyens de transport pour les blessés; les autres se sont efforcés d'amener les combattants à l'oubli, à la fraternité, à l'égalité devant la souffrance ; ils apportent un signe, une bannière, symbole de cette fraternité, et la présentent à l'adoption de toutes les nations, en leur disant : « Frères, là où l'humanité parle, c'est au canon de se « taire ! » D'autres, mus par un sentiment aussi généreux, bravent l'acharnement sauvage de l'esprit destructeur et pénètrent au milieu de la sanglante mêlée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour couvrir le blessé de la bannière protectrice, le transporter loin du danger, le soigner, le nourrir, panser ses plaies, relever son moral, remplacer auprès de lui la patrie absente et les douceurs de la famille ; ils vont même jusqu'à mettre au service de ces malheureux les merveilles de la science, et, à l'aide du télégraphe électrique portatif, ils établissent des correspondances entre ce pauvre délaissé, moribond sur le champ de bataille, et ceux qui lui sont chers ; d'autres encore apportent le fruit de longues expérimentations pour donner des aliments faciles à transporter et à préparer ; d'autres enfin présentent des modèles d'habitation pour les malades et d'abri pour les blessés.

Ici, c'est bien le dix-neuvième siècle qui parle et qui agit sous l'inspiration seule de l'amour de la fraternité, sans aucune arrière-pensée de récompense humaine ou divine.

Nous devons reconnaître que c'est à l'Amérique qu'est due la première organisation d'une société de ce genre sur une vaste échelle. Et, chose digne de remarque, l'initiative des femmes se fait sentir là comme dans toutes les grandes questions d'humanité. Ainsi la première réunion tendant à une organisation définitive se tint au dispensaire des femmes, à New-York, en avril 1861. L'assemblée, composée de près d'une centaine de dames les plus distinguées et les plus honorables par leur position ou leur fortune, s'occupa des moyens d'organiser d'une manière régulière tous les efforts individuels en une association concentrant toutes les ressources, afin de leur donner plus de puissance d'action et des résultats effectifs plus étendus. L'idée mûrie et adoptée, on nomma un Comité pour aider à l'exécution des plans élaborés.

Et c'est comme suites heureuses de ces entreprises, si éminemment philanthropiques, qu'on a pu voir et admirer au Champ de Mars les nombreux et ingénieux raffinements dans le soulagement des misères humaines apportés par le Nouveau-Monde, comme tribut à la régénération de notre vieille Société.

Là, en effet, à côté de modèles bien conçus des hôpitaux de New-York, de

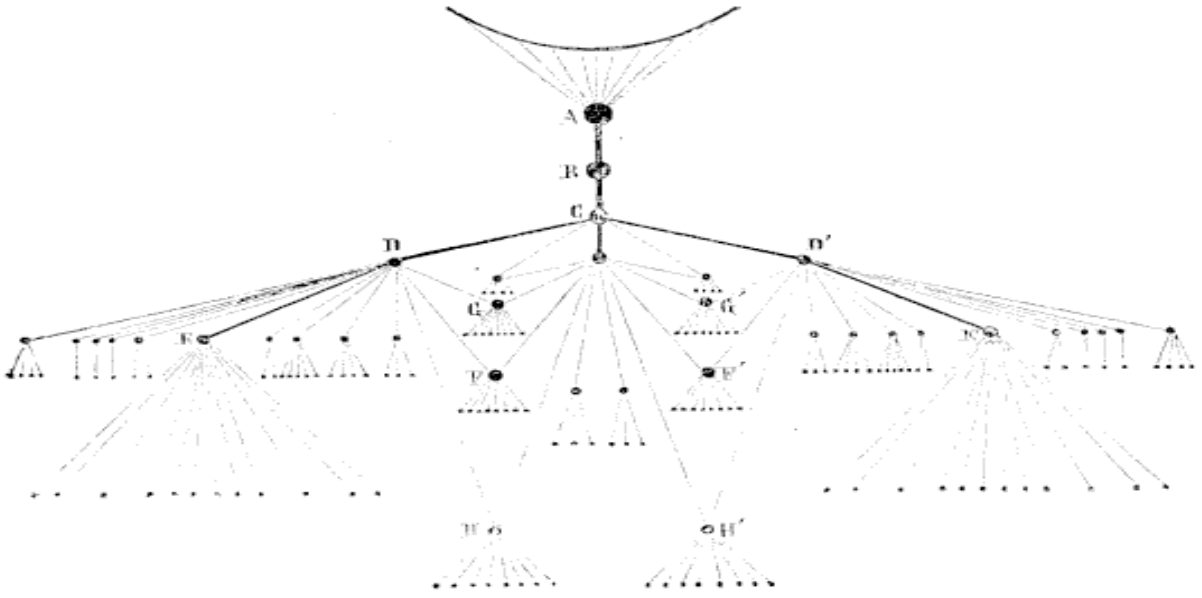


Fig. 1.

Boston et de Philadelphie, on trouvait un plan général d'administration sanitaire pour l'Amérique (fig. 1) [1], les modèles les plus variés de wagons, voi-

1. Nous reviendrons plus loin sur ce plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures, brancards et appareils de toutes sortes pour le transport et le repos des malades, des aliments transformés en extraits et en substances concentrés afin que chaque combattant puisse porter sur lui, sous un petit volume, l'alimentation suffisante pour plusieurs jours.

Le pendant de l'Amérique a son foyer en Suisse, car c'est à Genève, dans ce séjour de la liberté, qu'ont été posées les premières bases de la Société internationale pour les blessés en Europe, résultat heureux, dû en grande partie aux soins et à l'activité incessante de plusieurs citoyens dévoués, parmi lesquels il convient de citer MM. H. Dunant, G. Moynier, ainsi que les docteurs Th. Maunoir et Appia de Genève. Ainsi, grâce aux efforts de ces généreux citoyens, Genève voyait au mois d'octobre 1863 se réunir dans ses murs les délégués des États suivants : Angleterre, Autriche, Bade, Bavière, Belgique, Danemark, Espagne, France, Hollande, Prusse, Suède, Suisse et Wurtemberg. Là un plan d'organisation était définitivement arrêté, — et par suite, au mois d'août 1864, quinze puissances y signaient un traité international dont l'article 1er explique suffisamment le but et la portée.

« Art. 1er. Les ambulances et les hôpitaux militaires seront reconnus neutres, et comme tels protégés et respectés par les belligérants aussi longtemps qu'il s'y trouvera des malades ou des blessés.

« La neutralité cesserait si ces ambulances ou hôpitaux étaient gardés par une force militaire. »

Mais c'est à la France que revient l'idée et l'honneur d'avoir réuni en un congrès fraternel et scientifique les délégués de ces Sociétés.

C'est en effet au Champ de Mars que se sont réunis et ont discuté les hommes les plus dévoués à cette œuvre. A côté de ces discussions, des conférences instructives faites par des hommes de mérite et convaincus ont fait ressortir l'importance et la grandeur de l'entreprise et ont entraîné les nations retardataires à signer et à sceller le traité humanitaire du dix-neuvième siècle. Puis, animées d'une noble et sainte rivalité, ces Sociétés ont apporté, à l'envi l'une de l'autre, le tribut de leurs veilles et de leurs travaux en faveur de cette œuvre philanthropique et sociale.

C'est par suite de cette heureuse émulation que nous avons vu la Société internationale de l'Europe exposer à côté de celle de l'Amérique des modèles de voitures, d'ingénieux brancards élastiques, des tentes perfectionnées pour le repos des malades, une voiture-cuisine qui permet, tout en suivant les combattants, de préparer pour les blessés des aliments convenables, des boîtes remplies de médicaments et de toute espèce de calmants, des chaises roulantes, des lits à suspension mécanique, des chaises et des lits suspendus aux flancs de chevaux ou de mulets pour le transport des blessés.

Elle avait exposé aussi des substances désinfectantes pour prévenir la corruption de l'air et les maladies qui se développent par l'agglomération des hommes ou des animaux en putréfaction séjournant sur les champs de bataille.

Ces objets, on a pu les voir réunis presque tous sur un même point de l'Exposition, à gauche du grand phare, grâce à la sage direction et aux soins éclairés de M. le comte Sérurier et de quelques personnes dévouées.

De plus, nous devons au docteur Thomas W. Evans une foule de détails précis et des plus intéressants sur les Sociétés de secours aux blessés en Amérique, et nous nous empressons de déclarer ici que nous avons été heureux de lui faire à ce sujet de larges emprunts tirés de son ouvrage, *la Commission sanitaire des États-Unis*, ouvrage méthodique et consciencieux qui fournit de précieuses notions sur l'institution et le fonctionnement de ces utiles Sociétés, ainsi que sur l'établissement de Sociétés de même nature en Europe. Nous devons aussi de bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utiles renseignements à son ouvrage sur *les Institutions sanitaires pendant le conflit Austro-Prussien-Italien*, Paris, 1867.

Le docteur Evans avait en outre réuni au Champ de Mars une collection fort curieuse d'ouvrages, volumes ou brochures, de modèles d'hôpitaux et d'établissements sanitaires de toute sorte, d'objets concernant l'alimentation, l'hygiène, la médecine et la chirurgie, dont on peut au reste se figurer l'importance, quand on songe que son catalogue ne contient pas moins de 123 numéros.

Ce qu'on ne doit pas omettre surtout, c'est l'esprit de bienveillance qui présidait à cette exposition, où les visiteurs trouvaient tous les éclaircissements désirables donnés avec une courtoisie rehaussée encore par l'offre gratuite et faite sans ostentation de plusieurs ouvrages concernant la matière.

Il nous serait impossible, on le comprend, d'entrer ici dans tous les détails que comporte un sujet d'un intérêt aussi palpitant. Aussi, forcé de nous restreindre, nous ne traiterons que la question des moyens de transport et d'abri pour les blessés.

Et c'est dans ce but que, passant en revue les produits exposés en ce genre, nous commençons par citer les moyens de transport pour les blessés et nous continuerons par les abris provisoires, comme les tentes, définitifs, comme les hôpitaux. Puis, dans un article complémentaire, nous passerons en revue quelques moyens de transport pour les malades autres que les blessés au champ de bataille, moyens dont les produits ou appareils n'ont pas été exposés, et cet appendice servira naturellement de complément à l'étude des appareils qui étaient représentés à l'Exposition universelle.

Dans l'ordre que présentent ces moyens de transport, nous nous occupons d'abord des voitures de différents modèles, des wagons de chemins de fer appropriés au transport des blessés, du transport par les animaux, par chariots à main, brancards à roues et brancards à bras, enfin du transport à dos d'homme au moyen de crochets.

Dans le second article, nous traiterons également des véhicules, du transport par les animaux, des brancards, des fauteuils roulants et des lits de voyage pour les malades.

Toutefois, avant d'entrer dans ces détails, nous ne croyons pas inutile de jeter un coup d'œil rapide et général sur l'établissement et le fonctionnement des Sociétés de secours aux blessés, cette œuvre propre du dix-neuvième siècle et qui lui fera pardonner bien des fautes et des erreurs.

Originaire des États-Unis de l'Amérique, cette œuvre généreuse qui, représentée en ce pays par une valeur de 125 millions de francs, a conservé par ses soins et ses secours aux blessés au milieu des horreurs de la guerre civile, au moins cent mille défenseurs au pays, une telle œuvre, dis-je, devait nécessairement exciter les sympathies et l'émulation de tout ce qui, dans l'ancien monde, était susceptible de sentiments humains, d'aspirations nobles et élevées.

Nous avons dit plus haut comment l'initiative prise par quelques citoyens de Genève aboutit à cette convention internationale qui ne doit plus voir sur les champs de bataille, dans les blessés de toute nationalité, que des frères victimes d'un exécrable fléau, ayant tous un droit égal aux mêmes secours, à la même commisération.

Déjà, du reste, antérieurement à la convention de 1864, l'empereur Napoléon III, mû par un sentiment puisé à la même source, avait décidé le 28 mai 1859, en Italie, que tout prisonnier blessé serait rendu à l'ennemi sans échange dès que l'état de sa santé le permettrait.

On doit encore à la vérité de reconnaître que déjà pendant la guerre du Holstein, en février 1864, antérieurement au congrès définitif de Genève, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'eut lieu qu'en août 1864, une Société centrale prussienne de secours aux blessés s'était formée à Berlin et que cette Société rendit les plus grands services sur le théâtre des événements ; et il ne serait même pas impossible que les résultats alors obtenus aient contribué à la conclusion du traité international.

Quoi qu'il en soit, à la suite de cette convention toutes les puissances signataires s'empressèrent à l'envi d'organiser dans leur sein des Sociétés de secours pour les blessés afin de coopérer activement à la grande œuvre, et si le résultat ne se fit pas attendre, il faut dire qu'en Europe comme en Amérique on y fut généralement aidé par le concours sympathique et dévoué des femmes qui s'entendent si bien dans toutes les affaires de bienfaisance.

Toutes les classes de la société, depuis les plus élevées dans la hiérarchie sociale, fournirent leur contingent à ces dignes sœurs de charité. C'est ainsi que la reine de Wurtemberg, entre autres, initiait pour ainsi dire son pays à cette œuvre humanitaire en contribuant par ses soins à faire ouvrir à Stuttgart et dans les principales villes du royaume des cours publics pour faire comprendre à tous le but et l'utilité des Sociétés de secours.

Et déjà, en 1861, le comité central de l'Association des dames du pays de Bade avait établi des écoles de gardes-malades pour les blessés militaires, lesquelles, après trois mois d'apprentissage et de leçons théoriques et pratiques dans les hôpitaux, reçoivent à la suite d'un examen un certificat en rapport avec leur capacité.

Elles furent d'une grande utilité dans les hôpitaux militaires par leurs soins éclairés et les consolations qu'elles y versèrent. Les chirurgiens eux-mêmes gagnèrent à leur contact d'apporter plus de zèle et de douceur dans l'accomplissement de leur difficile mission.

En Bavière, nous retrouvons encore les associations de femmes à la tête du mouvement. Elles organisèrent le service de secours aux blessés, et, après l'affaire de Kissingen, elles fournirent en abondance aux ambulances, charpie, linge, bandages, etc., — aux hôpitaux, des rafraîchissements et des provisions,— et par là, aux médecins bavarois, un concours empressé.

Les derniers événements militaires en Allemagne, quoique rapides dans leur durée, n'ont que trop bien prouvé par les désastres qu'ils ont laissés à leur suite quelle heureuse et salutaire pensée a présidé à la création des Sociétés internationales de secours.

En effet, les perfectionnements apportés à l'art désastreux de la guerre amènent aujourd'hui des résultats si funestes et si foudroyants, qu'ils mettent parfois à bout les ressources de la prudence ordinaire, ainsi qu'on le vit à la terrible et sanglante mêlée de Sadowa, où le choc de deux puissantes armées jonchait le champ du carnage de plus de 40,000 blessés outre les morts. Tous les blessés que les Autrichiens dans leur retraite durent laisser à la discrétion du vainqueur, furent recueillis par les Prussiens et soignés avec une sollicitude qui ne voyait dans tous que des souffrances à soulager.

On peut se faire une idée de l'étendue de ce désastre, quand on saura que trois jours et trois nuits suffirent à peine pour relever les blessés, et que, malgré les prodiges d'activité et de dévouement de la société prussienne, beaucoup moururent avant d'avoir été transportés ; et lorsque les délégués de cette Société se portèrent à la rencontre des convois, ils trouvèrent gisant sur la paille, dans des chariots, des hommes qui, après le premier pansement, étaient depuis quarante-huit heures sans nourriture, et qui probablement seraient morts dans les tortures de la faim si les commissaires de la Société n'étaient arrivés juste à temps pour offrir à ces malheureux des provisions et les rappeler à la vie.

Un des convois expédiés par la Société dans cette circonstance représentait une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valeur d'environ 300,000 fr. et contenait entre autres choses 4.000 kilog. de glace pour les hôpitaux, et pendant quinze jours le comité expédia chaque jour un convoi en Bohême. Voici, prise au hasard, la composition d'un de ces envois expédié à Prague dans vingt-deux wagons: 30,000 kilog. de viande, 34,000 bouteilles de vin rouge, 1,500 bouteilles de cognac, 20,000 paires de pantoufles, 3,000 ceintures de flanelle, 62,000 cigares, etc.

Enfin la Société prussienne fit en outre plusieurs envois considérables d'argent aux Sociétés autrichiennes, notamment à celle de Prague. Elle forma même des bibliothèques pour les hôpitaux, consacra des sommes importantes à envoyer aux eaux les soldats et les officiers convalescents, fonda un journal, *le Salut du soldat*, pour rendre compte de ses opérations et faire appel au patriotisme du peuple prussien, et dépensa dans le cours de la guerre 2 millions de francs pour secours immédiats aux blessés et 6 millions en distributions diverses pour le même objet.

Ces actes du comité central prussien excitèrent l'émulation au bien, et les États alliés de la Prusse lui apportèrent un concours actif, ainsi que les villes libres de Brême et de Hambourg.

Signalons encore en Autriche l'activité énergique et bienfaisante des femmes. Dès le commencement de la guerre, une association qui avait déjà fonctionné pendant la guerre du Holstein, se remit à l'œuvre sous une forme nouvelle. Cette association, sous le nom de *Société patriotique des dames* et présidée par la princesse de Schwartzenberg, déploya tant de zèle et de dévouement, qu'elle eut bientôt ramassé cent dix mille florins et que l'empereur, à l'arrivée des blessés, mit à sa disposition un de ses châteaux pour servir d'hôpital, deux médecins et des instruments de chirurgie, tandis que la princesse elle-même avait déjà, dans le même but, abandonné à la Société son beau palais, avec le manége et les écuries, se chargeant en outre de l'éclairage et du chauffage, et que les sœurs de charité, qu'on rencontre toujours où il y a des maux à soulager, offraient leurs services à l'association.

Grâce à ce concours d'efforts généreux, cette Société pouvant disposer d'un capital assez considérable, étendit son action bienfaisante au delà même du terme de la maladie, en donnant des secours temporaires assez considérables et proportionnés à la position de ceux qui quittaient l'hôpital Schwartzenberg et même des rentes viagères à ceux qui avaient subi de graves opérations.

D'un autre côté et pour seconder ce mouvement, un hôpital improvisé cependant, mais remarquable par la propreté qui y régnait, par la salubrité, par la disposition de ses salles et par sa bonne ventilation, et qu'on appelait à Vienne le *Holz hospital* (*hôpital en bois*), était confié à une autre Société de dames présidée par Mme Ida Von Schmerling, et connue sous le nom de *Damen-Comité*. Et là, deux nobles femmes, Mme Anna Stolz et Mlle Pelz, restées seules en dépit d'une épidémie cholérique qui avait fait faiblir le courage de leurs compagnes, déployèrent un dévouement à toute épreuve, prodiguant leurs soins et leurs consolations à toutes les souffrances et préparant elles-mêmes la nourriture de deux à trois cents personnes.

La Société autrichienne de secours pour les blessés avait envoyé à l'Exposition une collection de quarante-trois objets, parmi lesquels on remarquait des modèles de voitures d'ambulance, des sacs, des havresacs à médicaments, des sacs en parchemin végétal remplis d'eau chaude ou froide pour remplacer les compresses, les cataplasmes ou les vessies d'animaux dont on fait quelquefois usage.

L'Italie, on le pense bien, ne resta pas étrangère à ce mouvement généreux, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exemple de son souverain qui avait un des premiers adhéré à la convention de Genève.

Aussitôt après la ratification de cette convention, la Société médicale de Milan, sous la présidence du docteur Castiglioni, constitua le 15 juin 1864 le comité milanais de l'association italienne de secours aux militaires malades blessés.

Côme, Crémone, Pavie, Bergame et Monza ne tardèrent pas à organiser également des Sociétés de secours qui reconnurent le comité de Milan pour comité central en adoptant ses statuts, exemple suivi en 1866 par les villes d'Ancône, de Ferrare, de Florence, de Livourne, de Naples, de Plaisance et de Turin qui vinrent aussi se joindre au groupe milanais.

Pendant toute la durée de la guerre, la Société italienne de secours se distingua par un zèle et une activité qui ne se démentirent jamais. Ainsi pendant les fatales journées de Custozza, on vit les médecins parcourir le champ de bataille, se portant au secours des blessés, et, fidèles à la bannière de la société, soignant indistinctement Italiens et Autrichiens.

Le service des ambulances de ces sociétés italiennes est parfaitement organisé et pourvu d'un matériel en rapport avec les exigences que peuvent entraîner les événements de la guerre.

Nous allons maintenant entrer dans quelques détails sur diverses parties du service des ambulances en examinant les objets ou modèles présentés à l'Exposition, et nous commencerons par les voitures, wagons et autres véhicules mis en usage pour le transport des militaires blessés ou malades.

Cette partie du service, en dépit des nombreuses améliorations qui y ont été introduites, laisse encore bien à désirer, non par suite d'indifférence, mais à cause des difficultés inhérentes au sujet. Il s'agit, en effet, de concilier l'intérêt particulier de l'individu avec l'intérêt plus général de l'armée, ce qui n'est pas toujours facile; aussi le système qui rapprocherait le plus ces deux intérêts devra-t-il toujours obtenir la préférence quand même il ne serait pas parfait.

Les voitures d'ambulance européennes sont presque toutes défectueuses, surtout par leur extrême lourdeur. Une voiture de ce genre devrait être légère, bien suspendue et d'une construction telle, qu'à l'aide d'un ou de deux chevaux, elle puisse librement circuler dans les champs même qui sont dépourvus de route.

Toutefois, devant ce *desideratum* d'un si puissant intérêt, à savoir, le bien-être des malades et des blessés, chacun a fait des efforts pour trouver des remèdes; ces efforts ont donné naissance aux nombreux modes de transport adoptés par les Sociétés de secours pour les blessés, et admis par la Société internationale dans son exposition du service sanitaire des armées. C'est dans cette partie de l'Exposition que nous introduisons en ce moment nos lecteurs.

Chariot d'ambulance français à deux roues pour deux malades. Élévation longitudinale, fig. 2.

Il est couvert en toile; le siège du cocher est placé en avant sur le haut. On y introduit les brancards par derrière en les faisant glisser sur des rouleaux fixes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Brancard-lit en partie en dehors du chariot. *b*. Planchette de fermeture abaissée pour faciliter l'entrée du brancard.

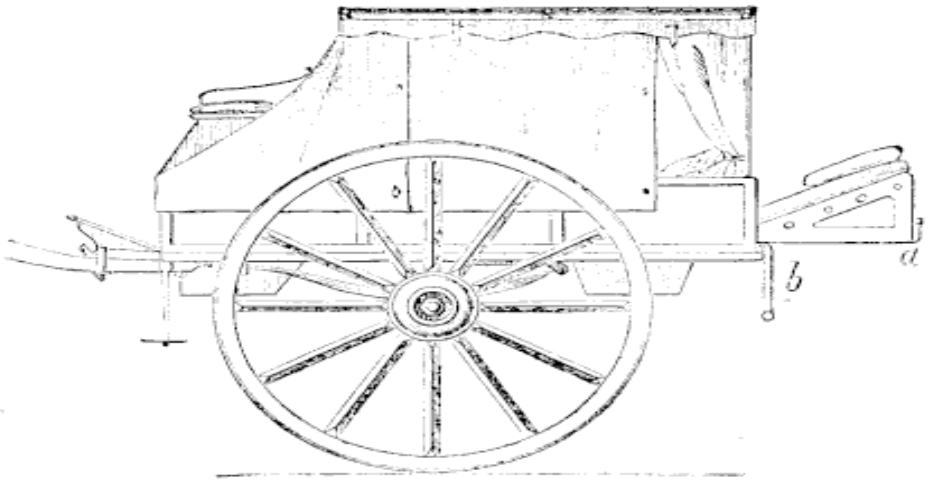


Fig. 2.

Même chariot vu de derrière, fig. 3.

a. Derrière de la couchette en place. *b*. Planchette relevée pour fermer la voiture.

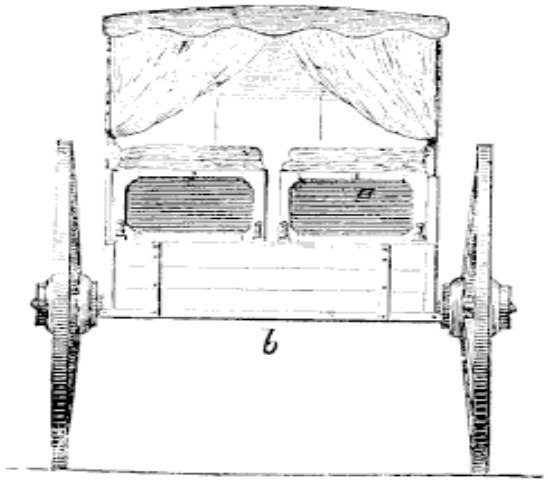


Fig. 3. Voiture d'ambulance, système français, élévation par bout.

Ce chariot, placé sur deux ressorts, peut être employé plus utilement pour transporter des cadavres que des malades parce que les secousses d'une voiture à deux roues mal suspendue produisent autant de douleurs au blessé que sa blessure même.

Si l'on veut employer des chariots à deux roues pour le transport des malades on doit d'abord paralyser les secousses imprimées par le cheval et ensuite celles qui proviennent de l'inégalité du sol. En faisant des expériences dans cette direction, on arriverait sans aucun doute à combiner un véhicule léger et commode. Déjà, en Angleterre, on a fait des tentatives qui ont amené des résultats pratiques pour la suppression de ces deux sortes de secousses ; mais il faut dire que ces études ont eu pour but le confort de l'homme valide bien plus que le soulagement du malade. Nous reviendrons plus tard sur les modifications à apporter.

Voiture genre omnibus, à quatre roues, combinée par les docteurs Howard et Ham, de New-York, contenant deux couchettes à l'intérieur et se chargeant par derrière, fig. 4, page suivante.

Les brancards bien matelassés sont placés sur un cadre qui prend toute la longueur et la largeur de la caisse. De chaque côté et au-dessous de ce cadre, qui peut glisser sur le parquet, sont deux ressorts à pincettes. Il est garni en haut de quatre cylindres en bois un peu saillants et roulants pour faciliter le glissement des brancards qu'il reçoit. La caisse est couverte de tous les côtés par une toile à voile. Le devant peut recevoir dans une sorte de coupé trois personnes assises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette voiture est munie d'un frein. Les ressorts du train sont à pince ordinaire et les roues de devant, presque de même dimension que celles de derrière, ne peuvent pas s'engager complétement sous la caisse.

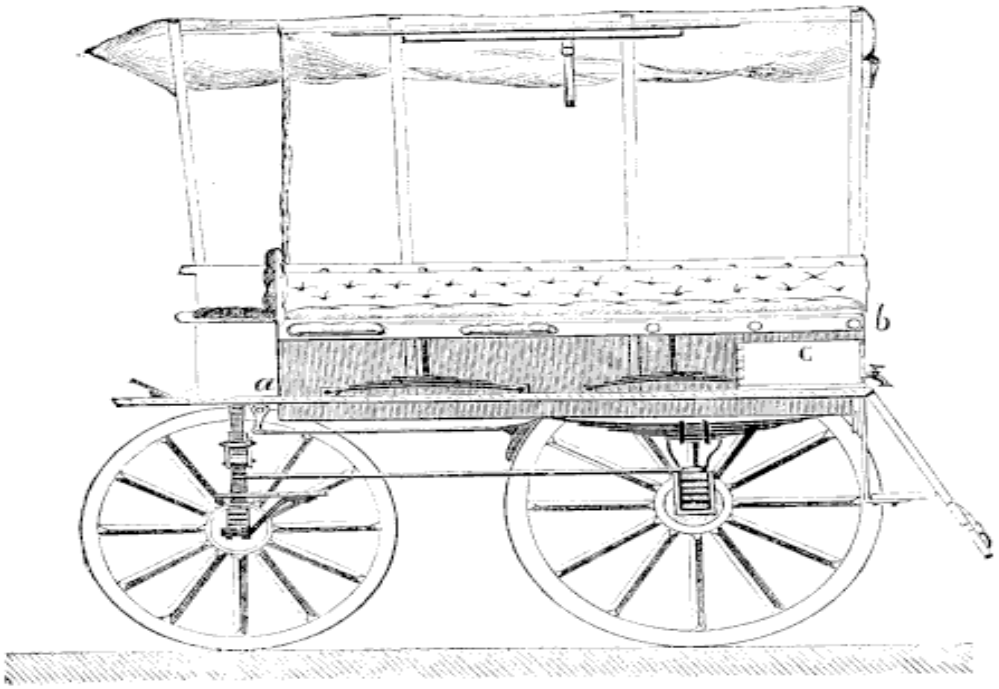


Fig. 4. Voiture d'ambulance, système américain, élévation longitudinale.

Cette dernière particularité s'observe dans presque toutes les voitures américaines, aussi bien celles qui servent à l'agriculture que dans les voitures de luxe ou celles qui servent au transport des malades. Les Américains, qui tiennent un des premiers rangs dans les sciences physiques et mécaniques, ont sans doute des motifs sérieux pour ne pas imiter en cela l'ancien monde.

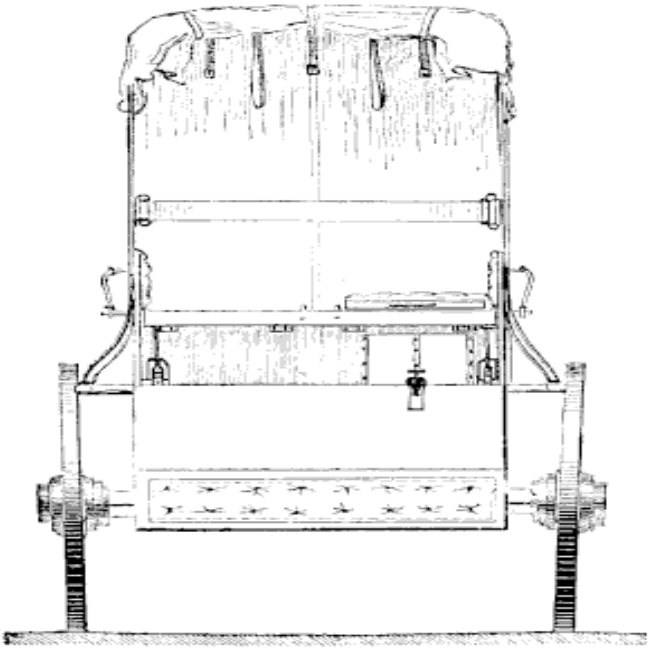


Fig. 5.

Cette voiture a l'avantage d'être très-légère et très-roulante. Le cadre qui reçoit les brancards est muni de très-bons ressorts en feuille pour diminuer les secousses que ne pourraient paralyser les ressorts du train. Les rouleaux sur lesquels roulent les brancards sont avantageux pour le chargement et le déchargement aussi bien que pour empêcher ou diminuer les secousses d'avant en arrière. Cette voiture, en un mot, est d'un excellent usage pour les malades. Elle est ici représentée en élévation longitudinale.

a. Ressorts intérieurs sur lesquels repose le cadre en bois qui reçoit les brancards. *b*. Rouleaux sur lesquels glissent ceux-ci. C. Réservoir et robinet pour de l'eau ou du bouillon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un côté de la voiture peut être employé comme couchette et l'autre au besoin comme siége pour asseoir des malades.

Même voiture vue de derrière, fig. 5, page précédente.

La partie qui forme le derrière est abaissée afin de laisser voir une moitié du siége pour les malades.

Voiture de transport pour deux malades, à quatre roues, par le docteur Mundy, de Vienne, fig. 6.

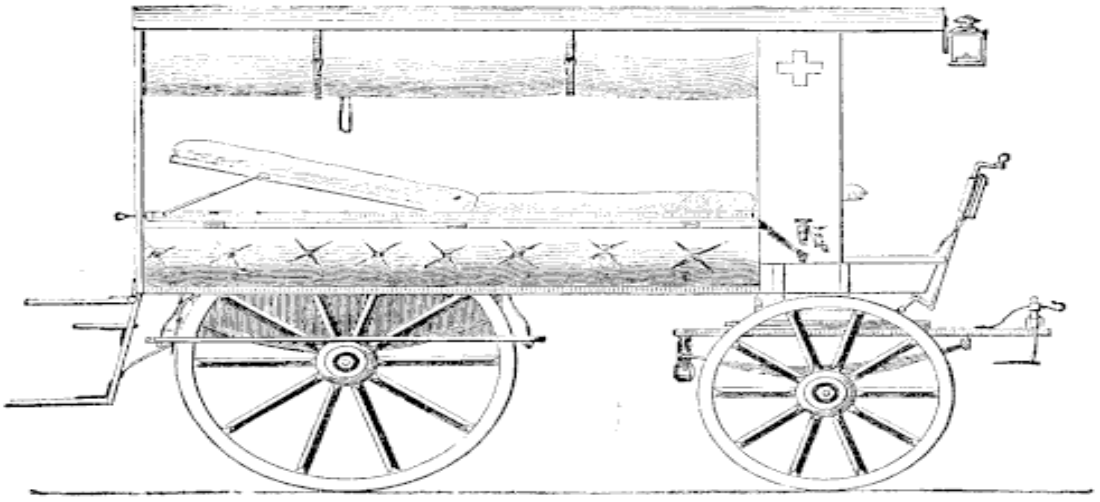


Fig. 6.

Cette voiture, dont la caisse est couverte en toile blanche, offre quelques points de ressemblance avec les voitures italiennes ; mais elle s'en distingue néanmoins en ce que les brancards portent sur un cadre qui, lui-même, est garni à chaque extrémité d'un ressort en feuille pour adoucir les secousses, analogue en cela à la voiture précédente.

Au-dessous du cocher est un coffre renfermant diverses substances alimentaires ou médicamenteuses. A l'extrémité, après l'essieu de derrière, se trouve un panier à claire-voie ayant la même destination. La suspension de la caisse est en ressorts ordinaires à pincettes. On fait entrer les malades par une porte de derrière et on les glisse sur des rouleaux tournants adaptés à la caisse. De chaque côté des roues de derrière, on accroche une planche qui pourrait servir de siége ou de marche-pied pour plusieurs personnes.

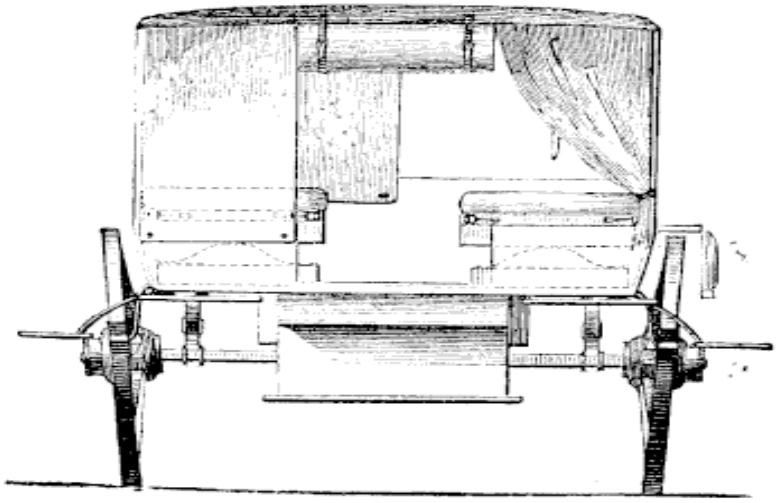


Fig. 7.

Enfin, cette voiture est d'un excellent usage et remplit fort bien son but.

Même voiture vue par derrière, fig. 7.

Voiture d'ambulance italienne assez lourde contenant trois lits. L'introduction des malades se fait par derrière au moyen de rouleaux à points fixes pour faire glisser les brancards.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voiture italienne, fig. 8, pour quatre lits, genre omnibus, à quatre roues et à double frein pour les pentes, légère d'ensemble, exposée dans la Société internationale pour les blessés, par M. Locati, de Turin.

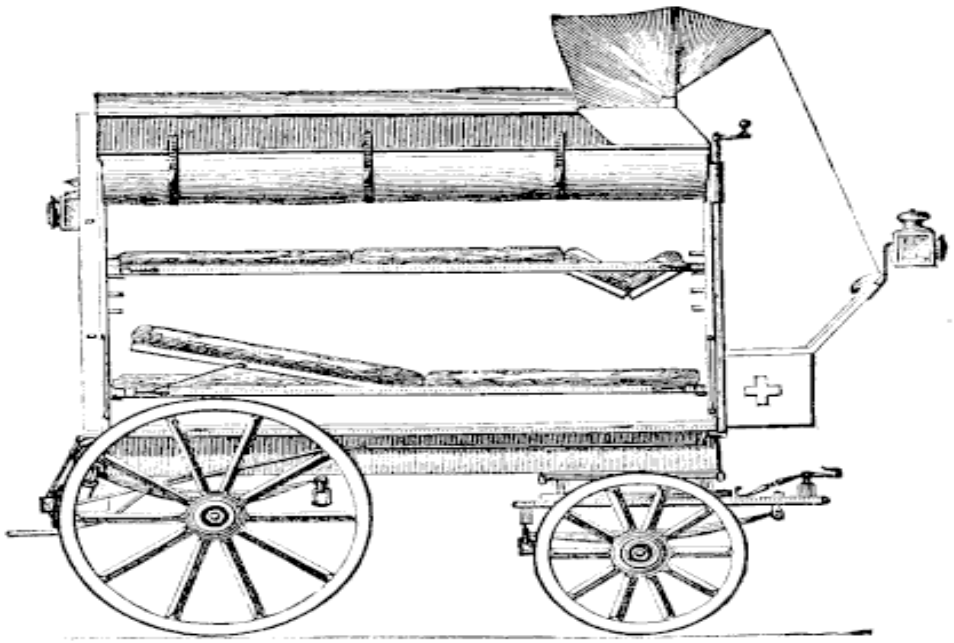


Fig. 8.

La caisse a environ deux mètres de long dans l'intérieur. Sur le haut, en avant, est une petite capote mobile en toile avec un siége pour le conducteur et d'autres personnes. Sur les deux grands côtés est fixée une toile à voile blanche et flottante qui peut être maintenue à distance en forme de stores. Le ciel de la voiture est en bois pourvu à l'extérieur d'une couverture en toile à un écartement de quinze centimètres. Le pourtour en est garni de planchettes relevées, pouvant au besoin servir de boîtes. Les deux grands panneaux de côté sont brisés dans toute leur longueur pour être rabattus en dehors sur un large marchepied couvrant les roues et destiné à faciliter le chargement des malades couchés. Derrière se trouve une porte avec un marchepied, de chaque côté de laquelle est une boîte s'ouvrant en dehors ; une boîte pareille est placée sous le conducteur.

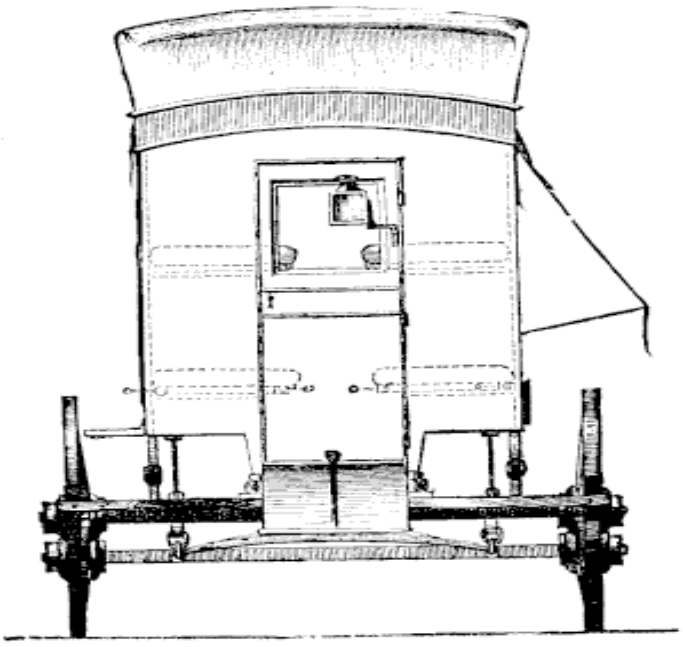


Fig. 9.

Dans l'intérieur on place quatre lits à des hauteurs diverses, deux sur des banquettes et les deux autres au-dessus supportés par des tasseaux fixés aux panneaux de devant et de derrière de la caisse. Chaque brancard, muni de galets en fer, a en outre des planches brisées pour les fractures de jambes.

Elle est ici représentée en élévation longitudinale et ouverte pour montrer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle se charge par les côtés. Elle a le même cachet que la voiture du docteur Mundy, si ce n'est que le châssis qui porte les brancards n'a pas de ressorts comme cette dernière ou la voiture américaine et que le chargement se fait sur le côté.

Même voiture, vue de derrière, fig. 9, page précédente.

Voiture à cinq lits, exposée par M. Locati, de Turin, et M. le docteur Bertani vue en élévation longitudinale, fig. 10.

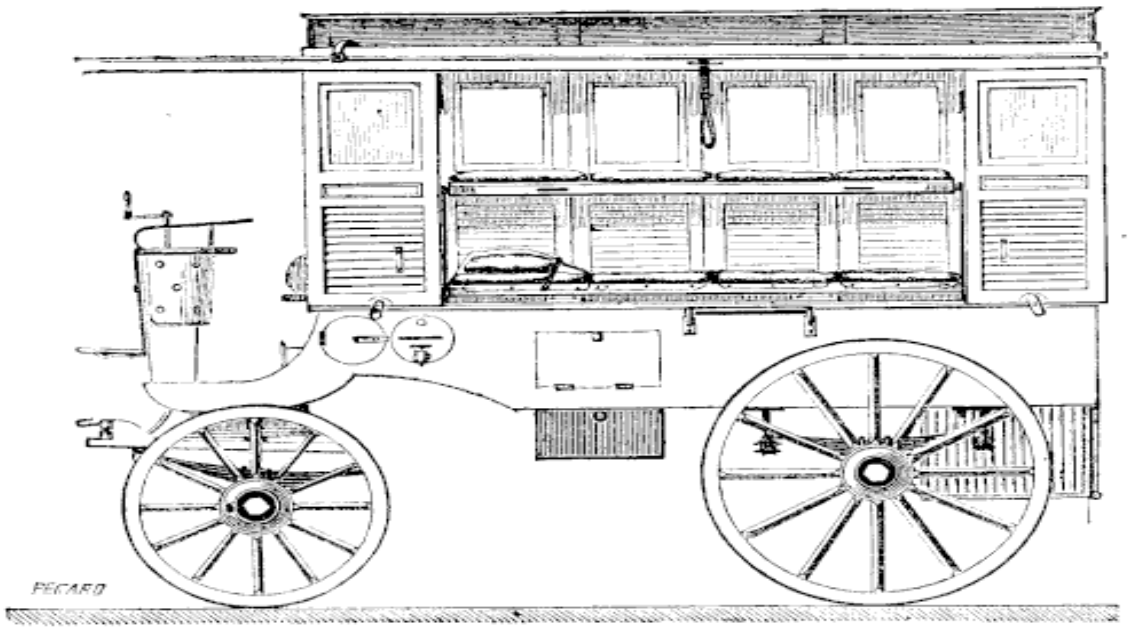


Fig. 10.

Disons en passant que cette voiture a été exécutée par M. Locati, d'après les instructions résultant des expériences faites sur les champs de bataille par M. le docteur Bertani, dont le nom ne figure même pas sur le livret comme exposant ou comme inventeur, et je me permets de réclamer pour ce dernier la pleine et rigoureuse justice dont le jury a fait preuve et avec raison envers les contre-maîtres des grandes maisons.

L'intérieur de la caisse reçoit cinq brancards-lits dont deux sur les banquettes, deux sur les montants en fer dont il sera parlé plus loin, et le cinquième sur le fond entre les banquettes. Les brancards sont pourvus de lames en fer élastique sur lesquelles on place des coussins capitonnés de dix centimètres d'épaisseur, couverts en toile grise et fixés sur le brancard par des boutonnières.

Les lits sont superposés, deux à droite, deux à gauche; on les rentre et on les sort par le côté. Au-dessous du brancard, chaque lit est garni dans sa longueur de plaques de zinc pour recevoir les liquides qui se déversent dans des entonnoirs communiquant avec des tuyaux en caoutchouc ouverts au-dessous de la caisse, de sorte que le malade peut satisfaire à ses besoins sans se déranger.

La voiture étant assez haute, il serait difficile d'emménager les malades sur les couchettes supérieures. Pour faciliter cette opération, au moyen d'une manivelle fixée en dehors au panneau de derrière, on produit, par un mouvement excentrique, l'abaissement de la couchette et son déplacement en dehors de la voiture. Là se trouve un point d'arrêt un peu au-dessus des roues, à une hauteur convenable pour y placer le brancard chargé; puis la couchette ainsi chargée est ensuite relevée par la manivelle et placée à la hauteur voulue. Un petit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verrou l'arrête alors et la maintient en place ; le levier, qui est fixé sur un axe en fer de 25 millimètres de diamètre et placé sous la couchette inférieure, court le long de la voiture pour aboutir dans le panneau de la caisse de devant.

A chaque coin de la couchette supérieure est articulée une bande de fer large de 7 centimètres sur 3 millimètres d'épaisseur, qui descend et est articulée de nouveau et fixée sur la partie inférieure du panneau correspondant. De l'axe du levier part un rayon en fer passant dans une des bandes précitées et portant une dent arrondie qui commande le déplacement de cette bande pour entraîner la couchette dans son mouvement excentrique.

L'ensemble de cette voiture, aussi bien sous le rapport de la construction que sous celui de l'invention, est un véritable chef-d'œuvre d'utilité pratique, et je puis pour le prouver relever quelques détails dans chaque partie de la construction.

Le train, solidement établi, porte la caisse sur une suspension à six ressorts à pince, fixés de toutes parts par des paumelles doubles pour éviter les secousses latérales aussi bien que celles d'avant en arrière; les roues sont munies d'un frein commandé par une manivelle placée à portée du cocher. Les ferrures sont bien exécutées.

La caisse a deux compartiments : celui de devant ou coupé, en avant duquel est le siége du cocher; il porte une toile qui retombe en forme de store. Le compartiment de derrière ressemble à un compartiment d'omnibus. — Le parquet se compose d'un plancher double dont la partie supérieure s'ouvre au moyen de charnières dans toute sa longueur. A l'entrée par derrière est un rouleau de cuivre pour faciliter l'emménagement sur la couchette inférieure du malade qu'on y fait glisser sur un brancard. — Le ciel, en bois, est double aussi, séparé par un espace de 10 à 15 centimètres; au milieu du ciel inférieur sont cinq ouvertures rondes ou ventouses de chacune dix centimètres de diamètre. Le ciel supérieur ou externe est fixe et immobile à l'endroit où il couvre les ventouses dans toute sa longueur sur une largeur de 40 centimètres; de chaque côté de cette partie fixe est une partie mobile à charnière qu'on peut relever et ouvrir à une hauteur de 20 centimètres en la maintenant par un écran pour donner de l'air à volonté. — Près du bord libre du ciel mobile, on voit dans toute la longueur un compartiment large de 15 centimètres, destiné à recevoir un rouleau de toile à voile qui forme en se développant store ou tenture sur les côtés de la voiture, de sorte qu'en cas de pluie, on peut avoir un vasistas ouvert du côté opposé à l'eau sans incommoder le malade ; même avantage contre les rayons du soleil.

Les deux côtés de la caisse sont divisés en deux portions égales. La partie inférieure est fermée jusqu'à la hauteur des roues par un panneau portant deux portes de dégagement qui communiquent avec l'espace libre sous les banquettes, ce qui facilite la circulation de l'air et sert à vider les vases et à évacuer au dehors les substances inutiles. — La partie supérieure des côtés, à partir de la banquette au ciel interne de la caisse, se compose de deux portes à deux vantaux. Ces portes peuvent être ouvertes complétement et fixées de manière que de ce côté la voiture soit ouverte dans toute sa longueur, ouverture destinée à charger les banquettes supérieures et inférieures. — Dans chaque volant de ces portes est pratiqué un vasistas vitré ingénieusement ajusté. Les portes elles-mêmes sont traitées dans tous leurs détails avec beaucoup de savoir-faire.

Ce compartiment est séparé du coupé par une cloison vitrée en partie fixe et en partie mobile, glissant horizontalement l'une sur l'autre, et c'est le côté faible de l'exécution, parce que le mouvement de ces panneaux semble laisser à désirer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le derrière se compose d'une grande porte très-solide et de deux panneaux fixes. La porte est garnie d'un vasistas mobile au-dessous duquel, à l'intérieur, est une poche en toile avec fond en cuir verni percé en tout sens de trous ronds, ce qui permet d'y déposer des linges mouillés qui peuvent égoutter librement et servir en même temps de réfrigérant pour les bouteilles dont nous allons parler. Au-dessous de cette poche on remarque une ingénieuse application de planchettes, courroies et lames de tôle disposées pour recevoir debout quatre bouteilles cylindriques d'un peu moins d'un litre. — De tous côtés les marche-pieds sont placés avec beaucoup de discernement.

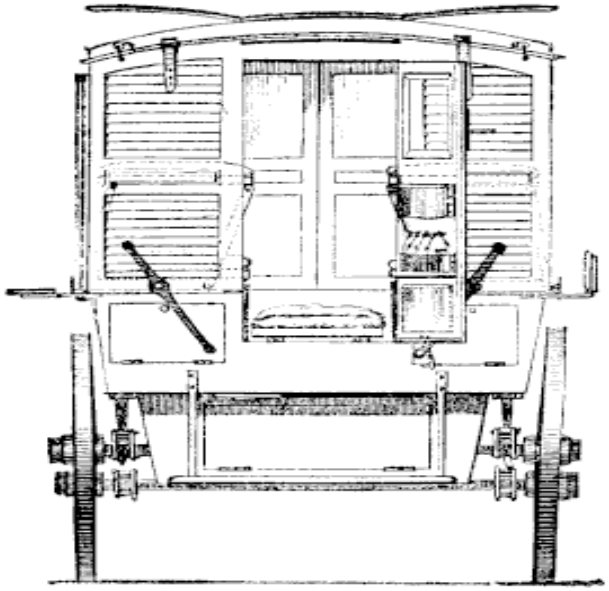


Fig. 11.

Sous la porte de derrière se trouve encore une autre porte fermant un coffre très-spacieux à claire-voie, placé sous la caisse pour recevoir les bagages, etc.

Cette voiture peut être conduite par deux, trois ou quatre chevaux et contient cinq malades couchés, trois personnes assises dans le coupé et le cocher. Son poids est en rapport avec tout le confort qu'elle comporte. Elle peut également servir pour les voyages et pour des transports à longue distance.

On en trouve du reste une description avec dessins, imprimée chez Seringe, place du Caire. Paris, 1867.

La même voiture vue par derrière fig. 11.

Voiture américaine à six lits, fig. 12, vue du côté extérieur, d'où il résulte

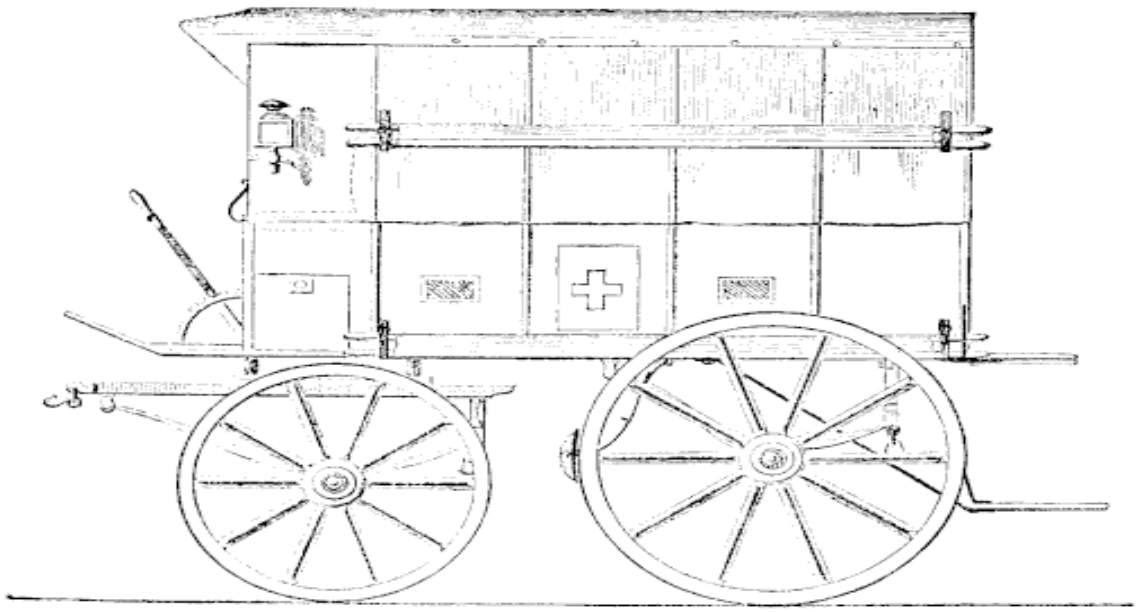


Fig. 12.

qu'on n'a pas pu représenter dans le dessin deux brancards roulés et suspendus dans l'intérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette voiture contient quatre malades couchés sur le parquet et deux en suspension au moyen d'anneaux en caoutchouc ou en cuir. Elle est dans le genre omnibus, suspendue sur des ressorts à pince ordinaire avec paumelles doubles. La caisse peut se fermer avec des toiles cirées. De chaque côté à l'intérieur sont deux brancards superposés pour couchettes ; les deux brancards inférieurs assez larges pour recevoir chacun deux malades reposant sur le parquet sont pourvus de galets pour rouler plus facilement. On les charge par derrière ; ils sont garnis de coussins et de matelas dans toute leur longueur. Chacun de ces brancards est brisé dans le sens de la longueur, de sorte qu'en les pliant à angle droit, on les transforme en banquettes d'omnibus en accrochant le bord libre d'une moitié au panneau et l'autre moitié reposant sur le parquet, — combinaison ingénieuse qui fournit aisément un siége pour six personnes.

Les deux brancards supérieurs sont composés de deux tiges de bois maintenues en écartement à chaque bout par une petite traverse articulée au milieu et fixée sur le bois par un pivot ; ils sont couverts de toile grise avec un coussinet pour la tête.

Ce brancard tendu pour recevoir le blessé, on le hisse dans la voiture et on l'accroche par quatre anneaux en caoutchouc, dont deux fixés sur le montant d'angle de la caisse et les deux autres sur des tringles de fer et notamment sur celle de derrière fixée par une charnière au ciel de la caisse et sur la tringle de devant fixée de la même manière au parquet.

Après avoir déchargé le brancard, on le place vide et plié sous le ciel de la voiture où il reste accroché et on baisse la tringle de devant qui servait à la suspension.

Le devant de la caisse peut recevoir trois ou quatre personnes assises sur une banquette. Au côté supérieur est suspendu un brancard plié.

Le derrière est clos par une petite porte basse qui s'ouvre en s'abaissant et qu'on relève pour la fermer. De chaque côté extérieur de la porte est un petit disque rond de 30 centimètres, destiné à recevoir une personne et qui s'abaisse pour ouvrir la porte.

Sous la caisse et sur le devant sont placés des boîtes, un réservoir à eau et des ventilateurs.

Voiture suisse à huit lits, à quatre roues, lourde, assez large pour recevoir huit malades couchés sur deux rangs dans le sens de la longueur. Ils sont placés sur des coussins en forme de matelas de quinze centimètres d'épaisseur.

Modèle d'un wagon-hôpital pour chemin de fer pouvant contenir trente lits, de construction américaine. L'élévation longitudinale est représentée page suivante, fig. 13.

Ce wagon, long d'environ vingt mètres, se compose de deux parties. La partie antérieure a quatre roues, monture ordinaire des trains de wagons sur chemins de fer ; le plancher qui réunit les roues est fixé à la partie antérieure de la caisse par un axe susceptible de tourner. La partie postérieure est construite de même quant aux roues. Ces deux moitiés sont reliées ensemble par quatre tringles en fer qui courent au-dessous de la caisse et décrivent une voûte. En raison de la longueur du train et de sa position sur les tringles, on a assez d'élasticité.

La caisse a deux entrées devant et deux par derrière. En avant se trouve une marquise pour le conducteur.

A l'avant est un cabinet pour laboratoire, et à l'arrière le cabinet du médecin. Le compartiment du milieu est réservé pour les malades qui y sont disposés sur des lits étagés par trois superposés et par série de cinq de chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

côté suspendus aux panneaux et à des montants en bois par des anneaux en caoutchouc. Entre les rangées de lits, un corridor dans toute la longueur pour le service; sur le derrière, un poêle-calorifère, et enfin tout à l'arrière, une seconde marquise pour le conducteur.

Les panneaux de côté sont garnis de vasistas mobiles et de stores à l'intérieur.

Le ciel est surélevé dans toute la longueur et surtout au milieu où sont des tuyaux de ventilation placés de chaque côté.

Ce wagon est en outre muni de freins à l'avant et à l'arrière.

Le même wagon vu de derrière, fig. 44.

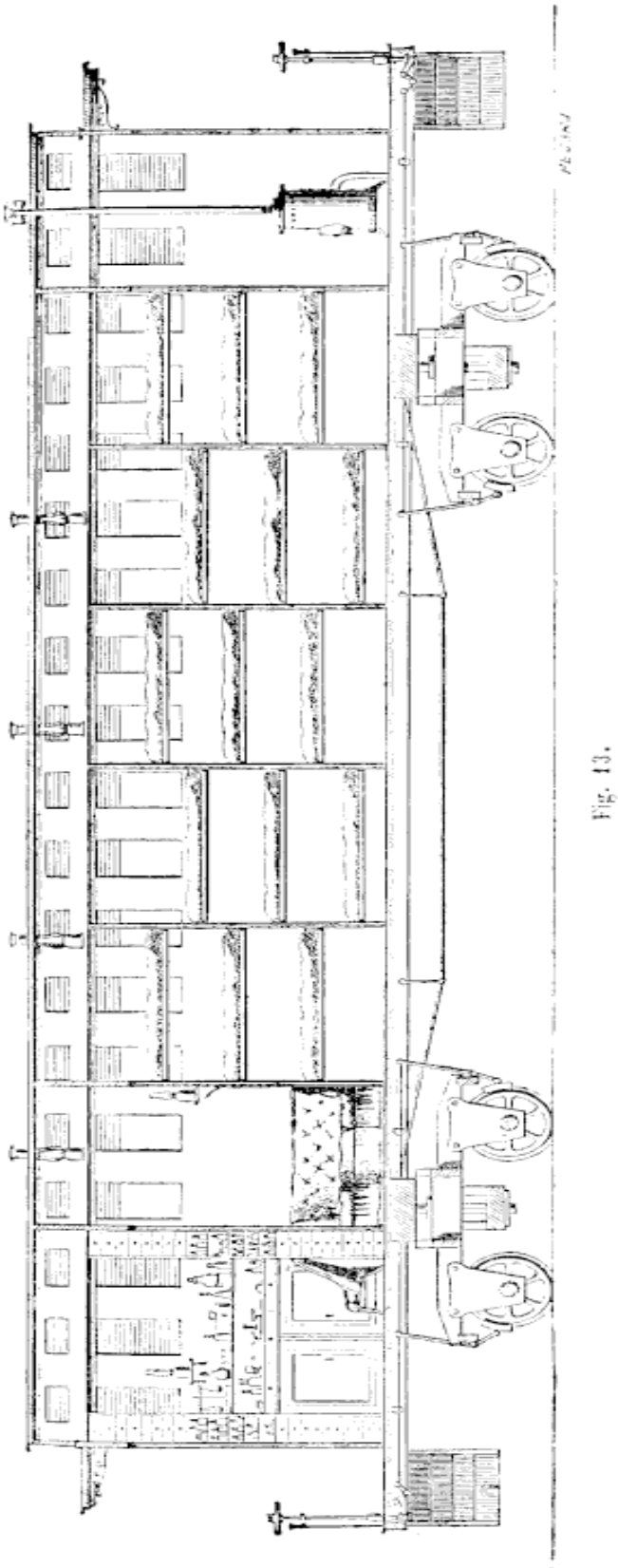


Fig. 43.

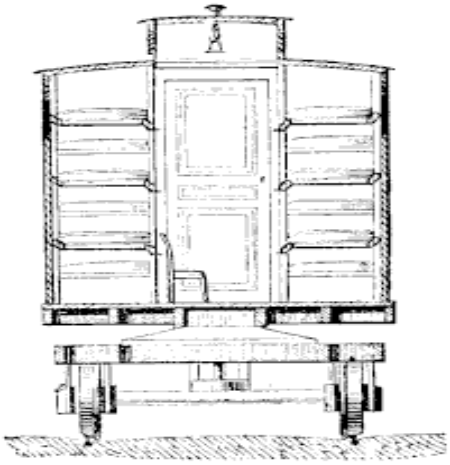


Fig. 44.

Une voiture lourde dans le genre des omnibus, pour le transport des malades, exposée par la France dans l'exposition de la Société internationale pour les blessés. Elle est tapissée en dedans; l'intérieur contient de la place pour deux ou quatre malades couchés sur un même plan. L'entrée se trouve par derrière.

Modèle de fourgon pour transport de malades et de médicaments, avec suspension en bois et en caoutchouc, sans ressorts, exposé par les États-Unis d'Amérique. L'élasticité est obtenue au moyen d'un levier en bois articulé sur l'essieu à l'un de ses bouts et communiquant de l'autre par une tige en fer avec l'intérieur où se trouve une suspension en caoutchouc,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voiture d'ambulance prussienne, — quartier général du roi, — exposée par M. Neyss, fabricant de voitures du roi, à Berlin.

Dessin d'un fourgon-cuisine et pharmacie pour 50 personnes par le docteur Abble, à Vienne.

Ce fourgon et son personnel suivent les troupes en action et préparent des aliments pour les blessés, de sorte qu'à chaque moment de la journée on peut leur procurer du bouillon et des aliments tout prêts. La double suspension du fourneau le maintient dans une position horizontale, même quand le wagon est incliné. Combinaison qui mérite d'être approfondie.

Je ne dois pas omettre non plus un appareil ingénieux et simple pour la cuisson des aliments, appareil qui procure une économie des sept huitièmes de temps et de combustible, et qui est à l'usage des petits ménages aussi bien que des grandes réunions.

Cet appareil, dû à la Norwége, et dont les expériences ont été faites avec succès pour le service des armées suédoises et norwégiennes, consiste en une boîte garnie de mauvais conducteurs du calorique. Au centre, on met les aliments, tels que viande ou autres dont la cuisson exigerait trois heures par le procédé ordinaire; ces aliments, auxquels on a préalablement fait subir une ébullition de cinq minutes, sont renfermés en un vase de fer-blanc bien clos; on place ce dernier dans la boîte qu'on ferme hermétiquement et qu'on met dans un endroit quelconque. Au bout de trois à quatre heures, on ouvre l'appareil et on trouve les aliments cuits à point pour être servis sur la table, et d'un goût au moins aussi bon sinon supérieur à ceux qui sont préparés par le procédé ordinaire.

De nombreuses expériences ont été faites sous mes yeux dans toutes les conditions de sincérité voulues, et j'ai pu me convaincre de l'excellence et de la réalité du résultat.

Le jury qui d'abord n'avait pas cru devoir récompenser un appareil aussi utile, est cependant revenu après coup sur sa décision en décernant à son auteur une médaille d'argent.

On peut, au moyen de cet appareil, préparer des aliments pour un corps d'armée tout en le suivant dans sa marche.

Son utilité vient encore d'être constatée d'une manière éclatante par M. Camille Flammarion, lors de l'ascension scientifique qu'il a faite dans le jardin du Conservatoire le 15 avril dernier. L'ayant emporté avec lui, il a pu, à une altitude de 3 à 4000 mètres et par un froid de 8 à 10 degrés au-dessous de zéro, se procurer avec son aide un potage et des aliments chauds et cuits à point, dont la circonstance lui faisait d'autant plus apprécier le mérite.

Voiture d'ambulance militaire américaine avec un frein mexicain dirigé par le cocher. A l'arrière-train se trouvent trois paires de ressorts à paumelles.

On voyait encore dans l'annexe des États-Unis une voiture d'ambulance, figure 15, due à M. Racker de Washington. Cette voiture est remarquable en ce qu'au lieu que la pièce qui sert à fixer les traits soit attachée à un corps rigide, faisant partie du train de devant, elle est fixée à un ressort en feuille. Ce ressort se croise avec les attaches du timon et se trouve arrêté par son milieu aux pièces qui le supportent; il est assez long pour que chaque extrémité puisse recevoir un levier rigide où viennent s'attacher les traits.

Voiture de malade à trois roues exposée par John Ward, Anglais.

Cette voiture, destinée à être poussée par un homme à la manière ordinaire, se compose de deux grandes roues sur les côtés et d'une petite à double tournant sur le devant. Ce qui la distingue surtout c'est sa disposition heureuse pour adoucir les secousses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voiture pour malades, à ressorts placés sous l'essieu, par M. Berlyes, Anglais.

Ces ressorts, qui ont un grand développement, sont courbés en forme de cercle, ce qui permet de donner plus de douceur au mouvement sans exhausser la caisse (fig. 15).

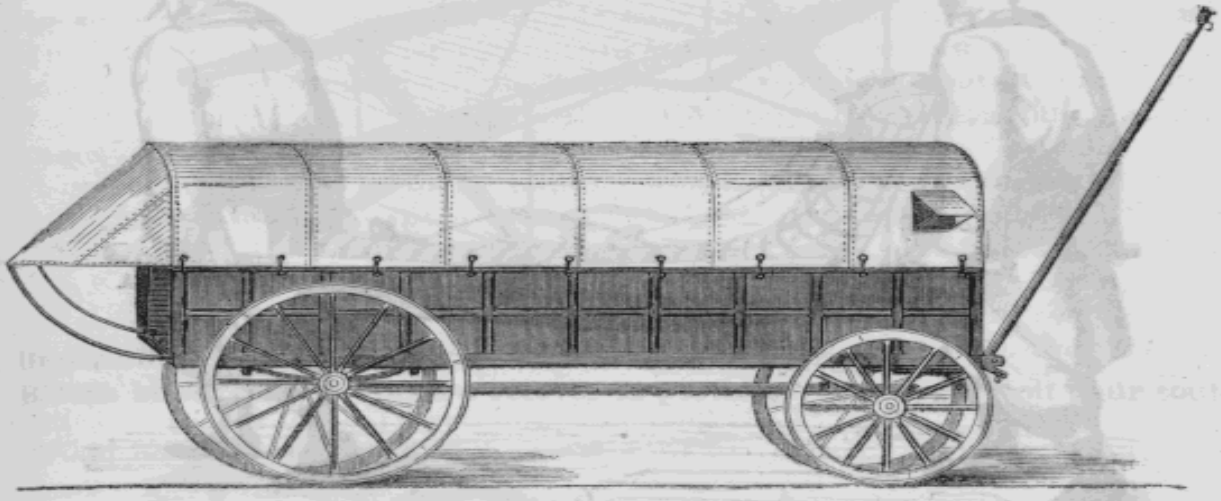


Fig. 15.

Si des moyens de transport avec le concours des animaux nous passons maintenant aux moyens de transport qui se font par le concours des hommes, nous rencontrons, fig. 16, le brancard-tablier français à deux bâtons pour porter un blessé assis.



Fig. 16.

Ce brancard-mobile est composé de deux bâtons. Entre les deux brancards est une toile. Le blessé se trouve assis de côté; une toile relevée derrière lui et fixée sur l'épaule de chaque porteur sert à soutenir la tête; une autre toile fixée à leurs bretelles passe sous les pieds.

A. Bande pour soutenir les pieds.

B. Toile pour soutenir la tête.

Des brancards pareils s'improvisent en d'autres circonstances: alors au lieu de bâtons les soldats se servent de leurs fusils sur lesquels on fixe la toile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Brancard d'ambulance, brisé, à quatre bâtons, fig. 17, et en toile, également français.

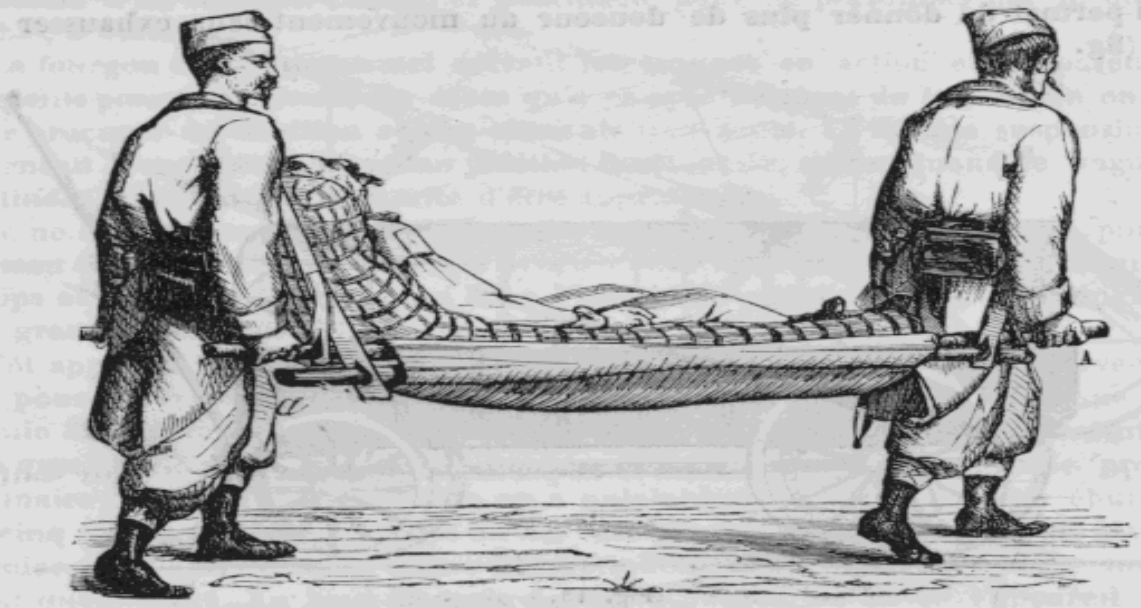


Fig. 17.

Le porteur de devant saisit de chaque main un bâton dont l'autre bout passe dans les courroies de bretelles du porteur de derrière, tandis que ce dernier saisit également de chaque main un bâton dont le bout opposé est engagé dans les bretelles du porteur de devant, de sorte que chaque bâton est soutenu par une main et une bretelle. La toile du côté de la tête est relevée vers le porteur de derrière et fixée sur ses bretelles.

A. Le porteur de devant saisit en A un bâton dont le bout postérieur *a* est suspendu sur la bretelle du porteur de derrière.

Brancard, système badois, fig. 18.

Ce brancard-civière, simple et rigide, est tenu à distance par des traverses. Ces barres peuvent à la fois servir pour porter le malade à bras ou pour le suspendre dans une voiture.

Fig. 18.

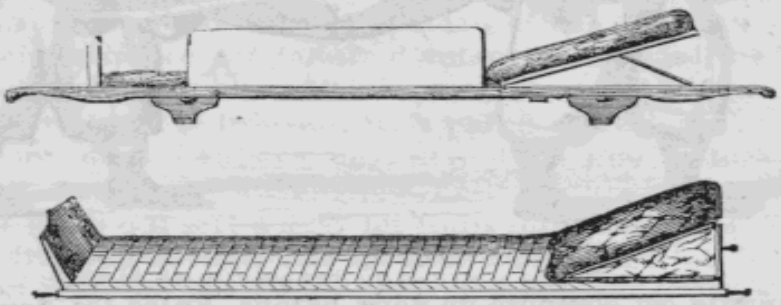


Fig. 19.

Second modèle, même système, fig. 19.

Brancard-lit français improvisé, fig. 20, page suivante, en bois et corde, pesant 4 kilog. 700 gr., de l'invention de M. Verber, rue de la Bourse 9, à Paris.

Dans ce brancard, aucun point n'est fixé par une attache métallique. Toutes les parties en sont réunies ou maintenues par des ficelles ingénieusement com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

binées que l'on peut défaire à volonté. Ce modèle, à cause de sa grande légèreté, mérite d'être apprécié.

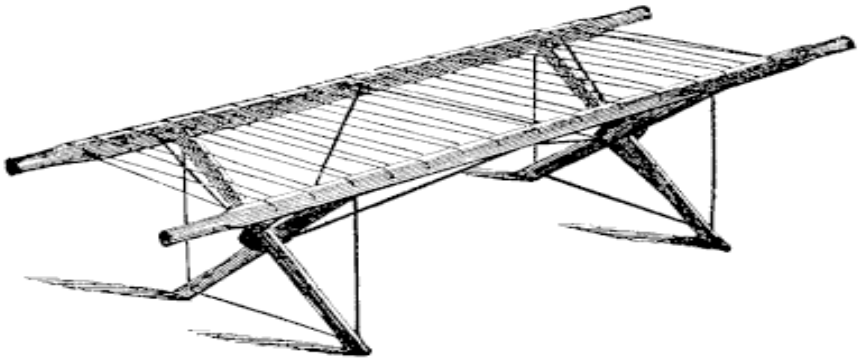


Fig. 20.

Brancard-brouette, fig. 21, du docteur Mundy (Autriche).

Bâtons brisés en A destinés à relever la partie la plus courte, soit pour soute-

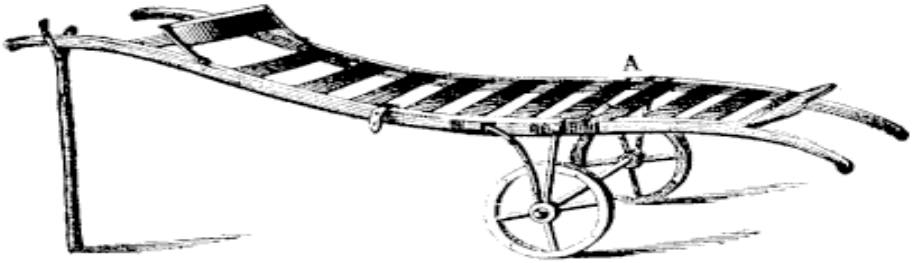


Fig. 21.

nir la tête du malade, soit pour se servir du brancard en guise de litière-brouette au moyen d'une roue combinée de manière à pouvoir se dédoubler.

Brancard Robert et Collin, fig. 22.

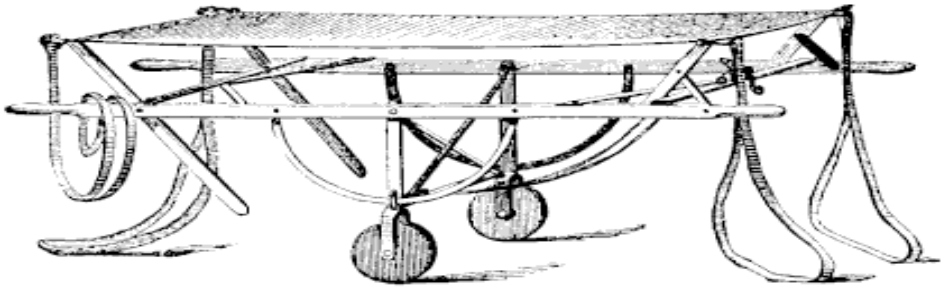


Fig. 22.

Ce brancard a cet avantage qu'il est monté sur deux petites roues qui sont fixées sur une tige assez élevée pour que les porteurs puissent pousser le brancard sans se courber, disposition très-commode, mais pour l'intérieur des hôpitaux et sur un sol uni, parce que les petites dimensions des roues ne supporteraient pas une grande inégalité de sol.

Brancard du docteur Gauvin, Français, fig. 23 de la page suivante.

Ce brancard est à deux grandes roues et à ressorts, mais il peut être facilement démonté de ses roues et des ressorts de manière qu'on puisse s'en servir comme d'un brancard ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Point de jonction mobile entre le brancard et l'essieu des roues. B. Capote en toile. C. Tablier en toile pour couvrir le malade.

Ce brancard utile sur tous les terrains et permettant de placer dans une voi-

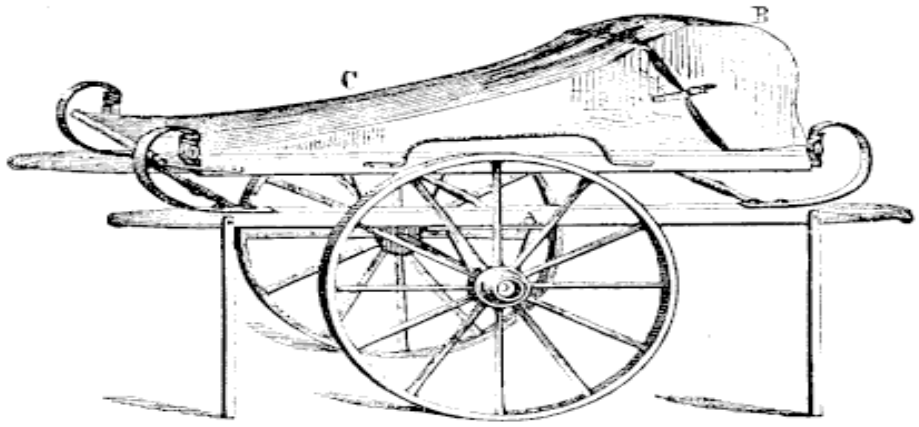


Fig. 23.

ture la litière démontée avec le malade, a une grande analogie avec le brancard américain de même construction que nous verrons plus bas.

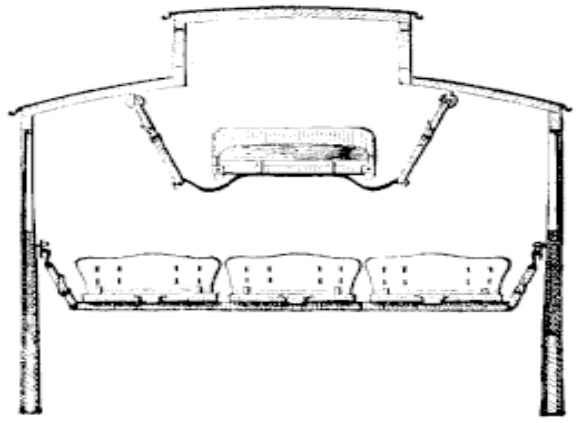


Fig. 24.

Deux brancards-litières avec ou sans ressorts, établis sur des tiges de bois suspendues aux panneaux de côté des wagons, système badois, fig. 24, exposés par M. Fischer, à Heidelberg.

Au-dessus de ces brancards, on en voyait un autre destiné à être suspendu par des ressorts, des courroies ou des crochets au plafond d'un wagon de chemin de fer.

Ce genre de brancard peut être d'une grande utilité pour le transport des malades.

Brancard à deux roues, américain, dans le même système que le brancard français, fig. 22 de la page précédente. La suspension est à ressorts en forme de cercles. Les deux roues sont placées sur un châssis qui forme les brancards auxquels sont attachés les quatre ressorts qui portent à l'autre bout la couchette suspendue; ce brancard est surmonté d'une capote et d'une couverture en toile.

Brancard à ressorts à deux roues, système prussien.

Il se compose de deux grandes roues montées comme une voiture ordinaire sur un essieu portant une paire de ressorts à pincettes et une couchette surmontée d'une capote. A chaque côté du brancard se trouve un châssis flottant pour le maintenir en équilibre au moment du repos.

Brancard-brouette à une roue, système badois. — Les deux bâtons courbés en segment de cercle sont tendus avec une toile pour recevoir le malade. Ils sont articulés derrière la roue de manière à ce qu'on puisse les relever au besoin et se servir alors du brancard en guise de brouette. L'écartement est maintenu de chaque côté par une traverse en fer.

Brouette d'ambulance, système français, par les docteurs Piotrowski et Vinois.

Cette brouette consiste en un brancard ordinaire rigide pour porter un malade, monté sur une seule roue de brouette à son extrémité. A la partie anté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure est un cadre en bois du double en hauteur de la monture de la roue et se mouvant à l'aide d'un piton placé sur le brancard, et au moyen duquel il est fixé de manière à pouvoir basculer comme autour d'un axe. Ce cadre peut servir à maintenir l'écartement et tient lieu de point d'appui, lorsque le brancard est au repos, disposition analogue à celle du brancard prussien à deux roues cité ci-dessus.

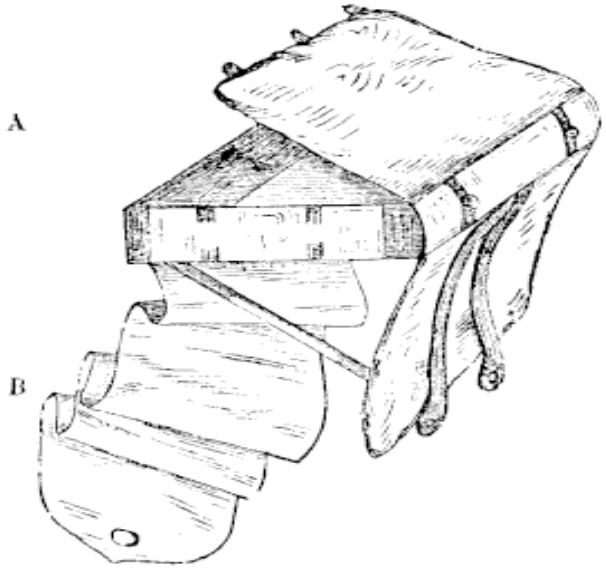


Fig. 25.

A. Sac de soldat à triple compartiment.
B. Demi-tente abri ou toile à brancard.

Enfin, pour compléter notre Étude sur cette branche si importante du service des ambulances, nous dirons ici quelques mots d'un autre appareil spécialement remarquable par sa légèreté et sa simplicité, et qui cependant n'a pas figuré à l'Exposition. Expérimenté avec succès en Cochinchine et pendant l'expédition du Mexique, l'invention en est due à M. Joubert, premier attaché au cabinet de Sa Majesté l'empereur Napoléon III : c'est le *sac-brancard*, dont nous empruntons la description sommaire au journal *la Science pour tous*. (Numéro du 30 janvier 1863.)

Le sac-brancard comprend :

1° Le sac du soldat, à triple compartiment, A, fig. 25 ;

2° Une toile à brancard, ou demi-tente-abri, B, fig. 25 ;

3° Quatre bâtons de tente se fermant en bras de brancards, A, fig. 26 ;

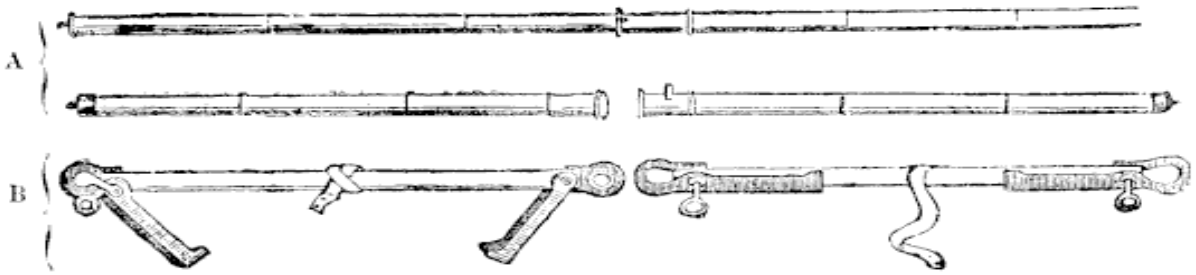


Fig. 26.

4° Deux traverses d'écartement avec pieds mobiles, B, fig. 26.

Le tout ensemble ne pèse que neuf kilogrammes.

Voici maintenant comment on installe l'appareil :

1° On lace dans la concavité du sac, au moyen de cordes qui y sont fixées, la toile à brancard, ou la demi tente-abri faisant toile à brancard ; on la ploie suivant la raie marquée dans la largeur et on la renferme, maintenue par une courroie bouclée ;

2° On boucle sur les côtés du sac les bâtons de tente deux à deux ;

3° On boucle aussi les deux traverses à des pieds mobiles sur le sommet du sac.

S'agit-il de l'installer :

1° Le sac posé sur le dos, on déboucle les membrures et on déroule la toile ;

2° On ajuste indistinctement entre eux les bâtons de la tente pour les former en bras de brancards ; on les glisse dans les ourlets de la toile ;

3° On en passe les extrémités dans l'anneau de métal et les anneaux en cuir qui terminent les traverses d'écartement ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° On attache la toile à la traverse inférieure par une lanière à cet usage et à la traverse têtière par une courroie passant dans la boucle centrale du dessous du sac ; les courroies latérales du sac se brident sur les bras du brancard pour fixer l'appareil. On garantit la tête du militaire couché, au moyen de la peau dorsale du sac disposée en tenture à cet effet. On rabat comme abri sur les côtés la poche libre en coutil qui double cette même peau.

L'appareil peut être monté sans le sac ; seulement on attache alors la toile à la traverse supérieure, de la même manière qu'à la traverse inférieure.

Il est facile de dresser le tout en trois minutes, fig. 27, ce qui offre, en cas pressant, un immense avantage.

La membrure de l'appareil, ordinairement rassemblé sur le sac, peut être répartie, à volonté, entre deux ou plusieurs porteurs, fig. 28.



Fig. 27.



Fig. 28. Fantassin portant le sac-brancard.

Maintenant que nous avons indiqué et décrit les divers moyens de locomotion et de transport mis en usage pour atténuer au moins les souffrances que doit entraîner le transport des malades ou des blessés, nous sommes naturellement amené à traiter des abris ou refuges qui leur sont préparés, soit à titre provisoire comme tentes, ambulances, etc., soit à titre définitif comme les hôpitaux.

Ce sera par là que nous commencerons notre prochaine Étude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DES DIVERS APPAREILS

SERVANT A ÉLEVER L'EAU

POUR ALIMENTATIONS, IRRIGATIONS ET ÉPUISEMENTS

PAR MM. **CHAUVEAU DES ROCHES** ET **BELIN**, ingénieurs civils.
anciens Élèves de l'École Centrale.

(Planches 138, 139, 150, 168, 183 et 184.)

II

Machines et appareils autres que les pompes. (*Suite.*)

III. — *Écopes.*

Le baquetage à bras est employé souvent pour des épuisements de peu de durée et qui doivent être faits tout de suite. Il s'exécute quelquefois à l'aide de seaux ou baquets manœuvrés directement par des hommes; mais l'effet utile est alors très-faible.

L'écope hollandaise, sorte de grand vase oscillant autour d'un axe horizontal, et mû par des hommes agissant sur un balancier, ou par un moteur inanimé, donne des résultats très-satisfaisants comme utilisation du travail, à condition qu'on élève de grands volumes d'eau à de très-petites hauteurs.

La romaine-écope de M. Raveneau, de Paris, permet d'élever l'eau en petite quantité à la fois et à une plus grande hauteur. Elle consiste en une tige en bois qui peut avoir jusqu'à 3 mètres environ de longueur, oscillant vers le milieu autour d'un axe horizontal; l'une des extrémités porte une espèce de godet en tôle de forme évasée et aplatie pour entrer dans l'eau sans grande résistance; un ou deux hommes, montés sur des tréteaux, saisissent l'extrémité libre munie de poignées et impriment à la tige un mouvement d'oscillation de façon à faire entrer le godet dans l'eau de la fosse et à relever ensuite la tige verticalement pour vider l'écope dans un récipient supérieur. Des ressorts disposés sur le support servent à amortir les chocs et aussi à régulariser le travail. Cette machine est simple et peu coûteuse; elle peut s'employer pour épuiser l'eau d'une fosse peu profonde; l'installation en est facile.

M. Raveneau construit aussi un modèle d'écope automobile, dans laquelle une partie de l'eau est dépensée pour en élever une autre portion par un mouvement de bascule; mais cette disposition est peu pratique et nous ne nous y arrêterons pas.

III. — *Chapelets.*

Chaîne-pompe de M. Bastier, de Londres (Pl. 183). C'est un chapelet vertical construit avec soin et dont le rendement dépasse celui des appareils ordinaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette espèce. Un long tuyau vertical en fonte règne sur toute la hauteur du puits et descend un peu plus bas que le niveau de l'eau. Une chaîne sans fin, en fer, portant des palettes espacées à égale distance, circule dans le tuyau de bas en haut et s'enroule à la partie supérieure, en dehors du puits, sur une roue à laquelle un moteur quelconque imprime un mouvement de rotation dans le sens convenable. Les palettes portent une garniture formée d'une rondelle en cuir serrée entre deux plaques de tôle, rondelle dont le diamètre est un peu plus faible que le diamètre du tuyau, de façon à laisser du jeu. La partie inférieure du tuyau est seule alésée au diamètre des rondelles qui remplissent en ce point le rôle de pistons. Cette disposition a pour but de diminuer les pertes d'eau sans produire un frottement très-considérable. Le tube se termine en haut par une bâche d'où l'eau élevée peut s'écouler. La poulie motrice, sur laquelle la chaîne doit arriver tangentiellement, porte une gorge qui embrasse les maillons de la chaîne ; la circonférence de cette poulie, qui dans le modèle exposé a environ 1 mètre de diamètre, doit représenter un nombre exact de fois la distance entre deux rondelles, et des évidements sont ménagés dans la gorge pour recevoir lesdites rondelles, ce qui empêche le glissement de la chaîne.

Cette chaîne est assez pesante pour n'avoir besoin à la partie inférieure du tuyau que d'une petite poulie-guide.

La vitesse de rotation de la roue est d'au moins 30 ou 40 tours par minute et peut aller jusqu'à 100 tours, ce qui correspond à une vitesse de chaîne de 1m.50 à 5m par seconde. Quoi qu'en dise l'inventeur, nous pensons qu'une grande vitesse est défavorable au rendement de l'appareil, d'abord parce que les frottements de l'eau contre les parois et les rondelles augmentent, et ensuite parce que l'eau arrive en haut avec une vitesse inutile.

Cette machine est employée en Angleterre pour les mines et donne de bons résultats. Théoriquement elle peut s'adapter à toutes les hauteurs ; mais pour de très-grandes profondeurs, l'effet utile diminue certainement. Le constructeur garantit un rendement de 80 à 90 p. 100, chiffre que nous donnons sous toutes réserves, n'ayant pu le vérifier.

IV. — *Appareils divers.*

Propulseur hydraulique de M. Durozoi, de Paris. M. Durozoi a donné ce nom à une machine simple et rustique qui remplace avantageusement une pompe dans certains cas. Le tuyau d'ascension est terminé à la partie inférieure par un cylindre fixe d'un diamètre assez grand et noyé au fond du puits ou de la fosse ; un petit godet ou vase puiseur, fixé à trois tringles verticales mobiles disposées autour du cylindre, peut recevoir un mouvement alternatif par l'intermédiaire de ces tringles et au moyen d'un levier quelconque à main placé en haut du puits. A chaque coup, le vase puiseur s'emplit et pousse la colonne d'eau du tuyau d'ascension, colonne d'eau qui ne peut plus retomber dans le puits et dont une partie est expulsée au dehors. L'appareil peut être simple ou double et la disposition des leviers de manœuvre varie à volonté. Il s'adapte à toutes les profondeurs, puisqu'il n'y a pas aspiration, mais il est clair qu'on ne pourrait pas donner sans inconvénient une très-grande longueur aux tringles de transmission. La machine est facile à ajuster, elle peut élever des eaux bourbeuses et se dérange rarement ; on l'emploie dans des usines à gaz pour le puisement des goudrons de houille, dans des tanneries, dans des irrigations avec les engrais liquides.

Pompe conique sans piston ni soupape, de M. Caligny. M. Caligny est l'auteur d'expériences et de théories fort curieuses sur certains mouvements oscillatoires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'eau dans les conduites. Il a inventé un grand nombre d'appareils destinés à utiliser les chutes d'eau comme machines élévatoires. Nous ne nous en occuperons pas ici[1] et nous mentionnerons seulement, à titre de curiosité, car l'instrument ne nous paraît pas très-pratique, ce qu'il appelle une pompe sans piston ni soupapes. C'est un simple tuyau en tôle ou en zinc de 4 mètres de long, cylindrique sur la moitié de sa longueur en haut et conique par le bas, les diamètres étant de 0m.13 dans la partie cylindrique et de 0m.36 à la base inférieure du cône. Un mouvement vertical alternatif imprimé à cet appareil détermine dans le liquide où il plonge des oscillations particulières qui produisent son ascension jusqu'en haut du tube, où on peut le recueillir : il faut une certaine habitude pour arriver à ce résultat. Il serait trop long d'exposer la théorie de cet instrument, qui se trouve dans le *Journal de mathématiques* de M. Liouville (1867).

Élévateur autodynamique de M. Champsaur, de Marseille (Pl. 183). — Cet appareil est une véritable fontaine de Héron rendue automatique par une disposition ingénieuse de flotteurs et de soupapes.

L'eau arrive par un tuyau *e* dans une cuvette C et de là par le tube *m* dans un récipient fermé A. Un flotteur *g* placé dans ce récipient et portant une soupape *d* est lesté de façon à avoir un poids égal au poids d'eau qu'il déplace ; par conséquent il perd son poids dans l'eau, mais ne change pas de position. Le niveau en s'élevant atteint dans la cuvette C le flotteur *f* qui, étant relié au flotteur *g*, soulève ce dernier et ferme la soupape *d*. Arrivée à la hauteur *k*, l'eau s'écoule par le tuyau *k i* qui la dirige dans un second récipient fermé B, placé au niveau le plus bas dont on puisse disposer. A mesure que ce récipient B s'emplit, l'air qu'il contient se comprime et par l'intermédiaire du tube *s p* force l'eau restée en A à s'élever dans le tuyau d'ascension *r q*. Quand le niveau du liquide est descendu en *r*, l'air comprimé s'échappe par le même tuyau d'ascension, la pression atmosphérique se rétablit dans les deux récipients, le flotteur *g* retombe en ouvrant la soupape *d* et l'eau recommence à emplir le récipient A.

Il faut que pendant ce temps le récipient B se soit vidé ; à cet effet est attaché à la tige de la soupape de vidange *l* un flotteur *o*, dont la force ascensionnelle est suffisante pour faire ouvrir cette soupape quand la charge ne dépasse pas une colonne d'eau de la hauteur du récipient. Tant que l'air est comprimé par la colonne d'eau *k i*, la soupape *l* reste donc fermée ; mais dès que la pression atmosphérique se rétablit, le flotteur *o* se lève et le liquide s'écoule. Il faut que la soupape *l* reste ouverte jusqu'à vidange complète, et, pour arriver à ce résultat, l'eau est reçue dans un système de vases concentriques *t u*, *x z*, terminés par un tuyau de sortie *y*. Le vase intérieur a un orifice *v*, de débit trop faible pour la quantité d'eau qui sort ; le liquide soulève alors le flotteur *n*, qui maintient par sa tige la soupape ouverte, et la fermeture n'a lieu que lorsque le récipient B s'est vidé complétement.

On voit que l'eau sera ainsi élevée d'une manière intermittente dans le tuyau d'ascension *r q*, si les différentes parties de l'appareil ont des dimensions relatives convenables. Il est facile de se rendre compte de l'effet utile *limite* de cette machine. Appelons Q la quantité d'eau qui arrive par le tuyau *e*; H la hauteur du niveau de la cuvette C au-dessus du niveau du récipient B ; H' la hauteur d'ascension au-dessus du niveau du récipient A ; V et V' les volumes disponibles

1. Voir dans les *Annales du Génie civil* de 1866, page 693, l'analyse d'un travail sur un système d'écluses de navigation, présenté par M. de Caligny à l'Académie des sciences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux récipients B et A. Il est clair que H' ne peut pas dépasser H et qu'il lui est même un peu inférieur. De plus, en appliquant la loi de Mariotte, on a :

$$\frac{V}{V'} = \frac{H' + 10^m.33}{H + 10^m.33}.$$

Si H' = H, on a V = V' ; mais H' étant plus petit que H, V est un peu inférieur à V'. V est le volume d'eau élevé, V' est le volume d'eau dépensé, et leur somme est égale à Q ; donc la quantité d'eau élevée est toujours un peu plus faible que la moitié de la quantité d'eau dont on dispose.

Quant au rendement dynamique de l'appareil, il est certainement très-grand, la perte de hauteur d'eau étant seulement égale à celle de la cuvette et les résistances faibles, puisqu'elles se réduisent à celles des soupapes et aux frottements de l'eau.

En somme, malgré la longue description qu'il exige pour être compris, l'élévateur autodynamique est très-simple, et lorsqu'on a affaire à des eaux limpides il n'exige qu'un entretien insignifiant. Il peut rendre des services dans quelques cas particuliers : par exemple, dans une distribution d'eau de ville, le niveau arrivant jusque vers le milieu de la hauteur d'une maison, on pourrait élever environ la moitié de la quantité d'eau concédée aux étages supérieurs, la seconde moitié n'étant pas tout à fait perdue, puisqu'elle serait disponible au rez-de-chaussée ; c'est ce qui a été réalisé à Marseille avec succès. Les dispositions de l'appareil peuvent changer suivant les circonstances, et l'inventeur annonce qu'au moyen d'une petite modification, on pourrait l'employer pour élever d'autres liquides, sans les mélanger à l'eau motrice.

—

La description des béliers hydrauliques de l'Exposition pourrait être placée ici, mais ils sont traités dans une autre partie de ces *Études*, par un de nos collaborateurs, très-compétent, chargé de la question des récepteurs hydrauliques.

III

Pompes proprement dites.

Sous ce titre, nous comprendrons toutes les pompes à piston à mouvement alternatif, à simple ou à double effet, à bras ou à moteur inanimé. Réservant pour la fin du chapitre les pompes à incendie, qui peuvent être groupées ensemble, et les pompes dites « sans limite, » nous examinerons un certain nombre de modèles des principaux constructeurs, sans nous astreindre à un ordre suivi, une classification simple étant fort difficile.

1. *Pompes ordinaires.*

Pompes à vapeur de M. Thomas Scott, de Rouen. — Les machines installées sur la berge de la Seine pour le service de l'Exposition, par M. Scott, sont au nombre de deux. Chacune d'elles comprend deux pompes verticales, à piston plongeur, dont les tiges sont attelées à un balancier et marchent en sens inverse. Le moteur à vapeur du type Woolf, à deux cylindres, agit à l'une des extrémités du balancier, l'autre extrémité portant la bielle d'un volant commun aux deux machines. Le support du balancier est une colonne en fonte creuse qui remplit en même temps l'office de réservoir d'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le système de moteur se prête bien, par la lenteur et la régularité de ses mouvements, à la manœuvre de grandes pompes. L'ensemble est élégant et la marche majestueuse, comme il convient aux machines de cette forme; mais nous n'oserions pas affirmer que, par un usage prolongé, le fonctionnement serait toujours satisfaisant. De telles installations exigent une construction très-soignée et un montage parfait.

Pompes à vapeur de MM. Carrett, Marshall et Cie, de Leeds (Angleterre) (Pl. 183). — Ces machines sont constituées par la réunion sur un même bâti d'un moteur à vapeur et d'une pompe aspirante et foulante, à piston plongeur. L'un des types exposés, celui que nous reproduisons, et qui peut élever 10 mètres cubes à l'heure à la hauteur de 30 mètres, se compose d'un cylindre à vapeur vertical placé à la partie supérieure du bâti et faisant tourner un arbre muni d'un volant qui, au moyen d'une manivelle, commande le piston plongeur. Le bâti est monté sur la bâche à eau qui contient des réservoirs d'air pour l'aspiration et pour le refoulement. Si la machine à vapeur est alimentée par une chaudière spéciale, on peut ajouter une petite pompe foulante (indiquée sur le devant de la figure) pour le service de la chaudière. Tous les organes sont bien groupés, de telle façon que la machine prend peu de place en plan, ce qui rend son installation facile.

Dans un autre modèle, plus petit, le piston à vapeur et le plongeur ont une tige commune, seulement interrompue par un cadre pour la place de la manivelle qui fait tourner le volant; les réservoirs d'air sont ménagés dans les colonnes du bâti.

Ces dispositions ne s'appliquent qu'au cas où l'aspiration ne dépasse pas 7 ou 8 mètres. Pour de plus grandes hauteurs, il faut séparer le moteur de la pompe en descendant celle-ci dans le puits.

Pompe à vapeur de M. Earle, de Springfield (Massachusetts, États-Unis) (Pl. 183). — Nous sommes ici en présence d'une machine intéressante par sa simplicité de construction et son originalité tout américaine. Le piston à vapeur et le piston à eau, tous deux horizontaux, sont reliés par une tige commune; le tiroir de distribution consiste en un simple cylindre en fonte parfaitement équilibré, et qui laisse passer la vapeur alternativement sur les deux faces du piston moteur. La tige de ce dernier porte un appendice vertical, qui vient buter à l'extrémité de chaque course contre des taquets placés sur la tige du tiroir, dont le mouvement intermittent se trouve ainsi très-simplement commandé par le moteur.

La disposition particulière du tiroir évite l'emploi d'un volant et de tout organe tournant, la machine ne présentant pas de points morts; il suffit d'ouvrir le robinet d'admission pour que l'appareil se mette de lui-même en marche. Ajoutons que les pièces sont bien disposées pour une visite facile, et que la construction de la boîte à eau permet de changer les soupapes à volonté; les pistons sont à garniture métallique; enfin un réservoir d'air surmonte le cylindre à eau et est destiné à régulariser l'ascension.

Cette pompe est certainement très-remarquable : simplicité, faible poids et par suite bas prix, facilité de marche, aptitude à se prêter à des vitesses variables (la vitesse faible est cependant toujours favorable au rendement, et on ne doit l'augmenter qu'accidentellement); tels sont les principaux avantages qui la recommandent à l'attention des ingénieurs.

Pompe à vapeur des Forges et Chantiers de l'Océan — Après la machine Earle, nous mentionnerons une pompe de cale (quoiqu'elle se rattache plutôt aux machines marines), à cause de la disposition heureuse qui supprime tout volant ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièce tournante, d'où construction très-simple et faible poids. Deux cylindres à vapeur horizontaux agissent directement sur deux cylindres à eau, les pistons étant reliés par des tiges communes. Un des pistons à vapeur est toujours au milieu de sa course, tandis que l'autre est à l'extrémité de la sienne ; d'où il résulte que les deux pistons commandent réciproquement leurs tiroirs, sans l'intermédiaire d'excentriques ni autres pièces analogues ; on obtient de plus une certaine régularité de marche. La machine exposée à la vitesse de 100 coups doubles par minute peut élever 600 mètres cubes d'eau à l'heure à la hauteur de 15 mètres : c'est, on le voit, un puissant engin.

Pompes à vapeur de MM. Farcot. — Nous choisirons d'abord parmi les modèles de ces constructeurs la machine établie pour une distribution d'eau à Angers (Pl. 183). C'est une pompe verticale, dont le piston est relié directement au piston d'un cylindre à vapeur H placé en contre-haut. Nous avons supprimé sur la figure la machine à vapeur dont la puissance nominale, en travail disponible sur l'arbre du volant, est de 45 chevaux, et qui donne en marche ordinaire, à la vitesse de 16 tours par minute, un travail effectif, en eau élevée, de 39 chevaux.

La pompe A est à simple effet à l'aspiration et à double effet au refoulement. Ce résultat est obtenu au moyen d'un piston double avec une seule tige ; la partie inférieure est un piston creux à clapets (diamètre, $0^m.48$), et la partie supérieure, un piston plongeur de diamètre plus petit ($0^m.35$). La course commune est de $1^m.20$. Dans le mouvement descendant, l'eau traverse le piston inférieur et est refoulée par le plongeur ; pendant l'ascension, il y a aspiration et en même temps refoulement d'un volume d'eau qui dépend de la différence de surface des deux pistons. Le rapport entre ces deux surfaces est calculé, eu égard aux hauteurs d'aspiration et de refoulement, de manière à produire un travail à peu près égal à la montée et à la descente. Les autres parties intéressantes de l'appareil sont : un réservoir d'air B placé sur la conduite d'aspiration C ; une soupape D qu'on peut fermer à volonté ; un réservoir d'air F sur la conduite de refoulement E, avec indicateur de niveau et disposition pour alimenter d'air ledit réservoir ; enfin une soupape de sûreté G avec sifflet d'alarme.

Un deuxième système de pompes, de la maison Farcot, est représenté Pl. 138 ; c'est la machine établie il y a quelques années pour l'alimentation de la ville de Lisbonne. Elle comprend deux corps de pompe A, A', d'un diamètre de $0^m,450$, réunis à la base par la capacité N. Les deux pistons B, B' ont une course de $0^m.450$; leurs tiges sont reliées à une traverse C, aux extrémités de laquelle s'articulent deux bielles D, D', menées par les manivelles calées sur l'arbre de la poulie motrice G. Les deux pistons marchent ainsi ensemble et dans le même sens ; ils portent des clapets semblables, mais s'ouvrant inversement. Dans le mouvement ascendant, le piston B' aspire dans la capacité N, et refoule l'eau qui le surmonte dans le réservoir à air P et de là à la distribution ; en même temps, le piston B, ayant ses clapets ouverts, laisse passer l'eau arrivant par M. Dans la course descendante, c'est le piston B qui aspire par le tuyau M et refoule sous le piston B', lequel laisse passer l'eau. Cette disposition a l'avantage de faire circuler l'eau toujours dans le même sens (contrairement aux corps de pompe ordinaires dans lesquels la direction du mouvement de l'eau change à chaque course simple) : c'est le même principe que celui de la pompe jumelle Stolz, dont nous parlons plus loin, avec cette différence que les pistons marchent simultanément. Il n'y a pas d'autres soupapes que celles des pistons ; ces dernières sont très-grandes pour diminuer la résistance au passage de l'eau ; elles comprennent (fig. 3) trois séries parallèles de vantaux inclinés formés de plaques métalliques *p*, doublées de cuir *m* du côté de la fermeture, et de caoutchouc *n*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faisant ressort sur l'autre face ; la course des vantaux est limitée par les arrêts *q*. Le piston B' est tout semblable au piston B, mais renversé.

Cette pompe a un bon effet utile. Dans des expériences faites au Conservatoire, et pour des vitesses variant de 25 à 60 tours par minute, on a trouvé des chiffres de rendement dont la moyenne est 0.60. Le chiffre augmentait pour les grandes hauteurs d'élévation et est arrivé, pour une hauteur de 13 mètres, à 0.74 pour 45 tours et 0.70 pour 60 tours. Le déchet est de 2 à 10 pour 100. On voit que le nombre de coups peut être assez grand, ce qui permet l'emploi d'un moteur léger ; mais le constructeur a eu soin de choisir une faible course pour ne pas augmenter la vitesse de l'eau aux dépens de l'effet utile.

Comme autre type, nous donnons le croquis (Pl. 183) d'une pompe horizontale à double effet, dont le piston est plein, mais à garniture intérieure. Le cylindre, les boîtes à clapets et le réservoir d'air placé en haut forment un seul corps en fonte, très-ramassé ; la visite des quatre soupapes est facile ; enfin la forme de toutes les parties est telle, que l'eau n'a pas à circuler dans des coudes trop brusques, ce qui est une bonne condition pour diminuer les résistances.

Pompe horizontale à moteur inanimé, système Girard (Pl. 168). — Ce système comprend deux corps de pompe horizontaux à un seul piston. Chacun des corps de pompe est à simple effet ; il communique avec une boîte à deux soupapes placée à l'extrémité et d'où partent les tuyaux d'aspiration et de refoulement, de sorte que le piston, à chaque coup simple, aspire dans un des cylindres et refoule par l'autre. Les soupapes sont bien guidées dans leur course verticale et se ferment par leur poids auquel s'ajoute l'action d'un ressort supérieur dont on peut régler la flexion à volonté. Les tubulures d'aspiration se réunissent sur la même conduite, ainsi que les tubulures de refoulement. Le piston est un cylindre creux en fonte, ou mieux en bronze, traversé de bout en bout par la tige et ne présentant extérieurement aucune saillie ; il a un diamètre de 0m.290 et une course de 0m.520. La garniture est extérieure, ce qui facilite sa visite et son entretien. L'ensemble est fixé sur un bâti en fonte qui porte en même temps les glissières-guides de la tige du piston et le palier de l'arbre moteur, partie supprimée dans le dessin. Cette pompe est bien étudiée et de bonne construction.

Pompes de M. Letestu, de Paris. — Les pompes Letestu sont bien connues et depuis longtemps employées dans un grand nombre de chantiers de construction pour les épuisements, entre autres applications. Elles ont pour caractère particulier la forme du piston ; celui-ci, au lieu d'être terminé par des faces planes, se compose d'un cône en cuivre percé de trous et recouvert d'un cornet en cuir préparé et roulé sur lui-même, qui remplace le clapet. Ce cornet s'ouvre pendant le mouvement de descente, en laissant passer l'eau par les trous, et se referme, au contraire, pendant la montée. La pompe est ainsi aspirante et élévatoire, à simple effet ; le jet qu'elle donne devient continu quand on emploie deux corps ou un réservoir à la partie supérieure.

Le rendement moyen, résultant d'expériences faites au Conservatoire des arts et métiers, est de 0.48 à 0.51 ; il s'est élevé à 0.56 pour les plus petites vitesses ; les grandes courses, à vitesse égale, sont favorables à l'effet utile. Le déchet ou la quantité d'eau perdue rapportée au volume engendré par le piston est de 5 à 7 pour 100.

Ces pompes ont, dans beaucoup de cas, des avantages. Le piston s'engorge moins que les pistons ordinaires quand on épuise des eaux bourbeuses ; mais les clapets d'aspiration placés au pied du cylindre, ne présentant rien de particulier, peuvent mal fonctionner et arrêter la manœuvre. Les réparations des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pistons sont rendues plus rares et plus faciles, et la commodité d'installation explique l'usage très-répandu de ces pompes.

Les dispositions pour la mise en mouvement varient nécessairement avec les emplois auxquels on destine les appareils et aussi avec leur puissance. L'Exposition en présente plusieurs types ; le plus grand est une pompe à deux corps verticaux de 0m.60 de diamètre ; les pistons menés par des manivelles fixées sur deux engrenages de même diamètre, qu'un seul pignon conduit. Le moteur est une machine à vapeur ; un volant sur l'arbre du pignon régularise la marche, et un réservoir d'air au milieu produit un jet continu. La quantité d'eau débitée et servant à l'alimentation du parc est de 400 mètres cubes à l'heure. Il y a aussi un grand nombre de pompes à bras pour arrosement, épuisements, incendies, etc.

Pompes de MM. Nillus, du Havre. — Ce type est désigné ordinairement sous le nom de *pompe des prêtres*. Le piston est remplacé par une lame de cuir flexible fixée par son contour aux parois du corps de pompe (habituellement renflé en ce point) et portant en son milieu un plateau auquel sont attachés une tige et une soupape ; un clapet dormant est disposé au pied de la boîte. En imprimant à la tige un mouvement de va-et-vient, la soupape s'ouvre et se ferme en même temps que le cuir prend une forme alternativement concave et convexe, ce qui produit l'aspiration et le refoulement de l'eau. Ces appareils ont l'avantage de bien fonctionner dans les eaux bourbeuses. L'effet utile, malgré la diminution de frottement due à l'absence de piston, ne dépasse pas celui des bonnes pompes ordinaires. Des expériences faites au Conservatoire sur un modèle à deux corps, dans lequel le cuir avait 0m.600 de diamètre et la soupape 0m.145, ont donné un rendement moyen de 0.50. Ce rendement diminuait quand la vitesse augmentait, comme cela a lieu en général.

Le modèle fonctionnant à l'Exposition est à quatre corps de pompe disposés deux à deux de chaque côté du bâti portant les organes de transmission. L'axe d'un volant-poulie placé à la partie supérieure et recevant par courroie le mouvement d'une machine à vapeur demi-locomobile, porte un pignon qui engrène avec deux roues dentées correspondant à chaque groupe de cylindres ; ces engrenages servent à diminuer la vitesse. Deux réservoirs d'air complètent l'appareil, qui est employé à l'alimentation du parc.

Pompe de M. Thirion. — Elle est constituée par deux corps de pompe verticaux à pistons plongeurs, dont les tiges sont mues par un balancier placé à la partie supérieure et supporté par le réservoir d'air. Le balancier n'est pas symétrique ; il se prolonge d'un côté et s'articule à une bielle reliée au volant qui reçoit le mouvement d'une machine à vapeur locomobile. Des engrenages servent à diminuer la vitesse. Cet emploi d'un balancier qui ne reçoit pas directement l'effort du piston à vapeur ne nous paraît pas heureux ; il augmente le poids de la machine inutilement ; de plus, les pièces ne sont pas assez ramassées, d'où nécessité d'avoir un bâti assez grand. Enfin, le volant est placé loin de la résistance, ce qui est irrationnel. Nous n'avons pas vu si les organes des corps de pompe avaient une disposition nouvelle.

Pompe à vapeur de MM. Hermann-Lachapelle, de Paris. — La machine de MM. Hermann-Lachapelle comprend sur un même bâti : d'un côté, une chaudière verticale avec cylindre à vapeur, du type de construction habituelle de cette maison ; de l'autre, une pompe verticale à deux corps avec réservoir d'air.

Le moteur est lié à la pompe par un balancier. L'ensemble prend peu de place, mais ne présente, d'ailleurs, rien de particulier à noter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pompes de MM. Henry et Peyrolles, successeurs de M. Stolz, de Paris. — Nous ne parlerons pas des pompes ordinaires exposées par ces constructeurs et qui ne présentent de particulier que la variété des dispositions dans la transmission du mouvement du moteur, animé ou non, dispositions ayant pour but de rendre la manœuvre plus commode. Comme modification dans les organes essentiels, nous citerons les pompes dites *jumelles* (Pl. 183). Ce type est à deux cylindres ; les pistons, creux et munis de soupapes, marchent en sens contraire. La chambre du milieu par laquelle l'eau est refoulée est en communication avec la face supérieure d'un des pistons seulement. On voit, à l'inspection de la figure, que l'eau, aspirée par le piston de gauche, le traverse ensuite et vient se rendre sous le piston de droite qui la refoule par le haut dans la chambre du milieu. Le liquide marche ainsi toujours dans le même sens, ce qui annule les résistances dues au changement de direction du mouvement. Il est vrai que cet avantage est diminué par ce fait que l'eau parcourt un long circuit, d'où plus grands frottements ; mais on peut marcher plus vite qu'avec les systèmes ordinaires. Nous ne connaissons pas d'expériences sur le rendement.

Nous nous occupons plus loin des pompes rotatives du même constructeur.

Pompes castraises, construites par MM. Schabaver et Foures, de Castres (Pl. 184). — Elles sont aspirantes et foulantes, à double effet, à un seul corps. Le piston, à garniture de cuir, ne porte pas de soupapes ; le corps de pompe, vertical ou horizontal, est entouré d'une bâche à eau partagée en deux par un diaphragme perpendiculaire à l'axe du piston. Les soupapes, au nombre de quatre, sont des boules en caoutchouc creuses et lestées au centre par de la grenaille de plomb ; elles sont disposées par paires dans deux boîtes latérales (la figure indique la coupe d'une de ces boîtes), la soupape inférieure servant à l'aspiration et la supérieure au refoulement. Chacune des moitiés de la boîte à eau entourant le corps de pompe communique constamment avec l'intervalle des deux soupapes d'une boîte (dans le croquis, c'est la partie inférieure de la bâche qui correspond aux soupapes représentées). Pendant que le piston aspire par l'une des boîtes, il refoule par l'autre, comme cela a lieu dans toutes les pompes à double effet. Ce qui caractérise la pompe castraise, c'est l'emploi de la bâche à eau dont nous avons parlé et qui a pour effet de rendre le volume d'eau contenu dans l'appareil beaucoup plus grand que le volume du cylindre ; il en résulte qu'une partie du liquide aspiré ne parcourt que les chambres à soupapes sans passer par le corps de pompe, le piston étant, pour ainsi dire, toujours en contact avec la même eau. Cette disposition permet le fonctionnement dans des eaux vaseuses ou chargées de gravier, en mettant le piston à l'abri des détériorations ordinaires dues au passage de matières étrangères.

Des expériences faites au Conservatoire des arts et métiers ont donné pour le chiffre du rendement une moyenne de 0.56, chiffre qui s'est élevé pour les plus petites vitesses à 0.66. Le déchet ou perte d'eau était de 7 à 10 p. 100.

Le fonctionnement de ces pompes, dont la forme et les dimensions varient suivant les applications, est très-satisfaisant, et les prix sont peu élevés, malgré le poids relativement grand. Le constructeur a ajouté à ses derniers modèles un réservoir d'air à l'aspiration dont il espère de bons résultats.

Pompe de M. Perreaux, de Paris. — Le caractère essentiel de la pompe Perreaux, déjà ancienne, consiste dans l'emploi de soupapes en caoutchouc, cylindriques à la base et aplaties au sommet, ce qui leur donne la forme d'une anche de clarinette. Comme cette dernière, elles sont terminées par deux lèvres qui, sous l'influence des pressions résultant du soulèvement ou de l'abaissement du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piston, s'ouvrent ou se ferment, grâce à l'élasticité de la matière. Cette élasticité offre l'avantage que les matières solides entraînées avec l'eau peuvent passer en entr'ouvrant plus ou moins les valvules sans les détériorer. La soupape de retenue est placée au pied du cylindre, tandis que l'autre, prolongée convenablement en forme cylindrique à sa base, forme piston. Des nervures venues au moulage donnent de la roideur au caoutchouc. Le corps de pompe est en cuivre, qu'on peut envelopper de bois. La partie supérieure, fermée, sert de réservoir d'air, si la pompe est simplement aspirante; si elle doit être en même temps foulante, un petit cylindre en cuivre, placé sur le côté et également muni d'une anche en caoutchouc, constitue le réservoir d'air. Les différentes pièces se démontent facilement. Ces appareils, très-simples, peuvent prendre toutes les formes; ils sont d'un bon usage en agriculture et toutes les fois qu'on a à élever des eaux chargées de sable.

*Pompes de MM. Lambert et C^ie^*, de Vuillafans (Jura). — La construction en est simple et solide; les deux corps de pompe sont formés de tuyaux en fonte verticaux, réunis par des tubulures également en fonte. Les pistons sont plongeurs, c'est-à-dire à garniture extérieure, ce qui facilite l'entretien. Cette disposition, peu employée pour les pompes à main de petites dimensions, nous paraît bonne. Le mouvement alternatif est imprimé aux pistons au moyen d'un balancier supporté au milieu par une entretoise des cylindres; les deux bielles, très-courtes, s'articulent au balancier et aux pistons, évidés à cet effet à la partie supérieure.

Pompes de M. Sohy, de Paris. — Deux cylindres horizontaux, dans lesquels se meuvent les pistons reliés par une tige commune. Les oscillations du balancier de forme ordinaire sont transmises à la tige par des bielles attelées à un cadre horizontal extérieur aux cylindres, disposition mauvaise en principe, parce que les défauts de montage peuvent laisser se produire, au bout d'un certain temps, des efforts obliques qui faussent les tiges.

Pompes à soufflet de M. Motte, de Paris. — Les petits inconvénients dus à la nécessité d'entretenir en bon état les garnitures dans les pompes à piston ont amené quelques constructeurs à employer de véritables soufflets. Les appareils de M. Motte, employés dans un grand nombre de chantiers pour les épuisements, se composent de deux soufflets à faces en fonte et parois en cuir, de même forme que les soufflets à air employés dans l'économie domestique; ils sont attelés à un balancier, de façon à aspirer et refouler l'eau alternativement en ouvrant et serrant leurs plis. Nous n'avons pas de données numériques sur l'effet utile, mais il doit y avoir une assez grande perte de puissance à cause des grands espaces nuisibles dans lesquels l'air se comprime et se dilate inutilement à chaque coup. Ces machines sont d'ailleurs bien construites, et leur manœuvre est très-douce, le frottement des pistons des pompes ordinaires étant supprimé.

Pompe à fléau mobile de M. Armandies, de Laguy (Seine-et-Marne). — C'est encore une espèce de pompe à soufflet; deux plaques en bois ou en métal, faisant entre elles un angle obtus et munies de clapets, sont fixées à une sorte de bâti vertical ou fléau en fonte qui peut osciller autour d'un arbre horizontal inférieur. Un levier attelé au fléau applique alternativement les plaques sur les ouvertures d'une boîte en fonte qui termine le tuyau d'aspiration. Les plaques et l'arbre horizontal sont complétement noyés dans l'eau, ce qui empêche l'échauffement des pièces et remplace le graissage. De plus, les clapets, toujours visibles, peuvent être facilement dégorgés à la main quand on a affaire à des eaux im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pures. Cet appareil est simple et applicable aux usages de l'agriculture ou à de petits épuisements ; mais il faut remarquer qu'il ne peut servir qu'à aspirer l'eau sans la refouler, à moins de le modifier et lui faire perdre par suite son caractère rustique.

Pompes agricoles diverses. — Il y a, tant à l'île de Billancourt qu'au Champ de Mars, un grand nombre de pompes de ferme, ne différant entre elles que par des détails. Ces appareils, destinés à l'agriculture, ont à remplir certaines conditions pratiques : simplicité de construction, réparations rares et très-faciles, transport commode, bon marché, faculté de se prêter à différents usages et à fonctionner dans les eaux troubles. Ici la question de rendement est sans importance, puisque les pompes ne sont pas destinées à fonctionner constamment, mais de temps en temps et ordinairement à bras.

Nous avons déjà constaté, pour plusieurs des types décrits précédemment, de bonnes qualités comme engins agricoles. Parmi les autres constructeurs qui nous ont paru assez bien remplir les conditions exigées pour cet usage, nous citerons :

M. Noël, de Paris, dont la pompe porte, en face des clapets, des regards d'une fermeture simple, qui permettent en très-peu de temps de visiter et de dégorger les clapets ; elle est montée sur brouette, solide et d'un prix modéré.

MM. Hirou frères, de Paris, qui exposent un tonneau-pompe monté sur chariot destiné à divers usages. Les deux cylindres, placés sur le tonneau et manœuvrés par un levier, sont aspirants pour remplir le tonneau d'eau ou de purin, foulants quand on a besoin de projeter le liquide à distance ; enfin, un système d'épandage sous le tonneau sert à arroser les prairies ou autres terrains sur toute la largeur du chariot.

M. Gonin, dont la pompe est dite sans aspiration. La pièce faisant fonction de piston est un tuyau en cuivre entourant la partie inférieure du tuyau d'ascension dont le diamètre est augmenté en ce point ; ce cylindre-piston est fermé par le bas et muni d'un clapet, il plonge dans l'eau ; un mouvement alternatif lui étant imprimé d'une manière quelconque, la soupape s'ouvre et se ferme comme dans une pompe à simple effet. L'instrument est simple ; mais il ne peut fonctionner que le pied noyé dans le réservoir inférieur.

Comme combinaisons de mouvement de transmission, nous trouvons :

La pompe Couteleau, construite par M. Fizelier, de Saumur, qui est à deux corps verticaux et à balancier ; ledit balancier est mis en oscillation par un levier à poignée qui porte un poids faisant fonction de volant ; ne peut s'appliquer à des instruments montés sur chariot.

Les pompes de MM. Dudon-Mahon, à un seul corps, solidement construites ; le levier de manœuvre porte à l'extrémité un contre-poids qui remplit le rôle de volant et régularise l'effort à faire.

Il y a un très-grand nombre d'autres petites pompes de ferme ou d'économie domestique ; mais nous n'y avons remarqué aucune particularité intéressante.

Nous donnons (Pl. 168) le croquis d'une pompe à bras qui se distingue des autres en ce qu'elle est à double effet avec un seul corps de pompe ; c'est le système Champonnois, construit par M. Japy d'une façon très-économique, avec des pistons, clapets et joints en cuir doublé de tôle.

La plupart des pompes à bras sont manœuvrées au moyen de leviers oscillants, balanciers, etc. ; d'autres, en plus petit nombre, portent des manivelles ou or-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ganes analogues. A ce sujet, il est bon de noter que les manivelles, suivant les expériences de M. Chavès, utilisent beaucoup mieux que les balanciers le travail de l'homme, surtout lorsqu'elles sont munies de volants; d'un autre côté, quand les leviers sont bien disposés, la manœuvre en est plus commode, et nous croyons qu'on doit les préférer pour les pompes qui ne marchent que pendant un temps limité, auquel cas la perte de travail musculaire est sans importance.

II. — *Pompes à incendie.*

Le nombre considérable de constructeurs de pompes à incendie nous a toujours étonné, les instruments de cette nature n'ayant ordinairement pas besoin d'être souvent renouvelés; et ce sujet nous rappelle la naïveté d'un fabricant qui, pour vanter l'excellence de ses appareils, racontait qu'une pompe vendue par lui depuis quarante ans n'avait encore subi aucune avarie; — elle n'avait peut-être jamais servi qu'aux exercices des pompiers...

Comme toujours, l'Exposition de 1867 en présente une foule; nous n'avons pas l'intention de les décrire toutes : elles se ressemblent d'ailleurs beaucoup, et en dehors des différences dans les détails de construction et dans les prix, il n'y a guère à noter que quelques points particuliers et tenant aux habitudes de chaque pays. Réservant pour un paragraphe spécial les pompes à incendie à vapeur, nous allons passer en revue, d'une manière générale, celles fonctionnant à bras.

Les conditions à remplir pour les pompes à incendie sont toutes particulières; tandis que pour les autres machines élévatoires, on doit s'attacher, en vue d'une bonne utilisation du travail moteur, à donner à l'eau la moindre vitesse possible, ici, au contraire, cette vitesse est le principal but qu'on se propose; il faut lancer l'eau à une grande hauteur, et de telle sorte que le jet puisse vaincre la résistance de l'air sans se résoudre trop tôt en goutelettes. La vitesse de sortie, pour des dimensions et un nombre de coups donnés, dépend du diamètre de l'orifice de la lance, et il faut proportionner ce diamètre au volume d'eau à lancer et à la distance de jet.

En Amérique, en vue de faciliter l'accroissement de vitesse de l'eau, on préfère les pompes rotatives; elles satisfont bien à cette condition, mais elles ont l'inconvénient de mal se prêter à l'action simultanée d'un grand nombre d'hommes. En Europe, les pompes à mouvement alternatif sont à peu près les seules employées, le mode de manœuvre le plus général étant la *brimballe*, aux deux extrémités de laquelle peuvent se grouper facilement un grand nombre d'hommes. Comme il est important d'avoir un jet continu, les pompes sont, soit à un seul cylindre à double effet, soit à deux corps à simple effet; cette dernière disposition offre cet avantage que la visite des organes se fait facilement, les cylindres étant ouverts par le haut. Il est essentiel que les garnitures de pistons soient parfaitement étanches à cause de la pression considérable qu'ils ont à vaincre. Un réservoir d'air au refoulement est également indispensable pour régulariser le jet.

Dans les pompes à incendie employées à Paris et dans un très-grand nombre d'autres villes, on est resté à ce type de deux corps verticaux ouverts par le haut, réservoir d'air au milieu, le tout contenu dans la caisse où on apporte l'eau (ce qui rend inutile le réservoir d'air à l'aspiration), transmission directe du mouvement du balancier aux pistons. Pour les petits modèles, l'ensemble est porté sur un châssis en bois, comme l'indique la figure 1 de la page suivante, ou sur une brouette.

Les grands appareils sont montés sur un chariot traîné par des hommes ou des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chevaux, pour le transport aux points incendiés. Ces dispositions se retrouvent, avec de faibles différences de détail, dans les appareils (nous citons au hasard) de MM. Darasse, Letestu, Rohée, Flaud, de Paris; Devilder, de Cambrai; Bouchard, de Lyon; Deplechin, de Lille, etc. M. Prevel expose un type original : les

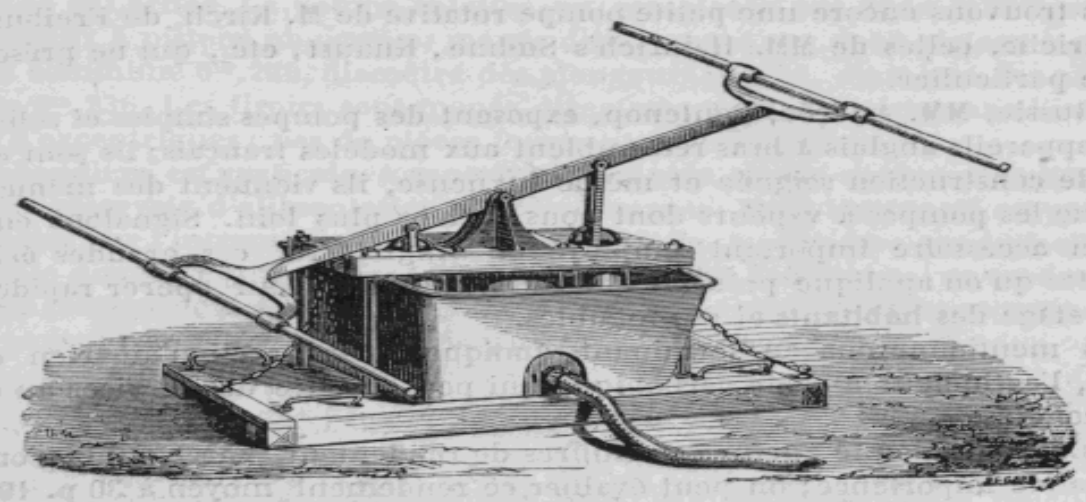


Fig. 1. Pompe à incendie.

deux cylindres sont renversés et liés directement à l'essieu du chariot, coudé à cet effet; pour manœuvrer, on retourne l'appareil et les roues servent de volants-manivelles. Cette disposition n'est pas à imiter; elle a l'inconvénient grave de rendre solidaires les pièces du chariot et celles du mécanisme, d'où il peut résulter des avaries durant le transport; de plus, il n'est pas facile de faire agir plus de deux hommes sur les roues.

L'exposition belge présente les pompes à incendie de MM. Cabany, Kestement, Requilé et Béduwé, de Meester, etc., qui sont du type ordinaire. MM. Requilé et Béduwé ont un autre modèle à un seul corps de pompe horizontal à double effet, balancier ordinaire, réservoir d'air à l'aspiration et au refoulement, ce qui permet de puiser l'eau à distance, tout en conservant une marche régulière. Ces instruments, comme la plupart des produits mécaniques belges, se distinguent par leur bon marché.

En Suisse, nous trouvons des pompes à bras très-puissantes et bien faites; nous citerons parmi les constructeurs : — M. Gimpert, pompe à un seul corps, à double effet, grande brimballe manœuvrée par vingt-quatre hommes, lançant 6 litres par coup simple, à 40 mètres de hauteur. — L'usine à gaz de Neufchatel, pompe à deux corps, très-solide, avec des barres de manœuvre s'allongeant de chaque côté du balancier, suivant le nombre d'hommes. — M. F. Schenk, machine à un seul cylindre, grande course, deux barres de manœuvre de chaque côté. — M. de Lerber, pompe à un seul corps, à double effet, donnant 18 litres par coup, à 38 mètres, manœuvrée par cinquante-cinq hommes, avec quatre barres aux extrémités d'un long balancier.

L'Allemagne nous offre : — une pompe prussienne comprenant deux cylindres horizontaux, munis chacun d'un réservoir d'air; la tige commune porte une crémaillère engrenant avec un secteur denté fixé sur l'axe d'une brimballe ordinaire, mauvaise disposition; deux tuyaux de refoulement permettent de diriger l'eau sur deux points à la fois, ce qui est bon. — Les appareils de M. Kurst, de Stuttgard, l'un du modèle ordinaire, l'autre dans lequel les cylindres sont horizontaux et reçoivent séparément le mouvement d'un levier spécial muni d'un arc rigide, le tout porté sur une plate-forme à quatre roues, sans caisse à eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— La pompe puissante de M. Kirchdœrfer, de Hall, du type ordinaire, lançant 450 litres par minute, à 130 pieds, caisse à eau de 600 litres. Chez tous ces constructeurs du Wurtemberg, le chariot porte des bobines sur lesquelles s'enroulent les tuyaux de refoulement en toile. — Cet arrangement est commode.

Nous trouvons encore une petite pompe rotative de M. Kirch, de Freiburg; et en Autriche, celles de MM. Heinrich's Sœhne, Knaust, etc., qui ne présentent rien de particulier.

En Russie, MM. Andrée, Boutenop, exposent des pompes simples et solides.

Les appareils anglais à bras ressemblent aux modèles français; ils sont en général de construction soignée et même luxueuse, ils viennent des mêmes ateliers que les pompes à vapeurs dont nous parlons plus loin. Signalons en passant un accessoire important employé en Angleterre, ces grandes échelles roulantes qu'on applique près des maisons incendiées pour opérer rapidement le sauvetage des habitants et des meubles.

Nous mentionnerons en terminant, quoique cet appareil n'ait rien d'une pompe, l'extincteur à acide carbonique qui peut rendre des services au début des incendies.

Nous n'avons donné aucun des chiffres de rendement, parce qu'ils n'ont pas une grande importance; on peut évaluer ce rendement moyen à 30 p. 100 environ pour les appareils bien construits. Un résultat d'expériences plus intéressant serait celui relatif à l'influence de la grosseur du jet sur son efficacité. En 1862, des essais furent faits à Londres dans ce but, avec des pompes anglaises et une pompe Letestu; ces essais trop peu nombreux conduisent à cette conclusion, qu'un grand diamètre à l'extrémité de la lance est favorable à l'effet qu'on veut produire, à savoir de lancer l'eau à une grande distance horizontale et verticale en en perdant le moins possible. Ainsi les pompes anglaises, avec un orifice de 20 ou 22 millimètres de diamètre, fonctionnaient à une distance une fois et demie plus grande que la pompe française avec un orifice de 14 millimètres, et le rapport de la quantité d'eau utilisée à la quantité sortie de la lance était notablement supérieur pour les premières. Nous n'avons pas connaissance d'expériences faites cette année dans le même sens, elles présenteraient cependant un grand intérêt.

Les pompes à incendie à vapeur, qui ont pris naissance en Amérique, ont été ensuite adoptées en Angleterre, et c'est sur les machines employées couramment dans ces deux pays qu'on peut juger de l'état de la question. Un point capital, dans les engins de cette espèce, est la nécessité d'avoir une chaudière pouvant produire une quantité suffisante de vapeur dans le moins de temps possible, et c'est à cela en effet que se sont attachés les constructeurs.

Pompe à incendie à vapeur de MM. Lee et Larned, de New-York. — C'est la première machine de cette espèce. Elle comprend une chaudière verticale analogue au système Field, c'est-à-dire munie de tubes bouilleurs verticaux fermés par le bas et en communication par le haut avec le corps principal. Ces bouilleurs sont placés dans la boîte à feu entourée elle-même de lames d'eau; des tubes concentriques aux premiers et ouverts par les deux bouts déterminent, par suite de la diminution de densité de l'eau échauffée et chargée de vapeur, une circulation très-active et par suite une vaporisation rapide. La pompe est rotative, menée par un piston à vapeur à mouvement alternatif et de petite course; deux volants servent à passer les points morts; tout le mécanisme occupe peu de place et fonctionne à grande vitesse. Le bâti, en fer, porte sur un chariot à quatre roues, la chaudière reposant directement sur l'essieu d'arrière par un ressort et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le reste sur l'essieu d'avant au moyen de deux ressorts. Suivant la grandeur du modèle, on peut y atteler des hommes ou des chevaux pour le transport.

Pompes à vapeur de MM. Mazeline, du Havre. — C'est une modification du système Lee et Larned. La pompe rotative est remplacée par deux cylindres à eau horizontaux à pistons plongeurs, menés directement par deux pistons à vapeur. Course commune 0m.220, diamètre des plongeurs 0m.152, diamètre des pistons à vapeur 0m.236. Les tiroirs sont menés directement par les tiges sans l'intermédiaire d'excentriques ; pas de pièces tournantes, ni de volant.

La chaudière est verticale, à vaporisation rapide, d'une surface de chauffe de 22mq ; le réservoir d'alimentation est placé auprès. Tout l'appareil est porté sur un chariot par l'intermédiaire de ressorts, et disposé pour être rendu facilement immobile quand la pompe doit fonctionner. Comme accessoires, un tender attelé derrière contient le charbon, les tuyaux d'aspiration et les lances; et un petit chariot porte enroulés sur son essieu les tuyaux de refoulement.

Pompes à vapeur de MM. Merryweather et fils, de Londres. — Le petit modèle, dont la fig. 2 donne une idée, comprend une pompe à eau à double effet horizontal menée directement par la tige d'un piston à vapeur. Pas de volant ; le tiroir de distribution est actionné par un renvoi de mouvement venant de la tige. La chaudière, placée à l'arrière, est du système Field, comme celle des machines américaines. Le châssis métallique, très-solide, est porté sur les roues par des ressorts. Des siéges sont disposés à l'avant pour les hommes et un réservoir d'air complète la pompe.

Le grand modèle, conçu dans le même esprit, est double : il y a deux cylindres à eau et deux cylindres à vapeur, horizontaux, à action directe, la distribution de vapeur se faisant aussi par les tiges ; pas de volant. Chaudière du

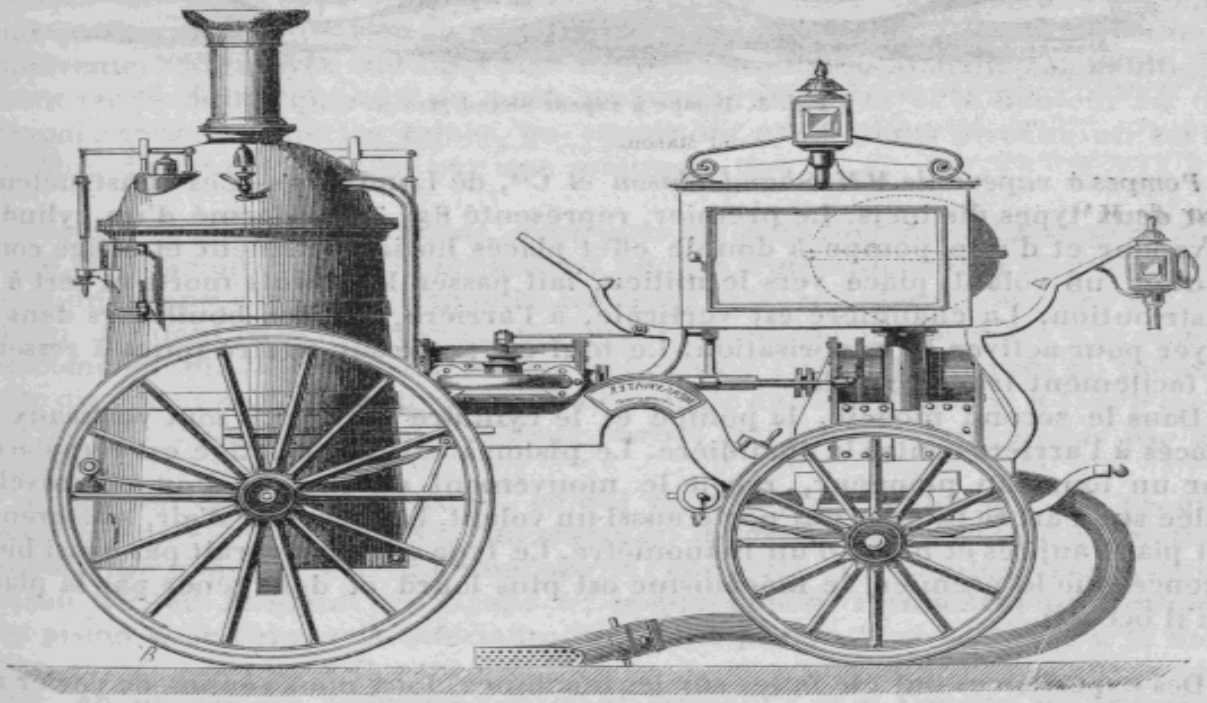


Fig. 2. Pompe à vapeur Merryweather et fils.

système Field pouvant s'alimenter soit par un Giffard, soit par une petite pompe spéciale, soit par les grands corps de pompe.

Les points à noter dans ces appareils sont la bonne construction de la chau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dière qui peut se mettre en pression en quelques minutes et tout en courant à l'incendie, la suspension combinée de manière à produire peu d'oscillations, la grande course des pistons et le grand volume d'eau lancé par coup, ce qui permet de diminuer la vitesse.

MM. Merryweather construisent aussi des machines de même système portées sur bateaux et qui peuvent servir en cas d'incendie de grands navires.

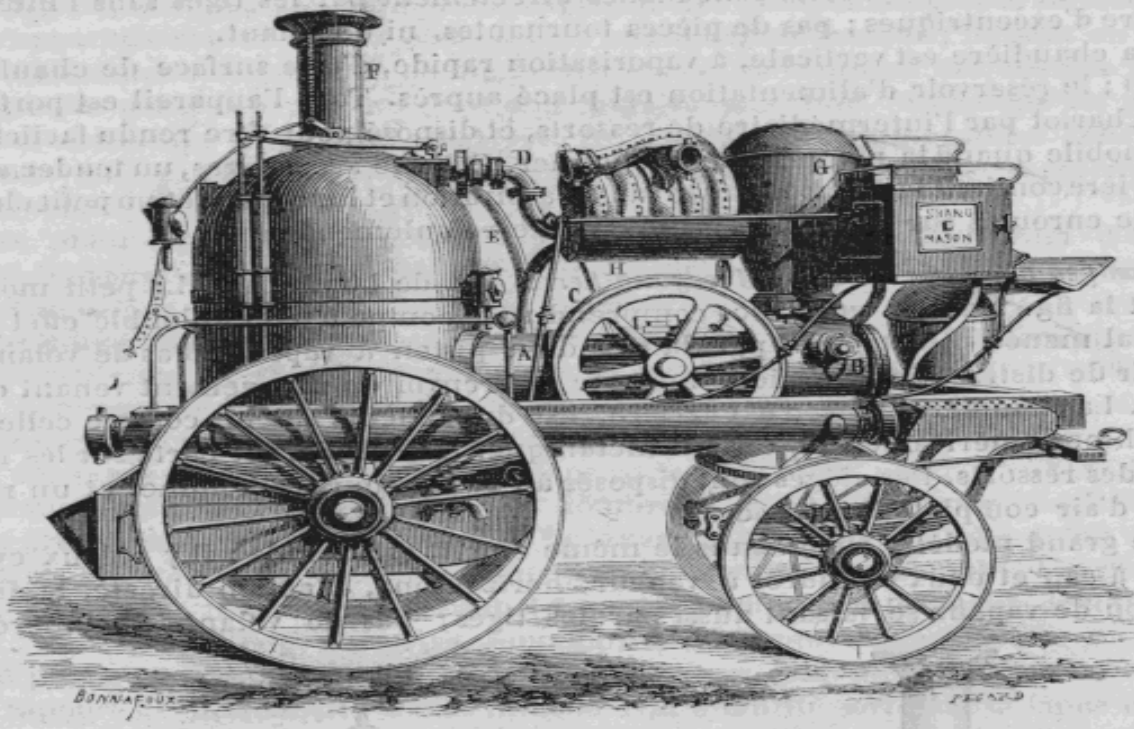


Fig. 3. Pompe à vapeur Shand Mason.

Pompes à vapeur de MM. Shand Mason et Cie, de Londres. — Ces constructeurs ont deux types distincts. Le premier, représenté fig. 3, est formé d'un cylindre à vapeur et d'une pompe à double effet placés horizontalement et à tige commune ; un volant, placé vers le milieu, fait passer les points morts et sert à la distribution. La chaudière est verticale, à l'arrière, à tubes bouilleurs dans le foyer pour activer la vaporisation. Le tout est porté sur quatre roues à ressorts et facilement transportable.

Dans le second modèle, la pompe et le cylindre à vapeur sont verticaux et placés à l'arrière contre la chaudière. Le piston à eau, dont la tige est remplacée par un fourreau plongeur, reçoit le mouvement au moyen d'une manivelle calée sur l'arbre moteur qui porte aussi un volant. Le réservoir d'air, très-grand, est placé auprès et muni d'un manomètre. Ce type ne nous paraît pas aussi bien agencé que le premier, le mécanisme est plus lourd et doit gêner par la place qu'il occupe.

Des expériences ont été faites sur les machines dont nous venons de parler au mois de mai dernier. Les petits modèles des deux pompes anglaises ont été installés sur la berge, l'eau étant prise dans la Seine avec un tuyau d'aspiration de 2m.50 et un refoulement de 100 mètres ; le phare servait de repère pour comparer les hauteurs de jet. Les chaudières étant remplies d'eau froide, on a allumé les foyers. Au bout de 10 minutes et demie la chaudière Merryweather attei-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnait une pression de 7 atmosphères ; le jet étant alors lâché, la pression monta encore et se maintint pendant une heure entre 8 et 9 atmosphères, le jet présentant une grande régularité. La machine Shand et Mason fut moins heureuse ; elle ne fut en pression qu'au bout de 13 minutes et le jet était irrégulier, surtout au début.

On essaya en second lieu les grandes pompes Mazeline et Shand Mason ; la première ne put maintenir sa pression et la seconde fonctionna mal. Cet échec tient peut-être au mauvais état ou à l'insuffisance des accessoires de chaudière, et il est difficile d'en rien conclure.

Enfin, la grande machine Merryweather fonctionna seule le lendemain toute la journée et d'une façon satisfaisante ; elle lançait l'eau très-régulièrement soit par un jet de 45 millimètres, soit par quatre autres jets de 25 millimètres.

Ces expériences sont trop peu nombreuses pour juger du mérite relatif des appareils ; il leur manque la précision qu'on aurait dû chercher à obtenir en mesurant les volumes d'eau lancés et utilisés à une distance donnée et dans différentes conditions. Quoi qu'il en soit, il est certain que les pompes à incendie à vapeur sont de puissants engins qui, dans les pays largement dotés sous le rapport de l'eau, peuvent conjurer de grands désastres ; elles sont d'ailleurs employés avec succès en Amérique et en Angleterre.

III. — *Pompes sans limite.*

La dénomination de pompes *sans limite* a été appliquée depuis quelques années à un grand nombre d'appareils destinés à élever l'eau d'une profondeur supérieure à 8 ou 9 mètres, au delà de laquelle il n'y a plus aspiration. Nous ne comprendrons pas sous ce titre les dispositions ordinaires consistant à descendre une pompe aspirante dans le puits à un niveau suffisant et à lui imprimer le mouvement au moyen de tiges ou autres organes. Ce système est habituellement employé dès qu'on a un puits un peu profond, et si la hauteur est très-grande, comme dans les mines, on superpose à différents niveaux un certain nombre de pompes menées par une maîtresse tige.

Pompes du système Prudhomme, construites par MM. Desforges et Festugière frères. — M. Prudhomme, le premier qui ait adopté le nom de « sans limite », a imaginé une disposition dans laquelle les tiges sont remplacées par des colonnes d'eau circulant dans des tuyaux. Cet appareil, qui ne figure pas à l'Exposition, se compose (Pl. 184) de deux parties distinctes : l'une placée près du moteur à une distance quelconque du puits, l'autre posée au fond du puits, à 4 ou 5 mètres au plus du niveau de l'eau, ces deux parties étant reliées entre elles par deux conduites OP, RQ.

L'appareil étant rempli d'eau, ce qui peut se faire facilement à la première mise en marche, supposons qu'on mette en mouvement le piston C de la pompe supérieure dans le sens indiqué par la flèche X, il refoulera l'eau dans le tuyau OP, en fermant la soupape *o* ; la pression se tranmettra intégralement au piston K de l'appareil inférieur ; les deux pistons K et L, reliés à la même tige, marcheront dans le sens de la flèche Y, et refouleront l'eau dans le tuyau QR, en ouvrant les soupapes *s* et *q*, et fermant *t* et *r*. Comme les capacités E et G ont chacune un volume égal à celui du cylindre de la pompe supérieure (point essentiel), la quantité d'eau élevée sera double de celle refoulée par le piston C. La moitié seulement du volume total d'eau élevée viendra remplir l'espace libre B, tandis que le reste passera par la soupape *p*, et se rendra au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuyau ST. Le piston C prenant un mouvement inverse, les mêmes effets se reproduiront dans l'autre sens, et une cylindrée sera élevée à chaque coup simple.

Cet appareil a été appliqué dans plusieurs puits de mine d'une grande profondeur. Nous ne connaissons pas d'expériences sur le rendement ; mais il est probable qu'il n'est pas inférieur à celui des pompes ordinaires, les frottements des grandes tiges étant remplacés par ceux de l'eau dans une des conduites. Il y a un inconvénient grave à signaler : à cause du brusque changement de sens dans la marche de l'eau, à chaque course du piston il se produit des coups de bélier qui, dans un grand appareil, amèneraient des ruptures. Il faut, pour diminuer ces chances d'accident, que les deux conduites de tuyaux soient fixées dans le puits de la façon la plus rigide, condition assez difficile à remplir pour de grandes profondeurs.

Pompes à air comprimé de M. Laburthe, de Mont-de-Marsan (Pl. 184). — L'appareil de M. Laburthe est d'une simplicité extrême : la pompe, placée à une distance quelconque de l'eau à élever, est formée d'un piston à air qui se meut dans un cylindre, lequel est mis en communication par un tube de fer avec une caisse plongée dans le puits et munie d'une soupape s'ouvrant de dehors en dedans : un second tube part du fond de la boîte et est dirigé au point où l'on veut amener l'eau. En donnant au piston, par les moyens ordinaires, un mouvement alternatif, l'air comprimé dans le tube abducteur refoule l'eau dans le tuyau élévatoire jusqu'à ce que la caisse soit remplie d'air à la pression de la colonne ascendante. A ce moment, il faut faire rentrer de l'eau dans la caisse : pour cela, on ouvre un robinet placé à la partie supérieure du tuyau abducteur ; la pression atmosphérique se rétablit dans la boîte, ce qui permet à l'eau du puits de la remplir en ouvrant la soupape, et le même jeu recommence. Il faut avoir soin de munir le bas du tuyau d'ascension d'un clapet d'arrêt. De plus, la caisse doit avoir une capacité notablement supérieure à celle du tuyau d'ascension, afin qu'on n'ait pas besoin d'interrompre souvent le mouvement de la pompe pour rétablir la pression atmosphérique dans la caisse. Cette condition ne peut être pratiquement remplie que pour des appareils devant donner peu d'eau, comme les pompes d'économie domestique. Il est clair que le fonctionnement de l'appareil est indépendant de la profondeur, et qu'il suffit de lui donner des dimensions en rapport avec la hauteur d'élévation. Cette disposition est simple, peu coûteuse et commode. On peut craindre cependant que la pompe à air n'exige un grand soin pour conserver le piston étanche, ce qui est plus difficile quand on comprime de l'air. De plus, le rendement doit être très-faible, car, en ouvrant le robinet supérieur pour rétablir la pression atmosphérique, on perd instantanément un travail correspondant à celui nécessaire pour comprimer l'air dans la boîte à la pression de la colonne ascendante.

On peut aussi ranger dans la catégorie des pompes sans limite quelques-unes des machines que nous avons décrites précédemment : par exemple, les norias, le propulseur Durozoi, la chaîne Bastier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV

Pompes rotatives.

I. — *Pompes à piston tournant.*

L'inconvénient des pompes ordinaires résultant du changement de sens dans la marche de l'eau à chaque coup de piston, ce qui ne permet pas de marcher avantageusement à de grandes vitesses, a amené un certain nombre de constructeurs à les remplacer par des pompes rotatives. Elles consistent, pour la plupart, en une boîte cylindroïde dans laquelle se meuvent un ou plusieurs pistons tournants qui chassent l'eau devant eux, et munis de ressorts disposés de façon à empêcher la communication des tuyaux d'arrivée et de sortie. La pompe Stolz, par exemple, est construite sur ce principe. Elle peut être employée pour des appareils domestiques, à condition qu'on n'élève que des eaux limpides, et que la construction en soit très-soignée; le rendement est ordinairement faible.

La pompe Leclerc comprend, au lieu de pistons tournants, deux roues dentées s'engrenant dans la boîte, et chassant devant elles l'eau toujours dans le même sens; rendement très-faible.

Dans d'autres, un tuyau de caoutchouc, enroulé sur les parois de la boîte et rempli d'eau, est comprimé par un rouleau tournant autour d'un axe; ce système n'est applicable qu'en petit.

Il y en a d'autres qui se rattachent au même ordre d'idées que les précédents; ils ont tous le grand inconvénient d'être compliqués, coûteux de réparation, et de donner peu d'effet utile. Aussi les pompes rotatives sont-elles à peu près abandonnées, si ce n'est en Amérique. L'Exposition en offre une qui mérite une description à cause de son caractère d'originalité et de nouveauté. C'est la *machine rotative système Behrens*, construite par MM. Dart et Cie, de New-York (Pl. 183). Elle est présentée par l'inventeur à la fois comme moteur à vapeur ou à eau et comme pompe; mais c'est surtout comme appareil hydraulique qu'elle peut être appliquée avec avantage. Une boîte en fonte A, ayant intérieurement la forme de deux portions de cylindres parallèles se pénétrant (ainsi que l'indiquent les figures qui sont une coupe transversale), communique en B et D avec les tuyaux d'arrivée et de sortie. Deux arbres parallèles C, C' traversent les fonds de la boîte, ainsi que deux douilles fixes c, c'; ces arbres portent extérieurement des roues d'engrenage de même diamètre, de sorte qu'ils se meuvent en sens inverse et avec la même vitesse; à ces arbres sont fixés deux pistons E, E', ayant la forme d'une portion de couronne concentrique à l'arbre et à la paroi de la boîte A. La face extérieure et convexe de ces pistons lèche la paroi alésée des cylindres A, et leur face intérieure et concave glisse sur les douilles fixes c, c', entaillées de façon à laisser tourner les pistons sans permettre à l'eau de passer directement de B en D. Ceci posé, et la machine devant servir à élever l'eau, on fait tourner un des deux arbres C, C', dont les mouvements sont solidaires et entraînent en sens inverse les deux pistons E, E'. En examinant les figures qui représentent deux positions différentes des pistons, on voit que l'eau arrivant par B passera alternativement par les espaces annulaires a et a', saisie successivement par chaque piston pendant un demi-tour, tandis que l'autre piston, tout en continuant à tourner, fera fonction de paroi. (Nous avons supposé que l'eau arrivait par B, parce que la figure peut représenter l'appareil employé comme moteur; mais il est clair qu'il suffit de changer le sens du mouvement pour que l'eau entrant en D s'élève par le tuyau B.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la valeur de cette machine comme moteur, surtout comme moteur à vapeur; mais en tant que pompe, elle est très-applicable. Elle est simple, tient peu de place, peut marcher à grande vitesse et donne sans réservoir d'air un jet continu; mais elle exige une construction et un montage très-soignés. Il serait intéressant de connaître son rendement; nous n'avons pas pu nous procurer de renseignements sur ce point; nous savons seulement qu'elle est employée en Amérique dans des brasseries et sucreries, où elle peut élever des liquides épais et chauds (à condition sans doute qu'il n'y ait pas aspiration des liquides chauds). Celle qui figure à l'Exposition est montée sur le même bâti avec un appareil tout semblable, servant de moteur à vapeur.

II. — *Pompes centrifuges.*

L'idée d'employer à élever l'eau la force centrifuge résultant d'un mouvement de rotation remonte assez haut; mais M. Appold est le premier qui ait construit, dans de bonnes conditions, des appareils fondés sur ce principe, et des appareils si bien étudiés, qu'aujourd'hui les meilleurs sont ceux qui se rapprochent le plus de son modèle.

Les pompes centrifuges sont de véritables ventilateurs à eau, formés de palettes planes ou courbes tournant rapidement autour d'un axe vertical ou horizontal, et enfermées dans une boîte. L'eau, entrant par le centre de la roue, est repoussée par les aubes vers la circonférence, et refoulée ensuite dans le tuyau d'ascension. En même temps le départ de l'eau fait naître autour de l'axe une diminution de pression qui appelle l'eau du réservoir inférieur. L'eau montera d'autant plus haut que la vitesse de rotation sera plus grande. Un calcul simple fait voir la relation qui lie ces deux quantités. En appelant V la vitesse en mètres par seconde à l'extrémité des aubes, R le rayon extrême de ces aubes, N le nombre de tours par minute, P le poids d'eau qui passe par seconde, et H la hauteur d'élévation, on trouve (soit par l'expression de la force centrifuge, soit par celle de la puissance vive due à la vitesse V), abstraction faite des frottements, que le travail développé est

$$\frac{P V^2}{2g}.$$

Ce travail, multiplié par le coefficient de rendement, doit être égal au travail produit; soit PH,

$$K \frac{P V^2}{2g} = P H;$$

d'où
$$H = \frac{1}{2g} K V^2 = 0{,}051\, K V^2.$$

Si on veut faire entrer dans la formule le nombre de tours,

$$V = \frac{2 \pi R N}{60},$$

d'où
$$H = 0{,}00056\, K R^2 N^2.$$

Dans les meilleures pompes centrifuges, l'expérience donne :

$$K = 0{,}65;$$

d'où on tire
$$H = 0{,}034\, V^2 = 0{,}00036\, R^2 N^2.$$

La formule de M. Appold est

$$V' = 550 + 550 \sqrt{H'},$$

V' étant la vitesse à la circonférence en pieds anglais par minute, et H' la hau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur en pieds anglais; ce qui donne, pour la vitesse en mètres par seconde, H étant aussi exprimé en mètres :

$$V = 0^m,84 + 4,98\sqrt{H};$$

la formule que nous avons établie plus haut conduit à

$$V = 5,42\sqrt{H}.$$

Ces deux valeurs de V s'accordent sensiblement pour les valeurs ordinaires de H.

On voit que la vitesse de ces appareils est forcément considérable; aussi conviennent-ils surtout pour élever de grands volumes d'eau à une petite hauteur. Une augmentation de vitesse permet soit d'élever l'eau plus haut, soit d'augmenter le débit.

La hauteur d'aspiration doit être faible, parce que l'appel d'eau étant dû à l'excès de pression atmosphérique sur la pression au centre de la roue, il faut que cet excès communique à l'eau une vitesse assez grande pour satisfaire au débit; si cette condition n'est pas remplie, l'eau n'arrive pas en assez grande quantité, la machine se désamorce et ne fonctionne plus. Lorsque les circonstances le permettent, il est même bon d'éviter l'aspiration en plaçant l'appareil au-dessous du niveau du réservoir inférieur; on peut alors sans vider la pompe augmenter la vitesse de rotation.

Pour la bonne utilisation du travail moteur, il faut que l'eau ait une vitesse très-faible dans les tuyaux d'amenée et de refoulement et une grande vitesse dans la roue seulement. La forme des aubes doit être telle que les filets d'eau y entrent à peu près sans choc et surtout presque tangentiellement à la circonférence extérieure. Cette condition ne peut être réalisée que par des aubes courbes; c'est ce que confirment des expériences faites en 1851 lors de l'exposition de Londres, et dans lesquelles on plaçait successivement dans la même machine des roues à aubes courbes, à aubes planes inclinées sur le rayon, et à aubes planes dirigées suivant le rayon. Le rendement a été pour ces trois cas et pour des hauteurs de 5 à 6 mètres, de 0,67, de 0,42 et de 0,24.

Il importe en outre que le liquide, en passant de la vitesse très-faible qu'il a au centre de la roue à la grande vitesse de la circonférence, traverse des sections de plus en plus petites. Il faut également que les sections de passage aillent en augmentant depuis la sortie des aubes jusqu'au tuyau d'ascension. En rendant ainsi les sections inversement proportionnelles aux vitesses, on évite les remous et les tourbillonnements qui absorbent du travail. On peut arriver au premier résultat, soit en faisant varier l'épaisseur des aubes de manière à donner à leur partie concave une forme différente de celle de la partie convexe, soit, comme dans le ventilateur Lloyd, en faisant des aubes d'épaisseur uniforme et en diminuant la largeur dans le sens de l'axe de la roue à partir du centre; les aubes sont alors emboîtées dans deux parois formant une espèce de lentille renflée au centre.

Passons maintenant en revue quelques-uns des modèles de l'Exposition.

Pompes à force centrifuge de MM. Neut et Dumont, de Lille (Pl. 184). — Elles se rapprochent beaucoup du type Appold; l'eau amenée par la conduite C à la hauteur de l'axe se partage en deux courants *d* qui l'amènent au centre de la roue, laquelle est formée de deux joues *b* entre lesquelles se trouvent les aubes *c* dont quelques-unes se prolongent et se relient au moyeu, leur largeur diminuant du centre à la circonférence. Des cloisons circulaires *j* forcent l'eau sortant de la roue à suivre un conduit annulaire K, dont la section augmente progressivement jusqu'au tuyau d'ascension D, ce qui réalise *en partie* les conditions indiquées précédemment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le corps de pompe est formé de deux coquilles symétriques réunies par des boulons ; il est traversé par l'arbre horizontal X qui passe dans des boites à étoupes et porte la poulie de transmission G ; le tout repose sur une seule plaque de fondation I. L'entonnoir J sert à amorcer la pompe au début, l'orifice K′ donne issue à l'air qui pourrait se loger à la partie supérieure. Pour éviter les rentrées d'air par la boîte à étoupes, elle est mise en communication avec la colonne de refoulement par un tuyau constamment rempli d'eau. Enfin, en cas de rentrée d'air au centre par le tuyau d'aspiration, pour réamorcer la pompe sans avoir besoin d'arrêter, on a ménagé deux trous qui mettent le centre de la roue en communication avec l'intérieur de la chambre où l'eau est refoulée, ce qui force l'air à s'échapper.

Dans des expériences de rendement, une de ces pompes, ayant un diamètre de roue de 0m,300 avec des orifices d'aspiration et de refoulement de 0m,250 de diamètre, élevait 138 litres par seconde à la hauteur totale de 3m,50 ; la vitesse étant de 500 tours par minute, le rendement moyen a été de 57 pour 100.

Pompes centrifuges de MM. Gwynne et Cie, de Londres. — MM. Gwynne ont d'abord construit des pompes centrifuges dont les aubes étaient planes, dirigées suivant les rayons et munies d'un tuyau de circulation ; le rendement était très-faible, 19 pour 100. Plus tard, profitant des enseignements apportés par l'exposition de 1851, ils se sont rapprochés de la disposition Appold en courbant les aubes à leur extrémité de façon à les faire arriver presque tangentiellement à la circonférence du disque. C'est ce qui est indiqué sur la planche 140, qui représente une pompe de 0m.460 de diamètre. L'eau arrivant par H se partage en deux courants H′ et H″ qui entrent par le centre de la roue *k′ k″* pour sortir par la circonférence et se rendre de là au tuyau Z. Les aubes, au nombre de six, dont trois seulement se prolongent jusqu'au moyeu, sont en fonte de 14 millimètres d'épaisseur, recourbées et taillées en biseau à la circonférence extérieure de façon à n'avoir qu'un millimètre d'épaisseur à l'extrémité ; elles sont de plus un peu arrondies à l'entrée de l'eau, mais elles restent normales au moyeu, ce qui diminue l'effet utile par suite des chocs du liquide. La largeur des palettes et de leur enveloppe, d'abord uniforme, diminue ensuite jusqu'à l'extrémité, de façon à produire une section variant en sens inverse de la vitesse de l'eau à différentes distances du centre. A la sortie de la roue, l'eau parcourt d'abord un espace aannulaire qui la conduit au tuyau de refoulement ; un diaphragme G empêche le liquide de rentrer en partie dans cet espace annulaire, et un orifice donne issue à l'air qui tend à se cantonner en G.

Cette pompe a été soumise au Conservatoire des arts et métiers à des expériences de rendement. Le diamètre était de 0m.460. La hauteur d'aspiration était de 0m.80 et celle de refoulement de 9m.50. Le nombre de tours a varié de 630 à 700 par minute ; le maximum d'effet utile a été de 0.52, correspondant à 670 tours et à 7 litres d'eau élevée par tour ; le minimum, de 0.32, correspondant à 640 tours et 4l.75 par tour. Le rendement brut moyen peut être fixé à 0.45.

Les modèles sont très-variés de forme ; celui du Champs de Mars est mis en marche par un cylindre à vapeur à grande vitesse, à action directe, monté sur la même plaque de fondation que la roue.

Pompes centrifuges, système Bernays, construites par MM. Owens et Cie, de Londres. — Les constructeurs annoncent que la pression de la colonne de refoulement ne s'exerce pas tout entière sur les aubes, ce qui se traduit par une augmentation d'effet utile ; nous n'avons pu vérifier cette assertion, ni savoir comment ce résultat est atteint. La construction paraît bien entendue et permet la visite et le remplacement faciles des pièces ; le prix est relativement très-bas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les autres constructeurs qui exposent des machines analogues, nous citerons MM. Ruston Proctor et Cie, de Lincoln (Angleterre), dont la pompe porte une coquille en deux pièces à joint oblique pour faciliter le remplacement des pièces sans démonter les tuyaux ; MM. Audrews et Brothers, de New-York ; MM. Tilkin, de Liége, et Enthoven, de Bruxelles, dont les appareils ne nous ont pas paru présenter de particularités.

Pompes hélicoïdes centrifuges de MM. Coignard et Cie, de Paris (Pl. 168). — La disposition de ces pompes est toute spéciale ; les aubes de l'appareil Appold sont remplacées par deux pièces tournantes A que les constructeurs appellent hélices et placées symétriquement sur l'arbre D; l'eau, amenée par le tuyau L O au centre de la roue I, passe par les orifices F dans les hélices qui lui impriment une vitesse croissante jusqu'à la circonférence en G; de là, elle se rend par les conduits M dans le tuyau d'ascension commun N. Les petits orifices *a* servent à laisser échapper l'air qui peut se cantonner en haut de la pompe. La forme des hélices est telle que la section de passage diminue du centre à la circonférence, et augmente à la sortie par les conduits M jusqu'au tuyau de refoulement, de façon à varier en sens inverse de la vitesse. Cette condition est favorable au rendement, comme nous l'avons vu précédemment, mais les coudes brusques que l'eau est obligée de franchir en G, *e*, M, doivent produire une petite résistance fâcheuse. La construction est bonne, l'axe traverse deux presse-étoupes P dont on peut régler le serrage, et porte sa poulie de transmission ; le tout repose sur une plaque de fondation. Nous n'avons pas le chiffre de l'effet utile.

En résumé, les pompes centrifuges sont d'un bon usage quand la hauteur d'ascension n'est pas considérable. Elles ont l'avantage de se prêter en changeant la vitesse à des débits et même des hauteurs variables, elles sont faciles à installer et à transporter; enfin, l'absence de soupapes (sauf le clapet de pied quand il y a aspiration) permet d'élever des eaux impures; elles exigent toujours un moteur inanimé. L'inconvénient principal est la grande vitesse qui ne peut, sans détériorer les garnitures de l'axe, être augmentée au delà d'une certaine limite. On a essayé d'échapper à cette difficulté, pour les grandes hauteurs d'ascension, en plaçant sur le même arbre vertical plusieurs roues à force centrifuge ; l'eau refoulée par la première entrant dans l'axe de la seconde, qui la remonte à la troisième et ainsi de suite; il en résulte que l'accroissement de pression produit dans chaque roue s'ajoute aux autres, et que la pression finale pour une vitesse donnée augmente avec le nombre de disques. Cette idée ingénieuse a été appliquée d'abord par M. Gwynne ; il parvint ainsi à augmenter la hauteur d'élévation sans accroître la vitesse de rotation, mais aux dépens de l'effet utile. Il y avait en effet des pertes de travail au passage d'une roue dans l'autre, à cause des changements brusques dans les sections de passage et dans le sens de marche de l'eau. M. Girard a perfectionné la construction de l'appareil, et nous donnons (Pl. 139) les dessins de sa machine, qu'il a appelée turbine élévatoire. Elle se compose d'un certain nombre de couronnes semblables, superposées et calées sur un arbre vertical, le tout enfermé dans une enveloppe en fonte formant des cloisons entre les couronnes. L'eau arrivant par A est aspirée au centre B de la première couronne, et poussée par le chemin C D jusqu'au centre E de la deuxième qui la lance à son tour par B' D', et ainsi de suite jusqu'au tuyau de sortie E. Les courbures des aubes et de l'enveloppe sont bien étudiées, de façon à faire varier progressivement les sections de passage, suivant la vitesse que l'eau doit y acquérir, et diminuer ainsi l'effet des brusques changements de direction et de vitesse. Chaque couronne comprend 36 directrices courbes B, auxquelles font suite 12 canaux C. Les figures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 et 3 indiquent la forme de ces pièces suivant l'ancien et le nouveau tracé, ce dernier ne différant de l'autre qu'en ce que les angles sont plus arrondis et les sections de passage un peu modifiées. Comme détails de construction, on peut aussi noter la disposition du pivot et des colliers de l'arbre qu'on peut régler à volonté, le petit tube faisant communiquer les tuyaux de refoulement et d'aspiration pour empêcher le désamorçage par suite de rentrées d'air, la crépine T à l'aspiration, dont le but est d'arrêter les corps solides qui pourraient pénétrer dans les couronnes et produire des ruptures.

Dans les expériences faites sur cette machine au Conservatoire des arts et métiers, la hauteur d'aspiration était de $1^m.74$, et celle de refoulement a varié de 4 à 10 mètres. Voici les moyennes des résultats pour l'ancien modèle et le nouveau perfectionné à la suite des premiers essais.

	Ancien modèle.			Modèle perfectionné.		
Nombre de tours par minute....	250	330	420	300	400	400
Hauteur de refoulement.....	4^m	7^m	10^m	4^m	$4^m.20$	$7^m.00$
Volume d'eau élevé par miute..	2100 à 3100 litres.			2800 à 4000 litres.		
Rendement.....	0.28 à 0.30			0.35 à 0.40		

Ces chiffres montrent que, pour une hauteur de refoulement déterminée, la vitesse est notablement inférieure à celle d'une pompe centrifuge à un seul disque; mais cet avantage n'est obtenu que par une perte considérable dans le rendement, et en outre la machine est plus pesante, par conséquent plus chère et d'un emploi moins commode. Aussi cette turbine élévatoire n'est pas entrée dans la pratique.

Nous répéterons, en terminant, ce que nous disions au commencement de cette étude : la difficulté d'obtenir des renseignements techniques sur certains appareils ne nous a pas permis de la faire plus complète, malgré notre désir de ne rien omettre d'intéressant.

E. BELIN, Ingénieur civil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LII

LA CHASSE ET LA PÊCHE.

PAR M. A. JEUNESSE.

I

Il y aurait puérilité à vouloir démontrer que la chasse et la pêche, — qui n'est qu'une espèce particulière de chasse, la chasse au poisson, — sont des arts ou des industries remontant à l'origine des sociétés, ou, pour mieux dire, à l'origine même de l'humanité. La Bible nous montre Dieu donnant à Adam l'empire sur les animaux; les premiers hommes se couvrent de peaux de bêtes; au moment du déluge biblique, Dieu ordonne à Noé de sauver les animaux, afin que l'homme entende *qu'ils sont faits pour lui*; et enfin, dès que les eaux se sont retirées de la terre, les herbes et les fruits n'ayant plus leur première force, il faut donner aux hommes une nourriture plus substantielle dans la chair des animaux : il y a bientôt des chasses réglées, et Nemrod, qui *fut un grand chasseur aux yeux de Dieu*, devient le premier roi, en s'emparant du pouvoir à l'aide de jeunes gens qu'il avait endurcis par les exercices pénibles de la chasse.

Plus tard, Moïse proscrit la chasse : « Cette occupation, dit-il, n'est digne que de païens. » En effet, la mythologie païenne divinise l'art de la chasse. Au moment de partir, le chasseur invoque Diane chasseresse; au retour d'une expédition heureuse, il lui offre des sacrifices et suspend dans son temple son arc, ses flèches et son carquois.....

Voyons l'*Odyssée* : Homère nous montre Argus, le chien qu'Ulysse avait jadis élevé lui-même. « Longtemps sous les ordres d'une jeunesse ardente, cet animal fit la guerre à la race légère des daims, des lièvres et des cerfs. » Et plus loin : « En vain fuyait dans la profondeur des forêts la bête sauvage qu'il avait aperçue : il (Argus) n'en perdait point la trace. » Plus loin encore vient la description du manteau d'Ulysse : « Le devant du manteau était orné d'une riche broderie. Elle représentait un limier qui, tenant avec force entre ses pieds un faon marqueté, lançait d'avides regards sur sa proie toute palpitante. » Enfin le chant XIX nous décrit une chasse dans tous ses détails : « La meute, attirée par les traces d'un animal féroce, vole devant les chasseurs;... Ulysse agite un long javelot..... Les rapides pas des chasseurs et de la nombreuse meute retentissent à l'oreille de l'animal; etc. »

Plus tard, l'art de la chasse se perfectionne chez les Grecs et les Romains. Déjà Euripide, dans sa tragédie d'*Hippolyte*, nous raconte une partie de chasse. Dans sa pièce du même nom, Sénèque le Tragique, quatre siècles plus tard, nous transporte dans les champs de Phlyéus : « Là se tient un sanglier terrible, l'effroi des laboureurs et connu par ses ravages. Lâchez la corde aux chiens qui courent sans donner de la voix; mais retenez les ardents molosses et laissez les braves crétois s'agiter avec force pour échapper à l'étroite prison de leur collier. Ayez soin de serrer de plus près ces chiens de Sparte : c'est une race hardie et impatiente de trouver la bête. Le moment viendra où leurs aboiements devront retentir dans le creux des rochers. Maintenant ils doivent, le nez bas, recueillir les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parfums, chercher les retraites en flairant, tandis que la lumière est encore douteuse, et que la terre, humide de la rosée de la nuit, garde encore les traces. Que l'un charge sur ses épaules ces larges toiles ; qu'un autre porte ces filets. Armez l'épouvantail de plumes rouges, dont l'éclat, troublant les bêtes sauvages, les poussera dans nos toiles. Toi, tu lanceras les javelots ; toi, tu tiendras des deux mains le lourd épieu garni de fer, pour t'en servir au moment ; toi, tu te mettras en embuscade, et tes cris forceront les bêtes effrayées à se précipiter dans nos filets ; toi, enfin, tu achèveras notre victoire en plongeant le couteau recourbé dans le flanc des animaux. »

Enfin, comme ayant précédé les auteurs si nombreux qui, au moyen âge, ont écrit sur la chasse, citons Oppien (deuxième siècle), auteur d'une poésie en cinq chants sur la pêche, *Halieuticon ;* l'autre en quatre, sur la chasse, *Cynegeticon.*

Remarquons que les Romains étaient loin d'être d'accord sur la manière d'envisager la chasse : Salluste dit que ceux qui se respectaient n'y employaient que des esclaves, tandis que Sylla, Sertorius, Pompée, Jules César, se livraient à la chasse avec ardeur. Plutarque nous apprend même un trait caractéristique de Pompée : après s'être avancé pendant plusieurs journées en Numidie, domptant et assujettissant tous les barbares qui se trouvaient sur son passage, le jeune héros s'écria que même il ne fallait pas laisser les bêtes sauvages répandues dans ces vastes déserts, sans leur faire éprouver la force et la fortune des Romains, et, avec son armée, il organisa des chasses gigantesques contre les lions et les éléphants de la Numidie [1].

Avançons de quelques siècles : la chasse devient un apanage si particulier à la noblesse, « qu'ayant négligé tout autre état, elle ne s'est plus connue qu'en chevaux, en chiens et en oiseaux. » Un noble-homme du moyen âge pouvait se faire gloire en déclarant fièrement qu'il était de trop haut lignage pour savoir signer son nom ; mais il se fût cru déshonoré s'il n'avait pas su distinguer, par exemple, les quatre sortes de *pennages* d'un oiseau de proie, à savoir : 1° le *duvet,* qui est comme la chemise d'un oiseau proche sa chair ; 2° la *plume menue,* qui couvre tout son corps ; 3° les *vanneaux,* qui sont les grandes plumes de la jointure des ailes ; 4° enfin, les *pennes,* qui s'étendent jusqu'à la penne du bout de l'aile, qu'on appelle *cerceau.*

Il est curieux de voir jusqu'où pouvaient s'étendre les droits seigneuriaux en ce qui concerne la chasse. Dans certains pays, le seigneur forçait le paysan à chasser pour son maître et à acheter ensuite de son argent le gibier qu'il avait pris. Nous ne parlerons pas des peines infligées à ceux qui violaient le droit de chasse ; rappelons seulement qu'un homme fut condamné à être attaché vif sur

1. Les Romains avaient une chasse qu'ils nommaient *amphithéâtrale*, et qui se faisait dans les cirques.

« On lâchait, dit l'*Encyclopédie*, toutes sortes d'animaux sauvages qu'on faisait attaquer par des hommes appelés de cet exercice *bestiaires*, ou bien ils étaient tués à coups de flèches par le peuple même... L'an de Rome 502, on y conduisit 142 éléphants... Auguste donna dans une seule chasse amphithéâtrale 3500 bêtes. Scaurus donna une autre fois un cheval marin et cinq crocodiles ; l'empereur Probus mille autruches, mille cerfs, mille sangliers, mille daims, mille biches et mille biches sauvages. Pour un autre spectacle, le même prince avait fait rassembler cent lions de Lybie, cent léopards, cent lions de Syrie, cent lionnes et trois cents ours... » Ces énumérations donnent une idée du développement qu'avait dû prendre la chasse, pour qu'on pût, à un moment donné, réunir un si grand nombre de bêtes sauvages.

C'est dans ces chasses amphithéâtrales, qu'à l'époque des premières persécutions les chrétiens furent *exposés aux bêtes*, d'après l'expression consacrée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un cerf, pour avoir chassé un de ces animaux, et notons, comme curiosité historique, qu'un concile de Tours, convoqué sous l'autorité de Charlemagne (813), défendit aux ecclésiastiques d'aller à la chasse, de même que d'aller *au bal et à la comédie*, ce qui, par parenthèse, prouve que le goût des représentations théâtrales est plus ancien en France qu'on ne le croit généralement. Du reste, — et ceci constitue une anomalie dans la législation d'un État voisin, qui a la prétention d'être le pays libre par excellence, — les lois sur la chasse édictent contre les braconniers, en Angleterre, des peines qui rappellent les plus mauvais temps de la féodalité.

Nous sortirions du cadre de ces *Études*, si nous essayions de décrire les différentes espèces de chasse ; bornons-nous à rappeler que, parmi ses auxiliaires dans la poursuite des animaux, l'homme ne compte pas seulement le chien, le cheval, l'éléphant, mais qu'il a su même dresser le faucon à aller chercher sa proie dans les airs. Aujourd'hui encore, la fauconnerie est en honneur dans le royaume des Pays-Bas.

L'introduction des armes à feu a dû naturellement amener une grande modification dans les procédés de la chasse, en permettant d'atteindre le gibier à une grande distance ; de nos jours, le perfectionnement de ces armes, l'emploi des balles coniques, des balles explosives, ont été de nouveaux progrès qui ont donné le moyen de faire la chasse avec plus de succès aux bêtes fauves et, — nous le verrons plus loin, — aux monstres marins.

Ceci nous amène à dire aussi quelques mots de la pêche, qui constitue une véritable industrie pour les peuples civilisés, et qui est, pour ainsi dire, l'unique base de l'alimentation de peuplades tout entières.

La pêche aux filets et à l'hameçon a dû être pratiquée depuis les temps primordiaux, le filet primitif ne consistant qu'en une espèce de poche, l'hameçon dans l'épine d'un arbre ou l'arête empruntée à un poisson flottant mort sur la rivière. C'est graduellement que ces instruments ont été perfectionnés d'après les ressources que la nature offrait aux pêcheurs ou les modifications que l'expérience leur indiquait. Telle tribu des bords de l'Amazone ou de l'Orénoque confectionne des lignes dont les meilleurs faiseurs de l'Angleterre et de la France envient la flexibilité et la force, et les nègres de certaines côtes d'Afrique préparent des appâts qui attirent en foule les poissons de l'Océan, alors que les pêcheurs européens, dans les mêmes parages, reviennent souvent avec leurs filets à peu près vides. Il nous paraît donc plus intéressant d'examiner les produits donnés par la chasse et la pêche que de suivre en détail les perfectionnements introduits dans les instruments employés ; d'ailleurs l'examen des engins qui ont figuré à l'Exposition nous permettra de revenir sur cette question.

I. — La Chasse.

Nous ne nous arrêterons pas sur l'armurerie, qui fait l'objet d'un travail spécial dans ces *Études*. Notons seulement que le jury a décerné la médaille d'or aux expositions collectives des industries armurières de la ville de Paris, de la ville de Liége, des États-Unis, de la ville de Saint-Étienne et de la ville de Solingen (Prusse). Les perfectionnements constatés se résument en quelques points : armes plus légères et présentant à la fois plus de solidité, portée plus grande, tir plus juste, diminution des chances d'accident, chargement plus rapide.

Quant aux appareils et engins de chasse, si nous n'avons à signaler rien d'absolument nouveau, nous indiquerons cependant la réunion d'articles de chasse de MM. Bluteau-Venier (de Loches) Boche, Lallemand, Lespiaut, Toft (de Paris), et Hubermann (de Vienne, Autriche). Il y avait là de quoi faire rêver un disciple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Saint-Hubert, même pendant les temps prohibés. Nous citerons aussi les costumes et vêtements exposés dans d'autres sections, et permettant d'affronter les vents et les pluies, pendant que des chaussures solides donnent le moyen de traverser les sols les plus marécageux et de gravir les rocs les plus abruptes.

Produits. — Les produits de la chasse tiennent une place notable dans les transactions internationales : la valeur des pelleteries d'abord figure sur les tableaux du commerce des différentes nations pour des sommes considérables ; puis viennent les produits accessoires, qui sont rangés sous la même catégorie, les plumes, les duvets, les crins. Les queues et crins de cheval, pour ne citer qu'un exemple, dont le gouvernement de la république Orientale de l'Uruguay avait exposé divers échantillons dans la classe 42, donnent lieu annuellement dans cette seule république à une exportation qui s'élève en moyenne à 450,000 kilogr., dont plus de 200,000 kilogrammes trouvent leur placement en France, pendant que l'État voisin, la république Argentine, exporte aussi en une année plus de 3 millions de livres de crins, c'est-à-dire un contingent de plus d'un million et demi de kilogrammes. Nous aurons donc à examiner les produits de la chasse dans divers pays.

Russie. — Voici une note que nous extrayons de l'*Aperçu statistique des forces productives de la Russie* publié par la commission russe de l'Exposition.

« La chasse constitue, dans le nord et dans le nord-est de la Russie d'Europe, une industrie à part, qui fournit un article assez important au commerce intérieur. On chasse le gibier presque dans toute la Russie d'Europe ; mais ce n'est qu'au nord, c'est-à-dire dans les gouvernements d'Arkhangel, d'Olonetz et en partie dans ceux de Novgorod, de Tver et de Saint-Pétersbourg, que les produits de la chasse ordinaire sont assez considérables pour rendre avantageuse l'exportation du gibier. Les gouvernements d'Arkhangel et d'Olonetz en fournissent aux autres gouvernements de la Russie pour une somme de 100 à 150,000 roubles (600,000 francs). Dans les gouvernements d'Arkhangel, de Vologda, de Viatka et de Perm, ainsi qu'à la Nouvelle-Zemble, c'est la chasse des bêtes à fourrures qui rapporte annuellement de 3 à 400,000 roubles (1,200 à 1,600,000 francs). On chasse, dans cette partie de la Russie, l'ours, le loup, le blaireau, le renard, l'écureuil et beaucoup d'autres animaux dont les peaux se vendent à des prix fort différents. En général, le produit de la chasse diminue chaque année.

« Ce sont la Sibérie et les possessions de la Compagnie américaine qui produisent la plus grande partie des fourrures pour le commerce. En Sibérie, certaines tribus payent les impôts en fourrures. Cet impôt en nature constitue un revenu privé de S. M. l'empereur, et, par conséquent, les plus belles fourrures ne figurent pas dans le commerce. Outre cet impôt, la Sibérie fournit des peaux de zibelines, d'hermines, de martres, de petits-gris, de renards et de rats musqués pour la somme de 200,000 roubles (800,000 francs). La Compagnie américaine, qui a le monopole de la chasse dans les possessions russes de l'Amérique du Nord, vend annuellement pour environ 250,000 roubles (1 million de francs) de fourrures. Les peaux de loutres, de renards, de martres et surtout de castors de mer, sont les principaux articles du revenu de la Compagnie qui le voit diminuer chaque année. Autrefois on tuait jusqu'à 40,000 pièces par an ; aujourd'hui la moyenne annuelle est à peine de 20,000 pièces. Somme totale de la valeur des produits de la chasse : à peu près 1 million de roubles (4 millions de francs). »

Parmi les produits qui figuraient au Champ de Mars, il y avait une moins grande quantité de fourrures qu'on aurait pu le supposer d'après l'importance de la production ; mais, par contre, celles qui étaient exposées étaient remarquables les unes par leur richesse, les autres par leur bon marché. Nous avons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

admiré les pelleteries et fourrures qui ont valu à M. Serge Belkine, de Moscou, une médaille d'argent, mais qui étaient exposées dans la classe 35, celle des vêtements. M. Belkine qui a un établissement important donnant lieu à une production annuelle de 600,000 francs exposait une pèlerine, avec manchon et gorgerette en zibeline, du prix de 1,000 roubles (4,000 fr.), et une pelisse en renard noir de 2,000 fr. Pour les pelleteries riches, nous avons aussi remarqué dans la classe 42, les zibelines de Iakoutsk, exposées par M. Khaminoff, d'Irkoutsk, et cotées 350 fr., et les peaux de zibeline de Sibérie, exposées par M. Leptchikhof, cotées 240 fr.; par contre M. Baramiguine, de Kalyn (Sibérie) nous montrait des fourrures diverses de Sibérie dont les prix variaient de 1 fr. 60 à 12 fr., et M. Vokoueff de Siziab (Arkhangel), exhibait une peau de renard polaire blanc marquée 3 fr. 20. Comme rareté nous avons noté une peau de renard bleu, du prix, il est vrai, de 48 francs. Ce renard bleu était exposé par M. Sotnikoff, à Tourdakhasisk, gouvernement d'Enissei (Sibérie). Enfin nous avons trouvé dans la classe 46 toute une collection de fourrures : renard, zibeline, martre, skons, écureuil (petit-gris), renne, licorne, etc., qui a valu à son propriétaire M. Schraplan, de Moscou, une médaille de bronze.

En somme, comme nous l'avons dit, les fourrures très-riches étaient l'exception, et cela s'explique peut-être par la circonstance que nous avons rapportée : c'est que les plus belles fourrures ne figurent pas dans le commerce.

D'autres produits qui se rattachent à la chasse et qui présentent une grande importance étaient richement représentés. Ainsi il y avait de nombreuses soies de porc de différentes espèces et qualités, des colles, des duvets de chèvre, des poils de chameau. La fabrication de la colle et d'objets en crins, cornes et os, et le travail de la soie de porc représentent annuellement une valeur de plus de 6 millions de francs. L'administration des Cosaques de l'Oural, qui exposait des peaux de cygne, etc., produit annuellement à elle seule pour une valeur de 272 millions, représentés par 500 peaux de cygnes, 5,000 kilogrammes de duvet de chèvre, 8,200 kilogrammes de poils de chameau et 327,600 kilogrammes de laine djebaga (laine de mouton kirghiz)[1].

Parmi les engins et instruments de chasse de la Russie, nous ne devons pas

1. En fait de gibier proprement dit, sauf quelques gélinottes dégustées au restaurant russe, nous n'avions noté que le gibier conservé en boîtes de fer-blanc, exposé par M. Florio Catani, à Helsingfors (Finlande), et au moment même de l'Exposition nous ne nous doutions pas du rôle important que le gibier russe allait bientôt jouer dans l'approvisionnement des marchés français.

Voici une note que nous empruntons au *Moniteur universel* :

« Le gibier russe entre décidément dans la consommation journalière de la capitale. Chaque marché des Halles centrales en est pourvu assez abondamment. On le répartit de là sur les divers marchés de Paris et chez les principaux marchands. Déjà des envois sont faits en province.

« Chaque arrivage de ce gibier attire non-seulement les marchands, mais encore une foule de curieux qui cherchent à pénétrer dans l'enceinte où se fait la vente. Il y a en effet un certain intérêt à voir déballer ces paniers de forme inconnue, qui en Russie servent de berceaux aux enfants de la campagne, sont tressés en lames de sapin très-minces, très-larges et très-flexibles, et laissent découvrir sous des couches successives d'avoine ces oiseaux étrangers dont quelques-uns arrivent des régions polaires.

« Le public, aujourd'hui à même d'apprécier les avantages de ce gibier, ne se doute pas des difficultés extrêmes qu'on a à surmonter pour le faire parvenir de Saint-Pétersbourg à Paris en cinq jours. Nous nous bornerons à énumérer ici les divers réseaux de chemin de fer qu'il a à traverser. Ce sont les chemins de fer russe, Est prussien, Berlin-Potsdam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

omettre de signaler une ceinture en cuir de phoque, avec accessoires pour la chasse à l'ours; des arcs pour la chasse aux zibelines, des cors de chasse pour *leurrer* le chevreuil; les armes de chasses très-originales mais très-fortes des Iakoutes.

Suède et Norwége. — La superficie des forêts de la Suède représente le tiers de la superficie totale de la terre ferme; il y a là treize millions d'hectares couverts de bois. Les vastes régions forestières du Norrland sont parcourues par les ours, les loups-cerviers, les renards, les chevreuils, les hermines et les martres. Aussi l'industrie de la chasse présente-t-elle une certaine importance, surtout sous le rapport des fourrures qu'elle livre à l'exportation. Les forêts de la Norwége couvrent également une assez grande superficie. Mais les deux royaumes n'ont pas envoyé à l'Exposition des produits bien remarquables sous le rapport de la chasse; ils prennent d'ailleurs leur revanche dans la même classe lorsqu'il s'agit de la pêche. Cependant nous noterons les fourrures de M. Bergstroem, de Stockholm (l'Impératrice a acheté la magnifique peau d'ours blanc qui se trouvait dans la montre de cet exposant), et les pelleteries et fourrures norwégiennes de MM. Brandt, à Bergen, et Rustad à Drammen.

Danemark. — Nous avons particulièrement remarqué l'exposition de la direction royale du commerce du Groenland, consistant en peaux et autres produits groenlandais, tels que peaux de phoques, de rennes, d'ours blancs, de renards bleus et blancs, etc. Une médaille d'argent a été décernée. Il est remarquable que le Danemark, qui ne comptait que neuf exposants dans la classe 42, y a eu quatre distinctions : une médaille d'argent, celle que nous venons d'indiquer, une médaille de bronze pour les pelleteries et fourrures de M. Troll, une mention honorable pour les pelleteries de M. Bang; enfin une mention honorable pour les dents d'éléphant et la baleine imitée, sur laquelle nous aurons à revenir lorsque nous examinerons les produits de la pêche.

Nous trouvons dans l'exposition danoise plusieurs spécimens de l'édredon d'Islande. Le véritable édredon, on le sait, provient de l'eider, espèce de canard qui habite les mers glaciales et vit de poissons, de coquillages, de plantes marines et d'insectes. L'eider mâle est blanchâtre, à ventre et queue noirs; la femelle est grise, émaillée de brun. Ce palmipède niche sur des terres baignées par la mer, construit son nid de fucus et le recouvre de son duvet. C'est ce duvet qui constitue le véritable édredon.

Notons avant de quitter le Danemark l'équipement pour la chasse et la pêche au Groenland, exposé par M. Harboe. Cet équipement est de nature à faire réfléchir sur les conditions climatériques dans lesquelles doit se trouver un chasseur lancé à la poursuite du fameux renard bleu.

Angleterre. — Les chasses de l'Angleterre ont une grande renommée, mais ce sont là des plaisirs réservés à l'aristocratie qui est propriétaire du sol. Nous n'a-

Magdebourg, Magdebourg-Halberstadt, duché de Brunswick, Hanovre, Cologne-Minden, rhénan, belge, français (Nord).

« La saveur du gibier russe est en général très-prononcée. Des trois oiseaux importés, le plus délicat est sans contredit la gélinotte; sa chair est tellement imprégnée d'essences balsamiques, qu'elle en est comme parfumée.

« Nous avons dit que ce gibier arrive dans des couches d'avoine. Cet emballage à l'inconvénient d'être très-onéreux pour les frais de transport, mais il a l'avantage de maintenir le gibier dans un état de conservation inconnu jusqu'à ce jour.

« Quelques oiseaux dégarnis d'avoine par quelque accident de route arrivent parfois moins intacts ou même froissés; mais l'expérience a démontré que ces pièces n'ont en réalité rien perdu de leur fraîcheur et de leur bon goût. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vons donc rien, absolument rien à signaler dans la section anglaise, si ce n'est quelques fusils de chasse et des équipements de chasseur.

Les envois des colonies offrent un peu plus d'intérêt.

Dans le Canada nous trouvons des pelleteries et des fourrures apprêtées; des peaux de marsouin et de loup-marin, des collections d'oiseaux empaillés, et surtout des produits divers d'un même animal, l'orignal (espèce d'élan), dont on nous a montré le panache, le poil qui est employé dans la broderie, et le duvet; signalons aussi les queues de castor fumées qui sont, *dit-on*, fort estimées.

Le cap de Bonne-Espérance nous a montré des engins qui sont à la fois armes de guerre et de chasse; nous avons noté un arc, des flèches et des carquois; des massues de cornes de rhinocéros, des arcs et des flèches vénéneuses de Boshman; enfin des *asségaies* (javelines), et autres armes des Kaffres Amagalika, présentées, dit le catalogue, par le très-haut chef Fakee. Ce n'est pas sans émotion que nous avons considéré cet envoi : l'époque actuelle ne peut-elle pas s'enorgueillir de voir les Kaffres, les cannibales d'il y a vingt ans, prendre part à une exposition universelle, — comme nous devons être fiers des progrès accomplis lorsque nous voyons imprimer une grammaire par les mains du petit-fils d'un roi qui se glorifiait d'avoir mangé avec délices une cinquantaine d'Européens[1].

L'envoi des Indes est également remarquable par les armes du Bengale, de Bombay, de Madras; mais nous signalerons comme se rattachant davantage à notre sujet le magnifique lion et le tigre se disputant la carcasse d'un élan. Il y a là aussi des peaux et des fourrures de mammifères curieux, des cornes de buffles, de bisons, etc.

Parmi les envois de Natal nous avons remarqué des armes, des peaux d'antilopes, des crânes et des défenses de morses, de sangliers et de rhinocéros; puis des cornes de *Koodoo*, espèce de gazelle, de *gnu*, subdivision des cerfs, de *waterbock*, bouc des eaux, et d'une foule d'autres boucs ou gazelles, ou bocks, dont les noms paraissent ne pas exister en français puisque le catalogue (partie française), les nomme cornes de *gemsbock*, de *zwarte-wit pens bock*, de *rooibock*, de *sprink bock*, de *steenbock*, de *reentbock*, etc. Enfin Natal a voulu nous montrer aussi des os de pattes de girafes, des plumes d'autruche, des insectes, des coquilles, des nids de termites (les fourmis blanches qui exercent tant de ravages lorsqu'elles se réunissent pour percer toutes les parties boisées d'une habitation), et des peaux de serpent et de galago.

Comme conserves alimentaires, Natal exhibe du bittong, c'est-à-dire du gibier séché au soleil et que les Europeens mangent avec autant d'appétit que le font les indigènes.

La Nouvelle-Ecosse étale ses fourrures et ses pelleteries; Queensland ses peaux d'oiseaux au brillant plumage; l'Australie du Sud nous montre une tête de bélier cristallisée et un fourmillier naturel conservé dans l'alcool; Victoria, ses fourrures de dames faites de peau d'oppossum et ses plumes de casoar préparées et teintes.

France. — L'exposition de la France, si elle ne présente rien de remarquable au point de vue de la chasse qui s'exerce sur son territoire, témoigne d'un autre côté de l'art, du goût de ses fourreurs. Des huit médailles d'or décernées dans la classe 42, cinq ont été décernées à la France. Citons d'abord les fourrures et les pelleteries de MM. Revillion père et fils, et L'huillier et Grebert. MM. de Clermont et Asserman ont obtenu la médaille pour leurs poils destinés à la chapellerie.

1. Lorsque nous écrivions ces lignes, la famine n'avait pas encore poussé les habitants d'une colonie française à devenir anthropophages, et nous ne pressentions pas qu'en 1868 une mère algérienne mangerait ses enfants après les avoir tués!!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la chapellerie, mais nous noterons en passant un détail statistique que nous empruntons au rapport du comité d'admission de la classe 35 (habillements des deux sexes) :

« Les principales matières employées dans la fabrication des chapeaux sont : le poil de castor[1] et le poil de rat musqué, qui nous viennent du Canada ; le poil de rat gondin, qui se tire du centre de l'Amérique du Sud ; le poil de lièvre, fourni par la France, l'Allemagne et la Russie ; le poil de lapin, si abondant en France ; enfin des laines de diverses provenances, qui s'emploient dans les articles à bas prix. — La France fournit à elle seule plus de *soixante-dix millions* de peaux de lièvres et de lapins, et en exporte environ *trente-cinq millions*. Le prix moyen des peaux de lapin est à 40 francs les 104 peaux ; les peaux de lièvres valent à peu près un tiers en sus. »

La cinquième médaille d'or de la classe a été décernée à M. Verreaux pour ses préparations taxidermiques.

Nous mentionnerons encore, comme très-méritants, MM. Gon, qui avait exposé une toilette de satin blanc garni de zibeline d'un goût exquis, et Pfeiffer-Brunet, pour ses fourrures en astrakan et son manteau en zibeline.

L'*Algérie* avait envoyé quelques animaux empaillés ; mais nous avions espéré mieux d'une colonie où Jules Gérard et Bombonel ont des disciples courageux et habiles. Il est vrai que l'Algérie nous a envoyé de magnifiques plumes pour parure et de beaux spécimens de plumes de lit et des duvets provenant du chameau. Citons comme curiosité des œufs d'autruche travaillés sous diverses formes.

Belgique. — L'exposition de la classe 42 se bornait à des poils, des peaux préparées et teintes et des crins, et nous n'aurions pas à en parler si la commission belge n'avait elle-même pris soin de signaler que, dans les arrondissements de Gand et d'Audenaerde, on arrive, au moyen de couleurs appropriées et de différents dessins, à imiter avec les peaux en poils des animaux indigènes, les pelleteries étrangères d'un prix beaucoup plus élevé ; c'est ainsi que cette industrie occupe environ trois mille ouvriers, et que la plus grande partie de ses produits s'exporte vers les pays étrangers. La Russie notamment, en échange de ses martres véritables et de ses riches pelleteries, demande annuellement à la Belgique une grande quantité de fourrures communes.

Nous n'avons pas vu à l'Exposition de spécimen des résultats obtenus ainsi par l'apprêt, la teinture et le lustrage des peaux de lapins, de lièvres et de chats transformées en fourrures du Nord, mais nous avons remarqué les collections de poils de lapin et de lièvre de M. Dieudonné (Malines) qui exposait, dans la classe 35, trois chapeaux de prêtre, en feutre, fabriqués avec ces poils. Les cent vingt-quatre qualités différentes de poils coupés et préparés pour la chapellerie de M. Donner (Bruxelles), qui ont valu à cet exposant une médaille d'argent, et les échantillons de poils de lapin de M. Hesnault méritent aussi une mention spéciale. A propos de crins frisés pour étoffes de tout genre de MM. Vandecasteele et Dubar (Gand), nous ferons remarquer que la substitution du peignage mécanique au peignage à la main a puissamment contribué au développement de l'industrie de la préparation des crins en Belgique, et donne lieu annuellement à une exportation de crins bruts d'une valeur d'environ un million de francs ; ces crins sont réexportés après préparation, en laissant au pays le bénéfice de la main-d'œuvre. Quant à la préparation des soies de porc, nous n'avons rencontré qu'un seul exposant, M. Somzé-Maby (Liége), qui exhibait la matière première

1. Anciennement les castors étaient très-abondants en France. On les nommait bièvres (en allemand, on dit encore *biber*). Près de la petite rivière qui coule dans le faubourg Saint-Marceau, il y avait de nombreux castors : de là le nom de rivière de *Bièvre*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et une collection de brosses dont le prix variait de 10, 15, 20 centimes pièce à 100 francs. Ajoutons que dans les hauts prix ce n'est plus la qualité des poils que l'on payait.

Prusse. — Peu d'exposants, mais produits assez remarquables. Voici d'abord un élan, ce mammifère au pelage brun fauve qui tend à disparaître, et que l'on ne trouve plus que dans les forêts de la Prusse orientale, dans la forêt royale d'Henhorst, où il y en a encore environ quatre cents. L'exemplaire exposé par l'Académie royale agricole de Waldan, près Kœnigsberg, est aujourd'hui placé dans une des collections d'histoire naturelle si nombreuses en Prusse.

M. Gravert, de Berlin, exposait un lustre en cornes; il a fallu douze ans pour terminer ce chef d'œuvre de goût et de patience.

M. A. Nanny, fabricant d'articles de soies de porc, avait eu l'heureuse idée d'exposer un assortiment de ces soies par ordre systématique de leur élaboration, commençant par les soies brutes pour finir par les articles fabriqués. — Il est remarquable que dans divers pays, dans les industries les plus différentes, la même idée progressive s'est produite chez plusieurs exposants : faire connaître au public la filiation du produit et lui montrer les diverses transformations que subit la matière première avant de devenir un article de commerce. M. Manny, nous regrettons de le dire, ne figure dans la liste des récompenses que pour une médaille de bronze.

Nous ne passerons pas sous silence MM. Rœders et Breiding, qui ont su créer deux grands établissements où les plumes et le duvet sont nettoyés par la vapeur.

Autriche. — La chasse a conservé une grande importance dans cet empire.

On n'évalue pas à moins de 50 millions de lièvres, 50 millions de perdrix, 5 millions d'oiseaux aquatiques, 50,000 chevreuils, 3,000 cerfs et 10,000 sangliers les produits de la chasse annuelle, représentant ensemble un poids de 75 à 80 millions de kilogrammes.

Naturellement les dépouilles de tous ces animaux alimentent un grand nombre d'industries. Citons un seul chiffre : en 1865, l'exportation des duvets s'est élevée à près de 2 millions et demi de kilogrammes.

L'exposition autrichienne ne présentait rien de bien remarquable. Nous citerons cependant quelques animaux empaillés provenant de l'administration des domaines, parce qu'ils nous donnent l'occasion de dire que l'empereur possède dans la haute Autriche d'immenses chasses où le gibier abonde.

Nous signalerons aussi de magnifiques duvets, surtout ceux provenant de la fabrique de Daniel Fleischl et Cie (Pesth), et quelques plumes de parure remarquables.

Pays-Bas. — Sur huit exposants de la classe 42, quatre ont été récompensés. Nous devons dire que nous avions noté comme remarquables les plumes de lit de M. Klutgen, de Rotterdam, et aussi, mais à un degré moindre, celles de M. Kratzenstein, d'Amsterdam. Les tapis et pelleteries de M. Greeve, d'Amsterdam, et ceux de M. Deventer, d'Utrecht, ont obtenu une mention honorable, et ils ont mérité cette distinction, — mais nous trouvons que le jury s'est montré très-large envers la Hollande.

Turquie. — L'exposition turque est fort riche, mais surtout par la quantité de peaux exposées. La préparation ne répond peut-être pas à cette richesse, car le jury international n'a trouvé à décerner qu'une simple mention honorable à la Turquie pour les pelleteries et fourrures provenant de l'égalet de Trébizonde et exposées par le gouvernement ottoman.

Egypte. — Bien que les plaques osseuses qui recouvrent le crocodile le mettent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'abri de la balle, ce reptile meurt, si le chasseur sait l'atteindre au défaut de sa cuirasse écailleuse, c'est-à-dire au-dessus de l'œil. C'est donc parmi les produits de la chasse que nous avons dû classer ce cruel habitant des roseaux du Nil et de plusieurs fleuves de l'Amérique.

Le vice-roi d'Égypte avait enrichi l'Exposition de spécimens de plusieurs crocodiles de grandeurs et de couleurs diverses. Les anciens attribuaient des vertus particulières à la fiente de ces reptiles, et, s'il faut en croire Juvénal, les élégantes de Rome se servaient d'un blanc de fard qui n'était autre chose que la substance blanche qui se trouve au milieu de cette fiente à l'aspect verdâtre. Depuis la fermeture de l'Exposition, on paraît avoir trouvé une application plus rationnelle, mais il s'agit de la peau du crocodile dépouillée de ses écailles. Nous avons vu des jambières pour la chasse confectionnées avec cette peau, et le fabricant les garantit inusables.

L'Égypte nous avait aussi envoyé des têtes de rhinocéros, de sangliers d'Afrique, des défenses d'éléphants, des peaux d'hippopotames, de singes rouges, des plumes d'autruche, etc.

Etats-Unis. — Fourrures, pelleteries, oiseaux empaillés. Rien de remarquable, si ce n'est des fourrures de MM. Junther et fils, qui ont obtenu une médaille d'argent.

Nous n'avons rien de remarquable à signaler dans les expositions des autres États.

II. — La pêche et les cueillettes.

La pêche, nous l'avons dit, est une grande industrie. Il n'y a pas bien longtemps de cela, — en histoire les siècles sont des années, — c'est la pêche qui faisait et défaisait la grandeur, ou, pour mieux dire, la puissance des nations.

Qu'était la Hollande? Un petit pays conquis pied à pied sur la mer, et que la mer veut reprendre chaque jour. Cependant un pauvre pêcheur, nommé Beukels, trouve ou retrouve[1] l'idée de vider un petit poisson, le hareng, de le conserver en l'*encaquant* avec du sel, et de faire ainsi d'un produit qui devait être mangé sur l'heure un produit alimentaire qui pourra être gardé pendant un temps indéterminé. Ce jour-là, la puissance maritime de la Hollande est fondée : c'est par milliers qu'on équipe les *buizen* qui vont pêcher le hareng dans le grand Océan ; c'est par centaines qu'on construit les *galiotes* qui doivent accompagner les pêcheurs ; c'est à 200,000 qu'arrive rapidement le nombre des marins qui prennent place sur ces différents navires, et bientôt la Hollande a une flotte formidable qui balaye les mers[2]. La France, l'Angleterre, la flotte espagnole qui avait orgueilleusement pris le nom d'*Invincible*, essuient successivement des défaites qui établissent la toute-puissance maritime de ce peuple avec lequel on ne croyait pas devoir compter avant l'encaquage du hareng.

Pourquoi cette transformation subite? C'est que la pêche forme le marin, et que c'est le marin qui fait la puissance des nations et leur donne le moyen de porter au loin les produits de leur sol et de leur industrie. Examinons donc l'importance actuelle de la pêche pour les principaux États.

France. — Nous trouvons des renseignements exacts dans la *Statistique des pêches*

1. Nous disons retrouvé. Dès le treizième siècle des arrêts royaux réglementaient le commerce de hareng *salé*.

2. L'amiral Tromp arbora, un jour, un *balai* au grand mât de son vaisseau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maritimes de la France pour les années 1865 et 1866, publiés tout récemment par l'administration de la marine.

Nous y voyons qu'en 1865, la pêche de la morue, tant à Terre-Neuve qu'en Islande, a été exercée par 11,216 hommes répartis sur 433 navires; valeur des morues capturées : 12,434,268 francs.

La pêche du hareng, avec ou sans salaison à bord, a occupé pendant la même année 6,359 marins et produit 7,295,002 francs. Celle du maquereau a été faite par 1,182 hommes et a rapporté 2,185,931 francs.

Dans la même année, la pêche côtière a employé 57,104 marins, montant 15,321 bateaux; elle a produit 45,674,288 francs.

Les chiffres correspondants pour l'année 1866 sont : pêche de la morue, 11,065 hommes, 446 navires, 14,372,267 francs, valeur des produits de la pêche : — pêche du hareng, 6,649 hommes, 7,138,554 francs; — pêche du maquereau, 1,176 hommes pour la pêche avec salaison à bord, et 2,373,684 francs, valeur totale des produits de la pêche; — pêche côtière, 66,903 marins, 16,721 bateaux et 45,359,653 francs.

Nous nous bornons pour le moment à ces données statistiques, parce que le 1er juin prochain doit s'ouvrir au Havre une exposition maritime, qui nous permettra d'enrichir notre *Etude* de renseignements plus complets. Il faut bien l'avouer d'ailleurs, les pêches maritimes et fluviales de la France n'étaient pas représentées avec le développement qu'elles comportent dans l'Exposition du Champ de Mars : un travail complémentaire sur cette industrie — considérable par les intérêts qu'elle représente et par les progrès qu'elle a réalisés dans ces dernières années — aura sa raison d'être, et le directeur des *Etudes sur l'Exposition* nous a gracieusement concédé le délai nécessaire pour compléter nos renseignements par l'examen de l'ensemble que nous promet l'exposition du mois de juin.

En attendant, nous continuons la revue des principaux Etats qui étaient représentés au Champ de Mars. Nous ferons remarquer que les détails dans lesquels nous entrerons sur les pêches de la Norwége, en ce qui concerne la morue et le hareng, s'appliquent en grande partie aux pêches de même nature des autres nations et nous permettent de ne pas faire de répétitions inutiles.

Russie. — Comme nous l'avons fait pour les produits de la chasse, analysons les renseignements si précieux que renferme l'aperçu statistique des forces productives de la Russie.

La nature des lieux et le climat font de la pêche l'occupation principale d'une partie considérable de la population, de sorte qu'il y a des districts entiers où le poisson constitue presque la seule nourriture des habitants. Les rites de la religion grecque, observés strictement par le peuple, lui défendent l'emploi de la viande pendant quatre mois de l'année et occasionnent une consommation de poisson beaucoup plus considérable que dans d'autres pays. L'estimation de la quantité et de la valeur des produits ne saurait être qu'approximative; mais grâce à l'organisation originelle de cette branche de l'industrie, il y a moyen de déterminer assez exactement le produit des grandes pêcheries situées sur les bords de la mer Noire, de la mer d'Azoff et de la mer Caspienne, ainsi que sur les rives de la partie inférieure du Dniester, du Dnieper, du Boug, du Don, de l'Oural, etc. Ces pêcheries sont de vastes entreprises, organisées régulièrement à la manière des grandes fabriques, avec application du principe de la division du travail. Dès que la couronne ou le propriétaire a constitué une étendue quelconque du rivage en pêcherie, cette étendue est louée par des entrepreneurs qui construisent à leurs frais les bâtiments nécessaires pour loger les travailleurs, pour la salaison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le séchage du poisson, pour la fabrication du caviar, de l'ichthyocolle et de la *vésiga* (corde dorsale des grands *acipensers* préparée d'une certaine manière et très-recherchée pour la table). Les pêcheurs (souvent plusieurs centaines) sont loués à terme et divisés en séries, dont chacune a une mission et une occupation spéciale.

L'objet de la pêche est principalement le poisson *rouge*, c'est-à-dire l'*esturgeon* et ses variétés, comme le *bélonga* (*Acipenser naso*) et le *ssevrouga* (*A. stellatus*) ayant un poids de plusieurs centaines de *pouds*[1] et une longueur de 4 à 6 mètres. La mer Caspienne et le cours inférieur de la Koura, du Terek, du Volga et surtout de l'Oural (où la pêche constitue le privilége des Cosaques et se fait en commun d'après des règles fixées d'avance deux fois par an) rapportent annuellement une valeur de 42 millions de francs. Le Don, le Kouban et la mer d'Azoff donnent une valeur de 16 millions; les limons du Dniester, du Boug et du Dnieper présentent un revenu de près de 2 millions de francs; enfin la mer Blanche, l'embouchure de la Dwina et les parties de l'océan Glacial qui baignent les côtes de la Russie d'Europe, donnent en moyenne un revenu de 4 millions de francs, produit de la pêche du hareng, de la baleine et de la chasse aux morses. Somme totale des produits de la grande pêche, environ 68 millions de francs.

Le produit de la pêche de détail à l'intérieur ne peut être évalué exactement, vu que la consommation sur les lieux échappe totalement au calcul. Cependant le Peïpouss, le Volkhoff, la Svir, la Dwina et tous les lacs du Nord expédient des quantités considérables de poisson séché au four, salé et frais, pour toute la Russie d'Europe, et l'on peut estimer cette partie commerciale du produit de la petite pêche au moins de 8 à 12 millions de francs.

En comptant le produit de la pêche de l'intérieur, la valeur totale de cette industrie présente donc pour la Russie un minimum de 80 millions de francs.

Chose remarquable, les produits de la pêche dans la Russie d'Europe ne suffisent pas à la consommation intérieure. On importe annuellement, principalement de la Norwége, pour 6 millions de francs de harengs et pour 2 millions 300,000 francs de morue.

La pêche donne naissance à plusieurs genres d'industries qui jouent un rôle assez important. On fabrique du caviar (rogues d'esturgeons salées) pour environ 10 millions de francs (plus de 3 millions de kilog.); la fabrication de l'ichthyocolle produit 80,000 kil. présentant une valeur de 2,400,000 francs. Enfin la fabrication de la *vésiga* représente une valeur de 500,000 francs. On exporte pour 1,500,000 francs de colle et pour 5 à 600,000 francs de caviar, ensemble 2 millions de francs.

Si nous en exceptons le magnifique ouvrage et l'album sur les pêches russes exposés par le ministère des Domaines de l'empire russe, il n'y avait dans l'exposition russe que peu de choses de nature à faire soupçonner l'existence de la grande industrie dont nous venons d'esquisser les détails. On y avait réuni des engins de pêche n'offrant rien d'extraordinaire, représentant plutôt des imitations des engins de la Suède et de la Norwége que des créations nouvelles. Nous citerons comme singularité un filet en courroies de phoque employé par les Tchoukts pour la pêche des phoques.

Parmi les produits que nous ne rencontrerons point ailleurs ou du moins bien rarement, nous remarquons des dents de morse, des colles d'esturgeon, de sterlet, de silure; des graisses de sandat, d'esturgeon et de hareng; de nombreux échantillons de viaziga (tendons d'esturgeons séchés), de l'huile de phoque rouge et blanche, enfin des lamproies séchées employées par les indigènes du Caucase

1. Le poud = 16k,38; ce sont donc des poissons pesant 4 à 5,000 kilogrammes !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'éclairage. Notons encore les queues d'écrevisses séchées exposées par M. Aboukhoff, à Aleschki, gouvernement de Tauride. La pêche aux écrevisses a acquis de l'importance. Elle se fait dans les petites baies de la rivière Konki. Une livre de queues d'écrevisses séchées contient 300 pièces, d'après le catalogue russe. Le poisson salé joue d'ailleurs un assez grand rôle dans l'alimentation, et l'on sale en Russie des espèces qui ne subissent pas un semblable mode de conservation dans d'autres pays. Voici quelques espèces avec leur prix de vente :

Poisson salé et séché à l'air.

Sandats	par 16k.40	6f
Brèmes	—	5
Voblys (leuciscus grislagine)	—	1 .20
Brochets	—	6
Cingles	—	2
Chabots	—	2
Sertes	—	1 .60
Harengs de la mer Caspienne, *le mille*		50 .00

(Ces produits figuraient dans l'exposition de M. Kojevnikoff, d'Astrakan).

Dos essoré (*balyk*) d'esturgeon,	par 16k.40	52f
— d'esturgeon stellifère	—	48
— de dauphin blanc	—	48
Ventre d'esturgeon	—	24
Sandats séchés à l'air, *le mille*		240
— fumés	—	260
Caviar pressé, du mois d'avril,	par 16k,4	64
— de l'été	—	60
— de sandat	—	10

(Exposés par l'administration des Cosaques de la mer Noire, à Ekaterinodar).

Un dernier détail : M. David Lebedeff, à Nicolaev, gouvernement de Kherson, a exposé du poisson salé (*alausa cultiventris Nord*), dont le prix indiqué est de 10 fr. par 16 kilog. 40, soit de 60 cent. le kil. L'établissement de pêcherie de M. Lebedeff est situé sur le Boug. La pêche a lieu en automne, sur un espace de 12 verstes (moins de 13 kil.). La salaison se fait à Nicolaev et dure depuis le 20 octobre jusqu'au 15 novembre. La production annuelle, 659,000 kil., est consommée dans les gouvernements du sud de la Russie.

Nous notons aussi des perles fines, pêchées dans la rivière de Svarto, et notre étude comprenant les cueillettes, nous signalons l'écorce de bouleau qui fournit un excellent tannin, dont on se sert en Russie pour la préparation des cuirs fins; le lichen d'Islande, employé par la médecine contre les maladies de poitrine, et la mousse *permelia saxatilis*, qui fournit une si belle couleur aux teinturiers.

Danemark.— Ce royaume n'attribue qu'une valeur de 4 millions aux produits de la pêche. Deux exposants seulement avaient envoyé des filets et appareils ; ils ont été médaillés tous les deux : le premier, M. Andersen, à Thisted (médaille d'argent), avait des filets descendant au fond, qui ont été surtout remarqués ; le second, M. Fudler, à Stenede (médaille de bronze), avait des nasses spéciales pour anguilles.

Parmi les produits de la classe 42 nous avons noté des objets en peau d'anguilles, des huiles de requin et de cachalot. Nous nous sommes promis de revenir sur l'exposition de M. Schwartz, dont la baleine imitée a eu une mention honorable : il s'agit de rotin préparé que l'exposant nomme cétaune et qui remplace la baleine ; après une préparation qui la rend souple et l'empêche de se fendiller, on lui donne la façon que l'on veut, soit plate pour robes, soit cannelée pour parapluies ; une imprégnation de stéarine la protége contre l'humidité, et l'écorce laissée intacte sur tout le pourtour en assure la solidité et la résistance.

Suède et Norwège.—Comme en Russie, le produit des pêches forme dans plusieurs des contrées maritimes de la Suède la partie principale de la subsistance des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

populations. La pêche du hareng surtout y donne d'excellents résultats, et si les harengs ne sont plus dans l'Oresand, le détroit qui sépare la Suède du Danemark, en assez grande quantité pour y entraver comme jadis la marche des bateaux pêcheurs, ils y sont toujours encore assez nombreux pour donner lieu à des pêches fructueuses.

Mais la pêche prend de tout autres proportions en Norwége. C'est par plusieurs millions que s'y chiffrent les produits des différentes pêches. Voici le tableau statistique de l'exportation annuelle :

Harengs d'hiver, 600.000 barils à 18 fr.	10.800.000
Harengs d'été, 200.000 barils à 20 fr.	4.000.000
Klipfish (morue salée) 22.000.000 kil. à 40 fr. les 108 kil.	8.800.000
Stockfish (morue séchée), 12.000.000 kil. à 30 fr. les 100 kil.	4.200.000
Poissons salés, 60.000 barils à 20 fr.	1.200.000
Huiles de foie de poisson, 60.000 barils à 90 fr.	5.400.00
Rogues de poisson, 35.000 barils à 50 fr.	1.750.000
Homards, 2.000.000 à 30 centimes la pièce.	600.000
Poissons frais.	1.000.000
Guano de poisson, 35.000 kil. à 20 fr. les 100 kil.	70.000
	37.820.000
En outre, la consommation du pays peut être évaluée à....	12.000.000
De sorte que le produit total des pêches s'élève à environ...	50.000.000 fr.

L'importance des pêches de la Norwége justifie les détails dans lesquels nous allons entrer et que nous empruntons à un travail publié en vue de l'Exposition par M. Herman Baars, négociant à Bergen [1]. L'auteur nous décrit d'abord les grandes pêches de morue de Lofoten que l'histoire locale mentionne à partir du neuvième siècle et dont l'origine remonte aux temps les plus anciens. C'est elle aussi qui occupe le plus grand nombre de marins. Presque toute la population des côtes, entre l'embouchure du Trondhjemsfjord et la ville de Tromso y prend part, malgré la saison où elle se pratique, et l'inconvénient grave, pour la majorité des pêcheurs, d'un trajet de 5 à 600 kilomètres avant d'atteindre les bancs.

Nous ne résistons pas au plaisir de citer textuellement la description suivante de M. Baars:

« Les armements pour la pêche de la morue aux îles Lofoten s'effectuent vers la fin de décembre et au commencement de janvier. Entrez dans les petites maisons des pêcheurs de Nordland après la fête de Noël. Toutes les familles sont occupées des préparatifs du départ. Les femmes disposent les vivres, qui consistent en pain d'avoine et de seigle, farine d'orge, beurre, fromage, viande séchée et bouillie, etc.; elles raccommodent les vêtements; elles donnent leurs soins, en un mot, à tout ce qui intéresse l'équipement et l'aliment des hommes, tandis que ceux-ci travaillent à réparer les engins et à remettre en état les bateaux. Quand on a ainsi tout apprêté, on n'attend plus qu'un vent favorable pour partir, et chaque matin le pêcheur anxieux interroge le ciel et l'horizon pour en tirer l'espoir d'une bonne brise pour le jour. La voilà enfin qui se lève! En un moment, le bateau est mis à la mer, les vivres et les engins sont placés à bord, les pêcheurs embrassent leurs femmes et leurs enfants, on hisse la voile et le bateau léger vole vers Lofoten!

1. *Les pêches de la Norwége*, par Herman Baars, négociant à Bergen, commissaire spécial de la Norwége pour les pêches et la navigation, à l'Exposition universelle de 1867, à Paris, in-8°, de 61 pages, avec tableaux statistiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les grands bateaux de Nordland, qui se rendent à Lofoten, ont de 36 à 40 pieds de longueur et de 9 à 9 pieds 1/2 de largeur; la hauteur de leur quille jusqu'au plat-bord est de 3 pieds et celle du mât de 24 pieds. Ils sont tous construits en bois de sapin, avec des planches très-minces et placées à clains. Ils n'ont pas de pont et ne portent qu'une seule voile carrée; il s'ensuit qu'ils ne louvoient que difficilement, mais lorsqu'ils doivent marcher contre le vent, les pêcheurs s'aident en général d'avirons, et les plus grandes embarcations ont à bord dix de ces avirons.

« L'équipage de ces bateaux est composé habituellement de cinq hommes et d'un mousse, qui choisissent parmi eux un chef (*hovedsmand*), auquel ils obéissent sans murmurer, sachant bien que leur vie dépend en beaucoup de circonstances de ce que l'ordre du patron est plus ou moins promptement exécuté. Aussi, quelle que soit la rudesse des réprimandes, si la manœuvre se fait mal ou trop lentement, l'équipage les souffre-t-il avec patience. Dans le choix du *hovedsmand*, on prend seulement en considération l'habileté, l'énergie, le sang-froid et le don du commandement. On ne s'occupe ni de l'âge ni de la fortune. Cependant l'homme qui a dépassé la cinquantaine est en général exclu du poste : c'est qu'après cet âge il perd de sa force et de son courage; et ces diverses qualités sont regardées comme indispensables chez un peuple où il n'est pas rare de voir au gouvernail et à l'écoute un servant, pendant que le maître tient les avirons. Ce chef n'est pas seulement le commandant sur la mer; tous les achats et toutes les ventes se font en son nom, et c'est lui qui, à terre, traite avec le magistrat comme délégué de son équipage. Ces fonctions ne sont pas rétribuées, mais en revanche elles sont une marque d'honneur; elles communiquent à celui qui les exerce une autorité réelle parmi les pêcheurs et l'élèvent à ses propres yeux. Dès qu'un pêcheur a été élu par ses pareils au commandement d'un bateau, sa tenue devient plus convenable, sa langue plus polie, son habillement plus soigné. Il sait mettre sa personne, moralement et physiquement, à la hauteur de sa nouvelle dignité. »

La pêche de la morue, à Lofoten, s'effectue de trois manières : avec des lignes à plomb, avec des lignes de fond, ou avec des filets.

La ligne à plomb n'est plus usitée que par les pêcheurs les plus pauvres, auxquels leur indigence ne permet pas d'acheter des lignes de fond ou des filets. Les marins qui se servent de cet engin ne pêchent pas, en moyenne, plus de 50 poissons par homme et par jour. Quelquefois, cependant, ce chiffre s'élève jusqu'à 100 ou 120. Il n'ont d'autre appât, le plus souvent, que des harengs salés, ou, à défaut, des morceaux ou des rogues de morue.

Un bateau armé pour la pêche à la ligne de fond doit avoir à bord six bacs ou 24 lignes, chacune d'elles étant pourvues de 120 hameçons, séparés l'un de l'autre par un intervalle de 1m.50 à 2 mètres. L'appât qu'on y suspend est le même que celui des lignes à plomb. La tessure est proportionnée à la force du bateau et à l'importance de l'armement. Elle varie entre 500 et 2,400 hameçons. Les pêcheurs ne peuvent sortir avec leurs cordes qu'à l'heure de l'après-midi qui est déterminée par les gardes-pêche, et ils doivent les tendre à la distance et sur les points officiellement indiqués. Quand la morue s'élève du fond et se tient au milieu des eaux, on fait flotter la tessure à une hauteur convenable à l'aide de flottes en verre. Le matin, on procède au hâlage des lignes, et s'il est reconnu que le poisson est près de la terre, on pêche activement pendant la même journée avec des lignes de fond. Le produit de ce mode de pêche diffère naturellement beaucoup. Chaque bac donne environ de 40 à 60 poissons par jour.

Plus la morue est grasse, moins elle se soucie de l'appât, et pendant qu'elle fraye elle le refuse presque tout à fait. Aussi les pêcheurs les plus riches sont-ils munis de lignes et de filets. Les bateaux qui font usage de filets en portent géné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ralement 60. La longueur de ces filets varie entre 10 et 20 brasses, leur hauteur entre 25 ou 60 mailles, et la dimension de ces mailles entre 8 centimètres et 9 centimètres et demi, mesurés entre les deux nœuds. On les fait flotter avec des bouées en verre, en bois ou en liége. A Lofoten, on se sert presque exclusivement des flottes en verre dont un négociant de Bergen, M. Ch. Faye, est l'inventeur. La tessure est ordinairement formée de 16 à 20 filets; on la tend sur les fonds dans l'après-midi, en même temps que les lignes, mais à des distances suffisantes pour éviter le mélange et la confusion dans les deux espèces d'engins. Le matin suivant, si le temps y est propice, et sur un signe donné, on sort pour lever les filets. Une tessure se charge en moyenne de 4 à 500 poissons par nuit. Les bateaux ne pouvant recevoir qu'environ 600 poissons, surtout quand la mer est rude, si le produit de la pêche est supérieur à ce chiffre, on laisse une partie des filets sur les lieux et on ne les emporte que le soir.

Lorsque les marins, à l'issue de la pêche, sont retournés à terre, ils dînent, puis ils s'occupent de préparer le poisson, à moins qu'ils ne l'aient cédé tel qu'ils l'ont pris, ce qui est exceptionnel à Lofoten. Ils lui coupent la tête d'abord et enlèvent successivement les foies et les rogues. Ces derniers abatis de morue se vendent immédiatement aux marchands des localités ou sont salés pour le compte des pêcheurs eux-mêmes dans des barils percés de trous pour l'écoulement de la saumure. Les têtes se vendent aux fabriques de guano établies à Lofoten, ou elles sont séchées pour être employées à la nourriture des bestiaux. Les foies sont quelquefois achetés par les distillateurs d'huile médicinale qui ont leurs usines sur différents points de l'Archipel. Mais en général les pêcheurs les préparent eux-mêmes pour en faire de l'huile. Quant aux morues elles-mêmes, ou les pêcheurs les suspendent sous des hangars pour être séchées et converties en *stockfish*, et alors ils agissent pour leur propre compte; ou bien ils les livrent aux marchands du pays ou aux bateaux-saleurs qui, au nombre d'environ 500, visitent Lofoten pendant la pêche et s'y approvisionnent de poissons, qu'ils transforment ensuite en *klipfish* (morue salée).

La pêche de la morue dans le Vestfjord occupe environ 5,500 bateaux montés par 21,000 hommes, et son produit total s'élève ordinairement à 20 et 25 millions de poissons.

Si on les compare à l'abondance de la morue sur le banc et au grand nombre de bateaux armés, ces résultats ne paraissent pas considérables. Mais le temps orageux qui règne pendant les mois d'hiver met souvent les équipages dans l'impossibilité de fréquenter la mer; à peine leur est-il donné de pouvoir pêcher deux fois par semaine. La durée de la saison est donc en réalité réduite au moins des deux tiers.

Le gain des bateaux est essentiellement inégal et variable. Ceux qui pêchent au filet sont en général les mieux partagés. Ils rapportent souvent en une seule campagne 10 à 12,000 morues, 12 barils d'huile de foie et 10 barils de rogues, d'une valeur de 3,500 fr., soit à peu près 600 fr. par homme. Un bateau armé de lignes de fond réalise un produit inférieur de 20 à 25 p. 0/0 à celui d'un bateau à filets. Mais il est à observer que l'armement en est moins coûteux. Les pêcheurs qui déboursent le moins pour leur outillage sont les pêcheurs à la ligne de plomb, et cependant ils font souvent une capture abondante, surtout quand le poisson est maigre et avide d'appâts.

La plus notable partie des pêcheurs de Lofoten opèrent pour leur propre compte. Ils possèdent une part d'un cinquième ou d'un sixième dans la propriété tant du bateau que des engins, et ils touchent une part correspondante dans le bénéfice. Il en est parmi eux qui profitent de l'aisance où ils sont pour engager d'autres pêcheurs; ils les nourrissent, leur fournissent un habillement complet en cuir,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui doit être rendu à la fin de la campagne, et leur payent un salaire de 90 à 120 fr. pour la saison. Quelques-uns des marins ainsi loués subsistent et se rhabillent à leurs frais. Leur salaire est d'autant plus élevé. Il est en général de 180 à 230 fr. pour une saison, c'est-à-dire pour la période comprise entre le 15 janvier et le 14 avril.

Nous négligeons les autres pêches de morue, qui, pour être moins importantes que celles de Lofoten, mériteraient cependant d'être signalées. Mais voici quelques détails sur la préparation des produits de la morue, ou cabillaud.

L'on a vu qu'aussitôt après avoir été dépouillée de la tête et des entrailles, une partie de la morue capturée était suspendue pour être séchée en *rundfish*. On lie deux poissons ensemble par les queues, au moyen d'une ficelle, et on les place à cheval sur des perches posées horizontalement sur les hangars. La morue demeure ainsi exposée à l'air jusqu'au 12 juin, époque où elle est, en général, suffisamment sèche pour être transportée à Bergen. Les pêcheurs ayant quitté les localités, ces hangars sont en quelque sorte abandonnés à la surveillance du public. On traite cependant, avant le départ, avec quelque habitant du voisinage pour qu'il se charge de suspendre à nouveau les poissons que le vent ou les oiseaux de proie auraient détachés; et on lui accorde pour ce service 3 francs par bateau.

Une autre partie de la morue est cédée, sans être préparée, aux saleurs de *klipfish*. Ce sont ou des marchands qui habitent les côtes, où ils ont des magasins, ou des capitaines de petits yachts ou sloops de 50 à 80 tonneaux, qui, au nombre de huit cents à mille, affluent dans toutes les villes de la Norwége occidentale, jusqu'à Stavanger, aux mois de janvier, février et mars. On sale la morue à bord, dans les cales des navires, de la manière suivante. Dès qu'on a reçu le poisson des mains du pêcheur, on le flaque, pour nous servir de l'expression technique, ou plutôt on l'ouvre jusqu'à la queue, afin de le rendre tout à fait plat. On coupe l'épine dorsale à trois articles au-dessous du trou appelé le *parus annulus*. On le met ensuite en tas dans la cale, en saupoudrant de sel chaque couche de morue.

Ce sel est tiré, en général, de la France occidentale (Croisic, Vannes, Saint-Martin), d'Aveiro et de Figueiras, en Portugal; de Cadix, en Espagne, et de Liverpool, en Angleterre. La quantité déterminée pour la salaison doit être de 5 barils de 140 litres chacun, pour 1,200 poissons.

La préparation se fait par les mêmes procédés dans les ateliers. Quelques-uns des capitaines de navires dont nous avons parlé plus haut louent même des magasins à terre, lorsqu'ils ont à saler du poisson qu'ils destinent à un second chargement, et qu'ils ne peuvent pas laisser à l'état frais.

L'air de Lofoten et de Finmarken étant trop rude au printemps et l'été trop embrumé, pour qu'on puisse compter sur un séchage convenable, on transporte le poisson salé, dès que le chargement d'un navire est complet, dans les fjords de la terre ferme de Nordland. On y décharge la morue, on la lave avec soin et on l'étale sur les rochers, d'où la neige a disparu. Mais il faut pour cela que le temps soit beau, sans qu'il y ait trop de soleil. On réunit les poissons en tas chaque soir, afin de les presser et de faire écouler les substances aqueuses qu'ils renferment. Dans ces conditions, il suffit de dix à douze jours pour que le *klipfish* soit mis en état d'être expédié à Bergen, Aalesund, Christiansund et Trondhjem, où il parvient ordinairement au 15 juin.

Quelques saleurs ont plus de précautions encore. Ils lavent le poisson avant de le saler, ce qui lui communique un aspect et un goût plus satisfaisants.

Le poisson une fois éventré, on procède au salage des rogues. Elles sont déposées à cet effet dans des barils où l'on ménage des trous pour l'écoulement de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saumure. Sur chaque couche de rogues, on jette une couche de sel gris de France, de Liverpool, de Cadix ou de Figueiras. On affecte à cette opération un quart de baril de sel par baril de rogue. Quand le baril est plein, on le ferme et on l'abat.

Les foies, destinés à la fabrication à la vapeur de l'huile médicinale, sont préalablement lavés et séchés. On les examine ensuite attentivement, pour s'assurer qu'il n'y reste pas de bile, et on les met dans des pots en fer-blanc. Ces pots sont à leur tour placés dans des pots plus grands; dans l'intervalle de séparation, on fait circuler de la vapeur que l'on obtient au moyen d'une chaudière, et la liquéfaction s'opère insensiblement. Il est des fabricants qui remplacent la vapeur par de l'eau chaude, prétendant qu'il est plus facile d'en régler la température. D'autres encore laissent entrer la vapeur directement dans les pots où on a renfermé les foies. A mesure que la dissolution se produit, on enlève l'huile avec de larges cuillers, on la laisse refroidir, on la filtre une fois ou deux, puis on la met dans des barils, et elle est prête pour la consommation. Les parties qui ne se liquéfient pas tout de suite ou qui subsistent après la filtration sont conservées dans des pots, où elles cuisent jusqu'à ce qu'elles aient acquis une couleur brune foncée ou olive. L'huile brune qu'on en extrait est employée par les corroyeurs, et le résidu qu'elles déposent se change en un engrais très-estimé.

Les pêcheurs qui préparent les foies pour leur propre compte les mettent dans des barils ou des bacs et les laissent liquéfier naturellement. Ils se bornent à recueillir précieusement l'huile qui s'en échappe. Les premières huiles liquéfiées et enlevées suivant ce mode sont les plus claires. Elles ont la couleur de la paille. C'est à cette qualité que l'on applique la dénomination d'huile *blanche supérieure*; lorsque le goût en est bon, elles sont employées par la médecine. Dans plusieurs pays, on les préfère même aux huiles dites médicinales, liquéfiées à la vapeur.

Nous n'entrerons pas dans des détails sur les particularités du commerce des produits de la pêche de la morue en Norwége. Notons seulement un renseignement curieux. La France et l'Allemagne achètent la plus grande partie du guano de poisson ; mais, il y a deux ans, un autre produit a surgi. Deux fabricants de guano, de Lofoten, entreprirent de *moudre* le *stockfish* pour en faire de la *farine*. Cette farine est très-nutritive et d'une blancheur irréprochable. Aussi M. Baars annonce-t-il que cette farine a déjà trouvé un bon débit dans le pays, et que l'on commence à en demander à l'étranger.

Dès le neuvième siècle, la pêche du hareng était aussi une des sources les plus fécondes de la richesse de la Norwége, et on n'a guère cessé de l'exploiter activement depuis lors, bien que ce poisson ait, à différentes reprises, interrompu ses visites régulières sur les côtes. En effet, les migrations du hareng sont fort capricieuses, et comme il passe avec une extrême rapidité, les pêcheurs ne peuvent s'installer sur des points déterminés, et ils doivent suivre le poisson, jusqu'à ce qu'il ait quitté la côte. Les pêcheurs de harengs sont les plus hardis et les plus habiles marins de la Norwége, avec leurs bateaux non pontés, mais à l'épreuve des éléments.

Les bateaux ont une longueur de 28 à 30 pieds et une largeur de 9 à 16 pieds au plat-bord. Ils portent sur leurs mâts une livarde, une trinquette et un foc. Dans les deux premières semaines de l'année, les pêcheurs qui sont les plus proches des fonds où le hareng paraît ordinairement s'embarquent. Au 15 janvier, la flotte toute entière des pêcheurs est à l'œuvre.

Chaque bateau, dit M. Baars, est en général monté par quatre ou cinq hommes et muni de quinze à trente filets d'une longueur de 10 à 15 brasses et d'une hauteur de 100 jusqu'à 150 mailles de 28 à 35 millimètres. Ces filets sont presque tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

confectionnés avec du fil de chanvre simple, double ou triple, et tannés avec de l'écorce de bouleau ou de chêne, quelquefois avec du sulfate de cuivre ou de zinc. On y attache des flottes en liége, et on les fait couler à fond avec des pierres qu'on peut ramasser presque partout.

Aussitôt que le hareng semble s'être mis en mouvement vers la terre, les pêcheurs les plus hardis sortent des ports et vont jusqu'à vingt kilomètres en mer tendre leurs filets. S'ils en retirent du poisson, la grande famille des pêcheurs se met au travail.

On jette les filets le soir et on les lève le matin suivant ; mais si le poisson est abondant et près de la terre, on ne cesse de pêcher pendant la journée. Chaque bateau met à la fois 12 à 16 filets à la mer par tessures de 3 ou 4 filets. Quelquefois, en effet, on obtient avec une seule tessure un produit suffisant pour charger un bateau; et ce chargement écoulé, on retourne au large et on tire immédiatement les autres tessures qu'on a laissées sur les fonds. En moyenne pourtant, on regarde comme satisfaisante une pêche d'un millier de harengs, soit deux barils par filet.

Les pêcheurs n'ont pas tous des procédés uniformes. Quelques-uns font mouiller leurs filets près du fond, les autres à la surface; mais le sort est variable; il favorise tour à tour les deux modes d'opérer, de sorte qu'on ne saurait faire un choix.

Ce n'est pas seulement en mer et avec les filets que nous venons de décrire qu'on prend le hareng d'hiver. On en pêche aussi quelquefois de grandes quantités au barrage dans les fjords.

L'armement des bateaux qui pratiquent cette industrie se compose d'un grand filet de 120 à 150 brasses de longueur et de 20 à 30 brasses de hauteur, d'un filet moyen de 80 à 150 brasses de longueur et de 15 à 20 brasses de hauteur, et d'un petit filet de 35 à 40 brasses de longueur sur 8 à 10 brasses de hauteur. On doit avoir un bateau pour chacun de ces filets et pour les cordages, les prélarts, les bouées, les grappins, etc., plus deux ou trois bateaux de moindre dimension. Le coût d'un armement de cette nature s'élève de 10 à 12,000 francs. L'équipage est formé de 20 à 25 hommes placés sous un chef (notebas), et il habite un bateau-auberge qui accompagne toujours les filets.

La pêche de barrage se fait de la manière suivante : Quand les bandes de harengs, chassées par les cétacés ou par les charbonniers, ou pressentant ces voraces, entrent dans une baie, ordinairement escortées d'essaims d'oiseaux, on étend le grand filet, hors de la portée du poisson et après qu'il est passé, entre les points extrêmes de la baie pour en fermer l'embouchure. Quelquefois on barre aussi le hareng dans des endroits où il n'y a pas de baies. On met, dans ce cas, les filets dans un demi-cercle, et on chasse le poisson vers le milieu jusqu'à ce que l'on ait tiré à terre les deux bouts du filet à l'aide de tables blanches, qu'on fait couler et qu'on lève sans interruption. Le hareng étant barré, on jette le petit filet comme une senne, au milieu de l'espace liquide entouré et fermé par le grand filet. On le tire à terre et on enlève le hareng avec de larges épuisettes.

Cette pêche est souvent fort avantageuse, mais elle est très-incertaine. Il y a de nombreuses années pendant lesquelles le hareng ne s'approche pas assez de la terre pour qu'on puisse l'envelopper ou le faire captif. D'un autre côté, le fond n'est pas souvent plat; il est sillonné de basses et d'autres accidents, et le poisson s'échappe quand on croit le tenir. Enfin, le courant et le vent sont si violents à certains jours, qu'on doit lever le filet pour ne pas le perdre.

Le hareng d'hiver se présente tant au nord qu'au sud de Bergen, et les deux pêches auxquelles il donne lieu sont tout à fait indépendantes l'une de l'autre.

Les parages au nord de Bergen sont moins abrités contre la mer que les méri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dionaux ; sur le point principal, à Kinn, par exemple, les bateaux se tiennent presque toujours en pleine mer. Néanmoins, et bien qu'elle soit pratiquée par moins d'hommes et soit de plus courte durée, cette pêche produit quelquefois autant que celle du sud de Bergen. Quelquefois on a pris, à Kinn seulement, et trois jours de suite, 50 à 60,000 barils de harengs par jour.

Lorsque la saison est terminée à Kinn, presque tous les pêcheurs qui habitent la côte, au sud de Bergen, se transportent dans les parages méridionaux. Souvent ils y arrivent à temps pour s'associer à la campagne de Stetten et de Bommelfjord.

C'est alors, dit M. Baars, qu'il faut voir la pêche du hareng en Norwége ! Une demi-heure après le lever du soleil, qui, dans la dernière moitié de février, est quelquefois très-beau dans ces contrées, vous avez devant vous un remarquable spectacle. Sur un espace de 10 à 15 kilomètres, la mer est couverte de milliers de bateaux tirant leurs filets ou retournant à terre chargés de poisson. Au milieu de ce mouvement, des centaines de bateaux pontés, de 20 à 50 tonneaux, louvoient ou marchent au vent, transportant le poisson frais. Plus loin, les jets d'eau des cétacés font bouillonner la surface de la mer, pendant que, pour compléter cette image grandiose, des millions de mouettes s'élèvent dans l'air et cachent quelquefois le soleil comme des nuages.

Malheureusement elles sont rares, ces aubes lumineuses, ces journées brillantes ! Souvent la mer devient furieuse, et non-seulement elle empêche le travail du pêcheur, mais elle emporte dans ses flots des milliers de filets, qui pour la plupart ne se retrouvent jamais.....

Veut-on maintenant avoir une idée de l'importance de la pêche du hareng d'hiver en Norwége ? — D'après un recensement qui remonte à 1854, la pêche au sud de Bergen occupait : 3,749 bateaux armés de filets et portant 15,311 individus, et en plus 316 associations de bateaux pour les barrages, se composant de 6,628 hommes. En même temps, on comptait au nord de Bergen 1,261 bateaux pourvus de filets et ayant à bord 5,596 marins, et 24 associations de barrage comprenant 455 hommes.

Aujourd'hui, en tenant compte de l'équipage des bateaux de transport et du nombre d'ouvriers et ouvrières employés au caquage et à la salaison, on peut évaluer à 50,000 le nombre des personnes qu'occupe la pêche du hareng d'hiver, dont le produit annuel varie entre 600 et 800,000 barils de hareng ! — Le prix moyen du baril a été de 10 francs. Le gain brut de chaque homme a varié entre 200 et 270 francs.

La pêche du hareng d'été donne en moyenne de 400 à 500,000 barils.

Ajoutons encore la pêche de l'esprot (*clapea sprattus*), qui, dans certaines saisons, est préféré pour la consommation intérieure, à cause de sa délicatesse, à la meilleure qualité de hareng, et dont le produit annuel est évalué de 40 à 50,000 barils ; le maquereau, dont un seul bateau en prend quelquefois 3,000 en une nuit, et dont la pêche donne lieu à un armement de 2,500 bateaux, capturant dans la saison de 30 à 35 millions de poissons ; le homard (3 millions par an) ; les crabes, les crevettes, les huîtres, les saumons, les truites (100,000 kilogrammes de saumons sont exportés chaque année en glace pour l'Angleterre) ; enfin la pêche des squales, qui donne annuellement 5,000 barils de foie ; la chasse aux phoques, pour laquelle on arme annuellement une vingtaine de navires de 200 à 300 tonneaux, montés par 40 à 50 hommes et donnant un produit annuel de 2 millions et demi de francs ; et la pêche d'eau douce, donnant approximativement un produit annuel de 2 millions de francs. — Si l'on totalise toutes ces sommes, on ne sera plus étonné du chiffre que nous avons inscrit en tête de l'article de la Norwége : produit annuel, 50 millions de francs en chiffres ronds.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelque longs que puissent paraître les détails dans lesquels nous sommes entrés, nous croyons devoir ajouter quelques renseignements sur les exportations des produits de la pêche de la Norwége.

En 1864, la Norwége a exporté pour 994,123 francs de *poisson frais*. L'Angleterre seule en a pris pour 963,000 francs; par contre, dans la même année, sur une exportation de 23 millions de kilogrammes de *klipfish*, l'Espagne seule en absorbait pour 19 millions de kilogrammes; quant au *stockfish*, sur 12 millions et demi de kilogrammes, 3 millions et demi ont pris le chemin de l'Italie, 2 millions ont été exportés en Suède, 2 millions et demi dans les Pays-Bas, la même quantité en Autriche; 734,000 ont été pris par la Belgique, 631,000 par la Russie, et seulement 203,000 kilogrammes par la France. Quant aux homards, c'est aussi l'Angleterre qui en absorbe la presque totalité : sur 1,555,331 de ces crustacées, 1,329,419 ont pris le chemin des ports anglais.

Pour le *guano* de poisson, les tableaux statistiques nous montrent de bien grandes différences en ce qui concerne la France. En 1861 et 1862, aucune exportation; en 1863, 187,780 kilogrammes sur une exportation totale de 405,032 kilogrammes; en 1864, la France demande à la Norwége 288,910 kilogrammes de cet engrais, sur une exportation totale de 371,635; en 1865, sur un total bien plus élevé (597,741 kilogrammes), l'exportation du guano de poisson pour la France descend à 198,004; et enfin elle tombe à 45,500 kilogrammes en 1866, sur une exportation totale de 447,535 kilogrammes. Il doit y avoir à ces variations extrêmes des causes que nous n'avons pas à rechercher ici, et qu'expliquera sans doute notre collaborateur chargé de l'étude des engrais.

Pour nous, après avoir signalé le développement prodigieux de la pêche dans le royaume de Norwége, revenons au Champ de Mars, dont nos aperçus statistiques nous ont momentanément éloigné.

Angleterre. — Pour une superficie de 121,116 miles carrés ou 77,515,000 acres, le Royaume-Uni a une ligne côtière considérable, savoir :

Pour l'Angleterre et le pays de Galles.	2,000 miles.
Pour l'Écosse.	2,500
Pour les côtes d'Irlande	750
Total.	5,250

Encore faut-il remarquer que les côtes d'Irlande sont profondément dentelées par des bras de mer, surtout à l'ouest et au sud-ouest.

Il n'est donc pas étonnant que l'industrie de la pêche ait pris depuis un temps immémorial un très-grand développement dans les trois royaumes. Les principaux poissons pêchés sur les côtes des îles britanniques sont : le maquereau, le merlan, le hareng, le pilchard ou célan (espèce de sardine), la crevette, les huîtres et le homard. En Écosse et en Irlande, la pêche des saumons a une grande importance, mais il n'existe pas de relevés sur leur production annuelle. Ce que nous savons, c'est que ce poisson entre pour une bonne part dans l'alimentation du pays et qu'il donne lieu en outre à un commerce d'exportation considérable.

Donnons d'abord quelques renseignements statistiques. Nous saisirons cette occasion pour féliciter la Commission anglaise qui a cru convenable de publier un catalogue riche en documents de toute nature, et qui non-seulement a voulu qu'un grand nombre de personnes pussent en prendre connaissance, puisqu'elle a réuni en un seul volume les textes anglais, français, allemand et italien, mais qui a voulu en même temps que cette œuvre instructive fût abordable pour tout le monde par son prix, puisque le volume complet, relié, de 1,150 pages compactes, in-8°, ne coûtait que 4 fr. 50 c. Il y a là une leçon que feraient bien de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méditer pour l'avenir les Commissions organisatrices qui ont voulu s'assurer des bénéfices par l'exploitation d'un monopole, sans se préoccuper des intérêts du public et sans songer à un intérêt encore de beaucoup supérieur, celui de saisir une occasion unique de faire connaître au monde entier, si elles les jugeaient bonnes, les institutions qui régissent la France et les conséquences qu'a produites ce régime.

Les documents publiés par la Commission britannique avouent qu'il n'existe pas de statistiques pour les pêcheries anglaises proprement dites, bien que la pêche des harengs à Yarmouth et sur d'autres points de la côte, de même que celle des pilchards sur les côtes du Dévon et de Cornouailles occupent un grand nombre de bateaux et de pêcheurs. Dans d'autres saisons, ces bateaux sont employés pour la pêche du maquereau, du turbot, de la sole, de la morue, etc. On estime à huit ou neuf cents le nombre des petits bâtiments qui sont chargés d'approvisionner le marché de Londres. En admettant pour chacun d'eux un chargement annuel de 90 tonneaux, on aurait ainsi un total de 80,000 tonneaux de poisson, indépendamment de la masse de harengs, de melettes, de coquillages et autres espèces qui sont fournis par des modes de pêche différents.

Nous avons sous les yeux le tableau relatif aux pêcheries de l'Écosse, de l'île de Man et de l'Irlande en 1864. L'Écosse seule avait employé 12,703 bateaux jaugeant 92,887 tonneaux et montés par 40,934 hommes et jeunes garçons. Le produit avait été :

Morues prises ou achetées. .	8,178,800 kilogr., et en outre. .	9,559 hect. [1]
— salées.	5,466,080 —	—	9,559 —
Harengs pêchés	836,110 hectolitres.		
— salés	736,890 —		

Si la pêche est importante pour l'Angleterre au point de vue de l'industrie et de l'alimentation, elle l'est également au point de vue du commerce. Ainsi, en 1865, les quantités importées ont été de :

Poisson frais.	6,019,802 kilogr.,	pour une valeur de	3,264,250 fr.
— mariné ou salé.	18,641,466 —	—	9,603,550
	24,661,268 kilogr.		12,867,800
De ces quantités, il a été réexporté pour			1,262,575
Il a donc été retenu sur la valeur du poisson importé pour. .			11,575,225 fr.

qui sont entrés dans la consommation du pays.

Mais ce ne sont là que les chiffres se rapportant aux poissons importés de l'Étranger (le poisson frais de Hollande et de Norwége, le poisson salé de l'Amérique britannique du Nord, de France, de Hollande, de Norwége et d'Irlande) et aux poissons prélevés sur ces importations pour les réexporter; mais l'exportation du poisson britannique prend de tout autres proportions. On peut en juger par les chiffres suivants :

1. L'unité employée dans les documents anglais est la barrique; mais il convient de se rappeler que les Anglais ont deux espèces de barriques de capacité différente. La *barrique de bière* 36 gallons 6/10 = 1hect.66; la *barrique de poisson* = 1hect.21. Les barriques de poisson ont donc une contenance moindre que les autres. Par une singulière anomalie, c'est l'opposé pour les tonnes. Une *tonne d'huile de poisson* = 9hect.53; une *tonne d'huile de graines* = seulement 8hect.94.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Harengs	hectol.	426223	Valeur en francs.	12.505.325
Morue et lingues	kil.	1850796	—	1.009.025
Saumons	kil.	218998	—	584.700
Sardines	hectol.	14259	—	958.550
Huitres	hectol.	35260	—	1.578.600
Autres sortes.....				594.600
			Total..... fr.	17.230.950

Les harengs sont surtout expédiés en Allemagne, en Italie et en Autriche; le saumon et les huitres en France et en Belgique. (En Belgique les huitres sont placées, élevées et engraissées pendant deux ou trois ans dans des parcs; de grandes quantités sont, après l'engraissement, expédiées vers la France, où elles arrivent sous le nom d'huitres d'Ostende.) Le pilchard ou celan est expédié en Italie et en Autriche.

Tous ces chiffres sont de nature à faire comprendre l'importance de la pêche au point de vue de la marine : en effet, les pêcheries sont surtout la pépinière où se forment ces hommes robustes et hardis que l'on retrouve dans la marine marchande et la marine militaire. Mais il est encore d'autres points que nous ne devons pas perdre de vue : c'est l'importance de la pêche pour la construction des navires, pour la fabrication de tous les appareils nécessaires sur ces navires, pour l'approvisionnement des pêcheurs et enfin pour l'industrie des appareils de pêche. Les renseignements suivants sur la fabrication des appareils de pêche sont de nature à étonner plus d'un de nos lecteurs.

La fabrication des hameçons, des tridents à anguilles et des harpons, ainsi que celle des appâts et des appareils de pêche est établie à Redditch, et une branche importante du commerce des cannes à pêche, des amorces artificielles, des lignes, flottes, filets, etc., est établie à Londres.

Environ 600 personnes sont employées à Redditch dans la fabrication des hameçons, et, d'après le recensement de 1861, 670 personnes étaient occupées en Angleterre et dans le pays de Galles, et 60 personnes en Irlande à la fabrication des cannes et autres engins de pêche. Les mouches et amorces artificielles sont faites à Redditch, principalement par des femmes et des filles. Le taux des salaires payés à Redditch est environ de 10 à 19 francs par semaine pour les femmes, et de 15 à 50 francs pour les hommes. A Londres le taux des salaires est plus élevé et les bons ouvriers gagnent de 50 à 100 francs par semaine pour un travail de huit à douze heures par jour. La valeur des appareils et engins de pêche exportés du Royaume-Uni en 1865 s'élevait à 2,025,000 francs[1].

Examinons maintenant les appareils et les engins exposés. M. de Berthieu dans l'*Etude* sur les constructions navales a signalé les bateaux de pêche irlandais

1. Au risque d'empiéter sur le domaine d'un de nos collaborateurs, nous reproduisons ici quelques détails sur diverses industries qui sont connexes à celle de la fabrication des hameçons :

Il n'a pas été fait de relevés statistiques sur le nombre d'ouvriers actuellement employés à la fabrication des épingles ; mais, d'après le recensement de 1861, ce nombre était, à cette époque, pour l'Angleterre et le pays de Galles de 729, dont 322 hommes et 407 femmes. Les épingles sont aujourd'hui presque entièrement produites au moyen de procédés mécaniques. On se sert d'une machine qui, à chaque tour d'une seule roue, donne une épingle parfaite. Les aiguilles sont principalement faites à Redditch, et cette industrie fournit du travail à 8,000 personnes environ. La moyenne des salaires par semaine est de 15 à 50 francs pour les hommes, de 10 à 19 francs pour les femmes, et de 1,90 à 6,25 pour les enfants. MM. Bartlett et Woodward, dans leur rapport sur le commerce des ai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

connus sous le nom de chalutiers, comme étant supérieurs aux bateaux de pêche français. Nous prions nos lecteurs de se reporter aux détails que contient à ce sujet l'article de M. Berthieu, série 4, page 256.

Nous engagerons aussi nos lecteurs à se reporter à l'étude concernant le sauvetage par M. de Crisenoy. Ils y trouveront des renseignements sur des bateaux de pêche dits *insubmersibles*.

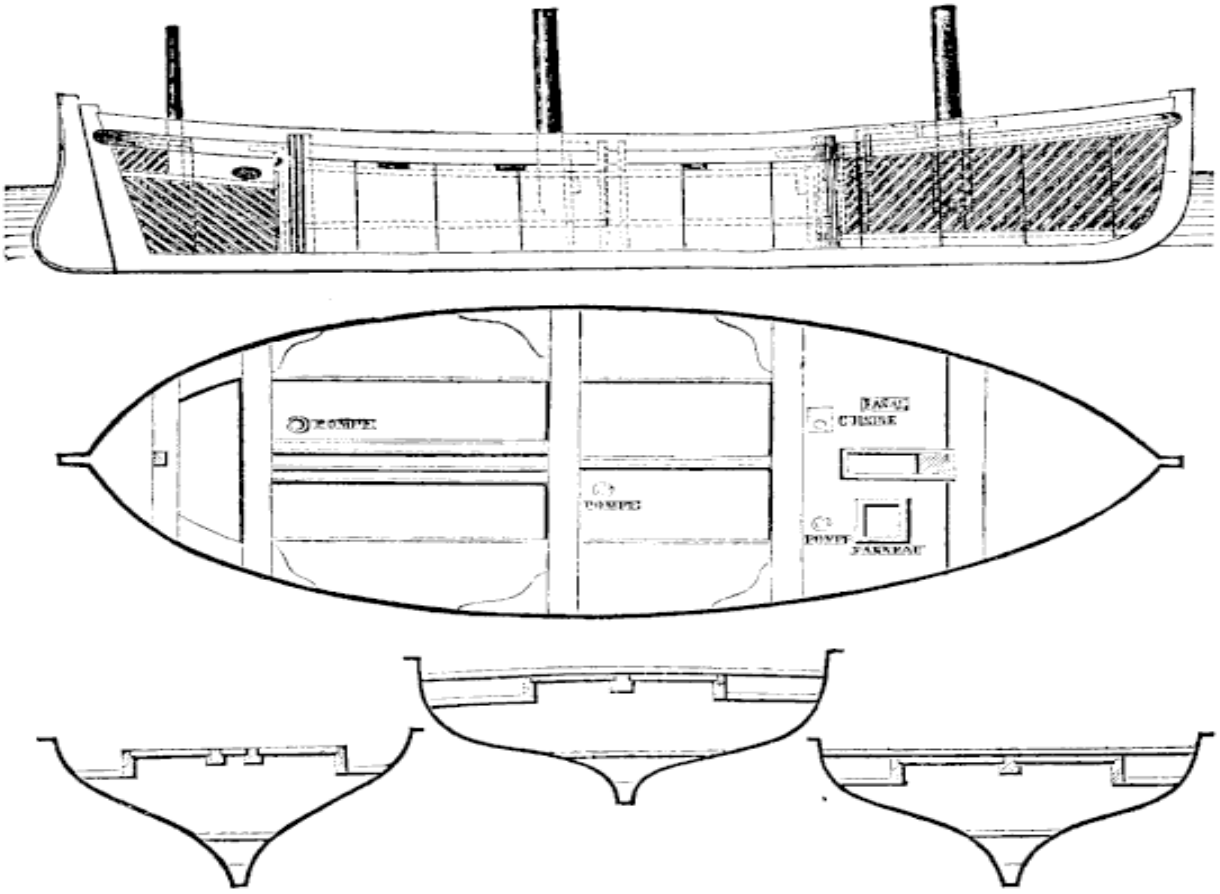


Fig. 1.

Nous nous bornons à reproduire ici les dessins représentant ces bateaux, en nous associant au vœu que les pêcheurs de toutes les nations les adoptent bientôt comme types.

Un autre progrès réalisé par l'Angleterre consiste dans la création de bateaux de pêche, à vapeur. On comprend facilement que des navires pouvant marcher avec une grande rapidité et braver les mauvais temps feront de meilleures pêches que les bateaux ordinaires, et qu'en outre ils présenteront l'avantage de ramener rapidement le poisson pris. Nous devons cependant constater que la première expédition n'a pas été heureuse : les steamers de pêche ont ramené moins de

guilles de Redditch, affirment que la condition sociale des ouvriers employés à cette fabrication est, au point de vue de l'ordre et de la propreté, généralement au-dessus de celle de la moyenne des autres classes de travailleurs. Avant d'être terminée et prête à servir, une aiguille passe par les mains de 70 personnes différentes. Le centre manufacturier des plumes métalliques se trouve à Birmingham. Cette industrie occupe environ 360 ouvriers et 2000 femmes et enfants. Il se fait 98,000 grosses de plumes par semaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poisson que les bateaux de pêche qui s'étaient rendus dans les mêmes localités pendant la saison précédente. Mais ce résultat négatif ne prouve absolument rien, la pêche pendant la dernière expédition ayant été également désastreuse pour tous les pêcheurs. Ce qui est vrai cependant, c'est qu'en cas d'insuccès, les pertes sont plus considérables pour les armateurs des bateaux à vapeur, qui nécessitent plus de dépenses, que pour les pêcheurs qui ont monté des bateaux ordinaires.

Les filets exposés sont en grand nombre et grande est la variété des hameçons, des tridents, etc., et cependant sous ce rapport l'Exposition est loin de donner l'idée d'une industrie aussi considérable, d'après les détails dans lesquels nous venons d'entrer.

MM. J. et W. Stuart, de Musselborg, ont eu la médaille d'argent pour leurs filets qui étaient vraiment remarquables; Kirky Beard pour ses hameçons; Aldred, de Londres, pour ses cannes à pêche. M. Aldred est le fournisseur en renom des pêcheurs aristocratiques qui vont se livrer à la poursuite des saumons dans les eaux profondes à 50 et à 60 kilomètres de Londres.

MM. Milward et Bartlett n'ont eu qu'une médaille de bronze pour leurs hameçons, nous ne savons pas pourquoi.

Nous ne parlerons pas des barrages à saumons qui ont été justement remarqués. Ces barrages rentrent naturellement dans la pisciculture qui doit faire l'objet d'un article spécial.

Nous citons donc pour mémoire les commissions des pêcheries irlandaises (hors concours). Nous aurons à revenir sur leurs modèles d'échelles à saumon.

Quant aux colonies anglaises, rien de remarquable si nous en exceptons les filets particuliers aux pêches de l'Inde (Bengale, Bombay et Mysore), et les filets et les lignes de la Nouvelle-Ecosse et de Terre-Neuve, ainsi que les fusils employés pour la chasse aux phoques, dans cette dernière colonie, où les brise-glaces et les scies à glace font partie intégrante des appareils de pêche.

Les produits de la pêche de la Grande-Bretagne et de ses colonies n'offrent pas un grand intérêt; nous nous bornons à citer comme curiosité des morues, des moules et des homards conservés envoyés de Terre-Neuve, ainsi que des phoques empaillés à nageoire carrée, des poissons conservés dans l'alcool, etc., de la même colonie, qui compte aussi parmi ses cueillettes les racines, feuilles et fleurs de la petcher-plant, et le thé du Labrador.

Les cueillettes de Queensland ne doivent pas être passées sous silence; cette colonie nous montre des racines et graines sauvages servant d'aliments aux aborigènes et des écorces et feuilles de diverses espèces de quinquina, parmi lesquelles un savant naturaliste en a reconnu d'excellente qualité; Queensland a encore des perles pêchées dans la baie de Moreton.

L'Australie du Sud a aussi des cueillettes importantes : le comité général a su réunir des spécimens remarquables de graminées, de gommes et de résines, et, en outre, une collection de 4,000 différents insectes de cette partie de l'Australie. Que de richesses encore ignorées ne renferment pas ces forêts immenses qui donnent de semblables gommes et résines! Lorsque la cinquième partie du monde aura été convenablement explorée, elle nous donnera sans aucun doute des produits plus précieux que l'or et l'argent de ses mines.

Autriche. — L'empire possède des fleuves et des rivières qui abondent en poisson de toute nature, et les habitants des côtes de la Dalmatie et de l'Istrie se livrent à des pêches fructueuses. L'ensemble des produits de la pêche est évalué en poids à 75 millions de kilogrammes; mais la consommation est si considérable, qu'en 1865 les importations en poisson frais et salé se sont élevées à près de 8 millions de kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre des pêcheurs est de 2,077.

Parmi les produits exposés, nous signalerons les collections de poissons et de crustracées provenant de la mer Adriatique, qui avaient été envoyées par la direction de Zara.

L'Italie. — L'Italie péninsulaire ressemble, a dit Pline, à une feuille de chêne dont les baies et les golfes sont les dentelures, l'Apennin la fibre médiane, et les vallées, qui partent de cette épine dorsale, la membrature et la nervure. Avec de semblables dentelures l'Italie devait être une contrée prédestinée pour la pêche : en effet, si l'on considère comme ensemble la péninsule et les îles circonvoisines, son périmètre est de 4,767 kil., dont 1,441 kil. seulement marquent au Nord la frontière terrestre, tandis que tout le reste côtoie la mer (c'est-à-dire 3,326 kil.). Il y a plus : la partie de la Méditerranée qui se trouve à l'est de l'Italie et qui a pris le nom de l'Adriatique forme encore un bras de mer qui s'enfonce dans les terres. « De cette sorte, dit le rapport publié par ordre de la Commission royale [1], que l'Italie est plus littorale et plus maritime que l'Angleterre elle-même, puisqu'elle a presque 2,000 lieues de côtes sur la Méditerranée, qui, selon les baies dans lesquelles elle se retire ou les plages qu'elle baigne, prend les noms fameux de mer Thyrrénienne, mer Adriatique, mer Ionienne, mer de Lybie, mer de Sicile et mer de Ligurie. »

Malgré cela, d'après les tableaux statistiques, les importations annuelles du poisson en Italie s'élèvent en valeur à 13,232,563 fr., et ses exportations n'atteignent que 849,482 fr.

Voici quelques détails :

9,522 bateaux ensemble de 29,976 tonneaux, sont employés seulement par la petite pêche. Quant à la grande pêche, à laquelle les marins se livrent également, elle a frété, en 1864, 745 bâtiments italiens de 9,727 tonneaux, montés par 4778 hommes d'équipage qui sont partis pour les destinations suivantes : 352 ont côtoyé l'Italie ; 191, la France ; 32, la Grèce ; 139, les États pontificaux ; 15, la Turquie ; 9, les États de Tunis ; 4, l'Égypte, et 3, l'Algérie.

Un bateau de 6 tonneaux a fait l'essai de la pêche des éponges.

Outre les bâtiments italiens, 311 navires autrichiens ont pêché sur les côtes.

Le poisson de mer recueilli aux vallées de Comacchio s'est élevé, en 1865, à 9,595 ballots, d'un poids de 371,570 kil., d'une valeur de 323,988 fr. On doit ajouter à cette quantité le poisson pêché dans ces mêmes vallées et vendu frais, s'élevant en poids à 123,062 kil, et à la valeur de 57,536 fr.

La quantité du produit annuel de la pêche du thon (*Scomber thymnus*), sur les côtes de la Toscane, est de 267,470 kil.

La Sardaigne exporte en moyenne, chaque année, 992,000 kil. de thon et 50,800 kil. de thonine.

On ignore la quantité de thon pris dans les 22 pêcheries de Sicile, comme aussi celles du thon pris par les pêcheurs de Chioggia, le long des côtes de l'Istrie.

Des appareils particuliers existent à l'île d'Elbe, sur les côtes de la Sardaigne et de la Corse pour la pêche du thon, désignés, d'après leur usage, sous le nom de *thonnare*. Ils sont composés de quelques enceintes fixes, ayant plusieurs chambres, où les thons entrent et restent prisonniers, et que l'on nomme chambres de mort. Toutes les trames de ces enceintes ont une longueur de 300 à 500 mètres.

1. *L'Italie économique en* 1867, avec un aperçu des industries italiennes à l'Exposition universelle de 1867, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles sont flottantes et retenues en place par des cordages ancrés, différents de ceux que l'on jette à la mer, lorsqu'on s'aperçoit du passage en masse du poisson.

Le thon et le maquereau (*Scombrus*) sont quelquefois préparés en saumure; mais à l'état de salaison desséchée, c'est surtout l'ovaire du thon ou du muge (*Mugil cephalus*), que l'on prépare en Sardaigne et en Sicile sous le nom de *Pottarga*, et qui est au moins aussi bon que celui des côtes de l'Afrique.

Les sardines[1] (*clupea enchrasicolus*) et les anchois (*clupea spractus*) pêchés sur le littoral de l'Italie centrale représentent une quantité de 750,000 kilog., à laquelle il faudrait ajouter le produit de la pêche de Gênes et de la Sicile.

Les pêcheurs de Chiozza sont au nombre de 4,500 répartis sur 50 tartanes, 350 *bragozzi* et 700 bateaux, et se livrant à la pêche soit en mer, soit dans la lagune. La pêche maritime représente à elle seule un revenu annuel de 4 millions de francs.

Mais le plus grand profit de la pêche revient aux provinces napolitaines qui emploient à cette industrie 3,716 bateaux (365 pour la grande pêche), de la portée totale de 15,882 tonnes (4,411 pour la grande pêche).

La ville de Naples reçoit chaque année 11,000 quintaux métriques de poisson, dont la moitié lui vient du golfe de Tarente et l'autre moitié de celui de Gaëte.

Or, voici quel a été le mouvement d'exportation pendant les trois années 1863, 1864 et 1865 :

1863.	Thon :	176.600	kilog.;	poissons divers :	1.156.900	kilog.
1864.	—	206.841	—	—	1.727.724	—
1865.	—	207.347	—	—	1.765.329	—

Le produit général de la pêche sur les bords des lacs de la Lombardie peut être évalué à un demi-million de francs.

Parmi les engins de la section italienne nous avons remarqué un demi-*spigone*. Le spigone est une espèce de filet d'eau douce fait avec un fil tordu à rebours avec 20 vingtaines de mailles, 400, en hauteur, sur une longueur de 13 *passes* (19m,50). Ce filet, exposé par Mme veuve Baldassano de Varrage, ne figure pas parmi les récompenses, Nous aurions voulu, ne fût-ce qu'une simple mention, parce que les spigoni ont une importance relative : le chanvre et le lin qui entrent dans leur fabrication sont filés par les pêcheuses et autres femmes du peuple, dans le loisir que leur laissent les autres travaux. Les spigoni se débitent dans le pays et même en France, à Gibraltar, en Afrique, etc.

La sous-commission de Cagliari, qui a exposé des modèles de madragues pour la pêche du thon, et de bateaux et autres objets pour la pêche du corail, a été plus heureuse : le jury lui a décerné une médaille de bronze, ainsi qu'à M. Pellegrina Mezzano de Celle (Savone) pour ses filets.

La pêche du corail est une industrie importante pour l'Italie. Nous croyons qu'on ne lira pas sans intérêt quelques détails sur cette industrie assez peu connue.

Le centre le plus ancien de cette exploitation est la Sicile. Cosme Ier de Médicis l'introduisit à Pise. Il y fit venir des ouvriers siciliens, et, de nos jours encore, Pise est renommée pour le trafic des coraux, ainsi que Livourne. La Ligurie est également célèbre soit pour la pêche, soit pour la mise en œuvre de la précieuse substance.

La pêche se fait principalement sur les côtes de la Corse et de la Sardaigne par les marins italiens de la Méditerranée. Les parages les plus riches de la Corse

1. De tout temps, c'est sur les côtes de la Sardaigne (*Sardinia*) que l'on a rencontré les troupes les plus nombreuses d'une espèce de poisson du genre *clupe* très-voisine du hareng. C'est de là que vient le nom de *sardine*, qui a été donné à ce poisson.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont situés entre le détroit de Bonifacio et la pointe de Campo-Maro, sur la côte du sud-ouest, surtout vers Tizzaco. La pêche du corail est plus abondante sur la côte africaine, mais celui de la Corse est d'une qualité supérieure. Les côtes de la Provence, celles d'Afrique, depuis le cap Bon jusqu'à la baie de Bougie et le détroit de Messine sont aussi abondamment peuplés du précieux zoophyte, et chaque année, de janvier à octobre, les *barche coralline* parties de Livourne ou de Santa Margherita (dans le golfe de Rapallo, en Ligurie) sillonnent tous ces parages.

En 1864, 48 bateaux se livraient à cette pêche. La Corse est spécialement le rendez-vous des bateaux génois, toscans et napolitains. L'équipage de chaque bateau se compose ordinairement de dix marins, y compris le mousse. L'armateur, qui les accompagne, a fourni les vivres et les filets et il a fait quelques avances aux marins pour leur donner le moyen de nourrir leur famille pendant leur absence.

Les bateaux italiens employés à la pêche du corail ont été, en 1864, au nombre de 365 (dont 267 partis de Naples) et les marins qui les montaient au nombre de 2,699. Le produit moyen de chaque barque est de 7 à 8,000 francs; le produit total peut donc être évalué à 3 millions de francs.

Livourne, Gênes, Naples et Marseille achètent le corail brut et le travaillent.

Le corail est assez bien représenté au point de vue de l'intérêt de curiosité au Champ de Mars : M. Avelinno, de Livourne, nous montre un chapelet en corail provenant des parages de la Sardaigne et évalué 5,000 fr.; le même exposant a orné sa vitrine d'un écueil naturel dit chandelier, sur lequel a poussé une quantité de coraux et d'autres produits marins. Ce chandelier provient d'une pêche faite près de la Calle, en Algérie. M. Serpieri a un magnifique rameau de corail resté attaché sur son rocher, et M. Celano nous exhibe dans sa vitrine de la coralline (*coralina officinalis*), recueillie sur les rochers sous-marins du littoral de Vasto.

Puisque nous avons ouvert une parenthèse pour les curiosités, disons un mot de la laine-poisson des marins, la *lana pinna* que les Tarentins tirent de certains bivalves (*pinna rudis et nobilis* de Linné). Ces bivalves qui habitent le fond de la mer sont pourvus d'une touffe de poils très-délicats, comparables à la soie et à la laine, avec laquelle ils s'attachent aux écueils. « Les anciens en avaient fait un objet de commerce très-recherché : c'est ainsi que les robes appelées *tarantines* étaient renommées partout. On est allé jusqu'à dire que l'écharpe du turban d'Archytas était en *lanna pina*. Aujourd'hui encore on s'en sert très-utilement. Les femmes peignent la *lana pinna* avec des cardes très-délicates; on les file et on en fait des chaussettes, des gants, des bonnets très-appréciés pour la souplesse du poil, pour le brillant d'or brûlé ondoyant. Les meilleurs produits de cette matière nous viennent de l'hospice des orphelins de Sainte-Philomène, à Lecce. » (*Italie économique.*)

Nous avouerons que nous avons vainement cherché au Champ de Mars des spécimens de la *lana pinna*. Par contre, nous y avons trouvé la pierre à champignon (*pietra fungaja*). D'après la notice, cette pierre qu'on a rencontrée dans le sol, en masses du poids de 50 grammes à plusieurs kilogrammes, se compose de filaments *mycéliques* d'un champignon, qui, sous des circonstances favorables, pousse spontanément avec son pied et son chapeau. Nous y avons trouvé encore de la soie végétale, comme on en rencontre en Russie, et, ce qui n'est plus un objet de curiosité, des racines de *chrysopogon grillus*, préparées pour la fabrication des brosses. Ici il s'agit d'un produit véritablement industriel. MM. Lelius et Isaïe Tedeschi de Reggio (Emilie) accusent une production

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

annuelle de 100.000 kilogrammes, dont 40,000 grége, 35,000 grillus, 10,000 préparés. Ces messieurs emploient 80 ouvriers.

Dans la classe 70 nous remarquons toute une collection de poissons provenant du lac de Garde, desséchés et salés. Nous reviendrons sur le lac de Garde en parlant de la pisciculture. Signalons enfin en terminant des thons, des anchois, des sardines, préparés, on peut le dire, à toutes sauces, car nous voyons une véritable gamme chromatique de condiments, partant de la saumure et de l'aigre-doux, pour finir aux huiles fines et aromatisées. Le *Botarga*, ovaire de thon salé, a eu un succès gastronomique dans le restaurant italien de l'Exposition.

La Hollande. — Nous finissons cette partie de notre étude par la Hollande.

M. Van Rossem, de Rotterdam, a exposé des stockfisch, une des transformations de la morue ou, pour mieux dire, du cabillaud. Toute l'exposition de la Hollande se résume là.

On s'étonne à bon droit de voir si pauvrement représentée l'industrie de la pêche, qui fit naguère la fortune de la Hollande. Le temps est loin où les membres de l'un des grands partis de ce pays se nommaient orgueilleusement les *Kabbeljaauws* (les Cabillauds), le poisson qui dévore les autres, et où leurs adversaires acceptant la métaphore prenaient le nom de *Hoeks*, les Hameçons, c'est-à-dire les humbles instruments qui capturent cependant le poisson orgueilleux[1]. Aujourd'hui la pêche a conservé de l'importance pour la Hollande, mais ce n'est plus qu'une importance relative, et c'est toujours le hareng qui en fait principalement l'objet.

—

Comme nous l'avons dit, un article complémentaire sera plus spécialement consacré à l'industrie des pêches de la France, lorsque nous aurons eu l'occasion d'étudier l'exposition qui va s'ouvrir au Havre. Il traitera en même temps de l'Amérique et de quelques Etats qui n'ont pas trouvé place dans cette première partie de notre travail.

La pisciculture et l'ostréculture, qui seront largement représentées au Havre, trouveront aussi leur place naturelle dans cette dernière partie de notre travail, qui renfermera un paragraphe spécial sur l'ensemble des produits des cueillettes.

1. La guerre civile connue sous le nom de guerre des *Hockschen* et des *Kabbeljaauws* commença en 1350 et dura près d'un siècle et demi. Ce furent, en définitive, les *poissons* qui durent céder aux *hameçons*.

AUG. JEUNESSE,

Secrétaire de la rédaction des *Annales du Génie civil*.

Nota. D'après un *erratum* publié par la commission italienne, le périmètre de l'Italie n'est pas de 4767 kil., comme cela se trouve indiqué page 96, mais bien de 7275 kilomètre.

Ce n'est pas 2000, mais seulement 1100 lieues de côtes que l'Italie possède sur la Méditerranée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART MILITAIRE

ARMES A FEU PORTATIVES (SUITE[1].)

(Planches 62, 63, 64, 69, 70 et 137.)

IV

ARMES DE GUERRE.

Par M. Michel ROUS, ancien élève de l'École polytechnique.

L'amélioration des armes à feu portatives présente toujours de grandes difficultés. Quand il s'agit de l'armement des troupes pour la défense nationale, une prudente réserve est de rigueur. On ne doit jamais renoncer à la certitude d'un service connu qu'une arme a déjà rendu à la guerre, si ce n'est pour une autre certitude aussi grande d'un meilleur résultat. Il ne faut pas s'étonner si un système nouveau, quelque bien motivé qu'il soit par le raisonnement, inspire des doutes, surtout s'il est fondé sur une idée très-différente des idées appliquées précédemment. Au moment de faire une réforme, on se représente les nombreuses modifications de détail faites patiemment au fusil en usage, les qualités qu'il présente et les actions glorieuses dont il a été l'instrument. La responsabilité des appréciations augmente en proportion de l'importance des intérêts.

La tâche toujours épineuse de veiller à l'armement d'une nation n'a jamais été aussi délicate qu'en ce moment. Les inventeurs ont toujours cherché à obtenir l'approbation des conseils officiels, même lorsqu'il n'était nullement question de modifier les armes employées. Aujourd'hui, en l'absence d'une solution d'une excellence incontestée, on peut dire que ces ambitions sont devenues excessives, en même temps qu'elles se multipliaient. Il en est résulté des éloges et des critiques d'une égale exagération.

Des systèmes très-remarquables se sont pourtant produits dans ces dernières années ; il s'en présente tous les jours de nouveaux. Celui qui est le meilleur aujourd'hui peut être surpassé demain. On crée beaucoup de modèles différents, parce que tout le monde s'en mêle; chacun part de son point de vue, se préoccupe spécialement d'une destination de l'arme. De ce grand effort de milliers de travailleurs sortira certainement le résultat simple et pratique qui est impatiemment attendu et qui ralliera toutes les approbations.

En ce moment, nous imposerions une besogne fastidieuse et inutile au lecteur en multipliant les descriptions d'armes françaises ou étrangères. Un très-grand nombre de modèles sont compliqués, impossibles; d'autres renferment des pièces délicates, des mécaniques ingénieuses qui ne résisteront pas à l'action des soldats et aux causes de détérioration qui se présentent dans le service en campagne. On peut dire de la plupart des meilleurs qu'ils ne sont pas nou-

1. Voir tome II des *Études*, page 227, et tome III, page 380.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veaux. Car, au milieu de tant de travaux différents, ce qui a le plus manqué, c'est le véritable esprit d'invention. On a fait des assemblages variés de pièces connues, on a ajouté quelques surprises ; mais on compte facilement les idées vraiment originales. Le plus souvent, la pauvreté de l'idée se trouve masquée pour l'observateur superficiel par la perfection de l'ajustage des différentes pièces. Il faut se garder de se former une opinion favorable, en observant le jeu de pièces montées par un très-habile armurier et sortant de l'atelier. Il faudrait les éprouver à la pluie, au mauvais temps, avec des variations de température ; les soumettre à la poussière, à l'encrassement ; en un mot, aux conditions qu'impose la guerre.

Il y a un fait hors de doute, c'est l'entraînement unanime vers les armes se chargeant par la culasse. Avant la bataille de Sadowa, les opinions étaient au moins partagées ; beaucoup de gens spéciaux pensaient que très-souvent les soldats feraient feu inutilement et qu'il serait impossible de les approvisionner de munitions. Pourtant personne ne contestait qu'à certains moments l'infanterie tirerait un immense avantage des feux plus rapides que permettaient les armes se chargeant sans baguette. En France, il est certain qu'on étudiait la question et qu'un modèle commode, simple et solide aurait été le bienvenu, même avant tout le bruit qu'a fait le fusil à aiguille. On trouve dans le tome 1er du *Mémorial de l'artillerie*, publié en 1826, un long article sur les diverses armes se chargeant par la culasse qui étaient connues alors. Nous copions le passage suivant :

« Jusqu'à présent, les plus ingénieuses n'ont paru propres qu'à satisfaire le luxe et la curiosité. Cependant, on voit à chaque instant faire de nouvelles tentatives pour appliquer ces inventions aux besoins du service. Ces tentatives peuvent n'être pas toujours infructueuses, et elles méritent d'être encouragées lorsqu'elles sont dirigées de manière à permettre l'espoir du succès. Pour être plus en état d'en juger, il est convenable que les officiers d'artillerie soient instruits de celles qui ont déjà été faites ; cette connaissance leur fournira des termes de comparaison pour apprécier les propositions nouvelles et les empêcher eux-mêmes de se livrer à des recherches inutiles, qui n'aboutiraient qu'à reproduire des dispositions jugées ou des résultats connus. »

Dans la campagne de 1866, l'armée prussienne était plus homogène que l'armée autrichienne ; elle était mieux organisée, mieux armée, et elle a été très-bien commandée. Toutes ces causes ont contribué à un succès qui est devenu définitivement complet, parce que la résistance de l'ennemi ne s'est pas prolongée après sa défaite. Le fusil à aiguille a contribué à la réussite des opérations prussiennes, mais il ne convient pas de lui assigner une importance trop dominante : ce serait amoindrir injustement les hommes. Quelques chiffres serviront à faire comprendre à quel point étaient exagérés les récits de certains journaux qui nous représentaient les Autrichiens fauchés par une grêle de balles lancées sans interruption.

Nous traduisons les renseignements suivants dans le *Memorandum* du lieutenant-colonel Reilly, C. B., de l'artillerie royale anglaise. C'est l'ouvrage d'un homme qui avait mission de voir, qui s'est enquis avec conscience des faits et qui les raconte avec clarté et sincérité :

« Le plus grand nombre de coups tirés pendant la guerre dans la deuxième armée fut tiré par le 43e régiment, à Trautenau, 43 coups par homme. La plus grande consommation de munitions de la même armée, à Kœnigsgraetz, fut faite par les gardes. Le 1er bataillon du 2e régiment de gardes, fort de 915 hommes, tira 12,694 coups ou 13,8 coups par homme ; le 3e bataillon du même régiment, fort de 901 hommes, tira 12,250 coups ou 13,3 par homme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La consommation du cinquième corps, qui fut le plus engagé dans les actions antérieures à la bataille de Kœnigsgraetz, où il n'eut pas à tirer, fut comme il suit :

« 3e bataillon de tirailleurs : 26,442, à Nachod et Skalitz.
« 6e régiment de grenadiers : 74,727, à Nachod et Schweinshaedel.
« 7e régiment de grenadiers : 68,260, à Nachod et Skalitz.
« 37e régiment de fusiliers : 84,270, à Nachod et Skalitz.
« 46e régiment de fusiliers : 66,108, à Nachod, Skalitz et Schweinschaedel.
« 47e régiment de fusiliers : 61,930, — — —
« 52e régiment de fusiliers : 65,710, — — —
« 58e régiment de fusiliers : 69,983, — — —

« L'effectif de chaque régiment était d'environ 2,700 hommes.

« Dans la première armée, le 27e régiment, composé de 2,550 hommes, dépensa 30,000 cartouches à la bataille de Kœnigsgraetz ; c'est moins de 12 coups par homme.

« Le 2e bataillon du 27e régiment, ayant 850 hommes engagés dans la même affaire, consomma 10,758 coups, un peu plus de 12 coups par homme.

« Les trois bataillons du 71e régiment dépensèrent, dans la même affaire, 184,000 cartouches, environ 72 coups par homme. On dut dans ce cas avoir recours à la réserve régimentaire.

« Il faut remarquer que la première armée fut engagée, à Kœnigsgraetz, quatre heures de plus que la deuxième. La dépense totale de son quatrième corps, pendant toute la guerre, fut seulement de 141,000 cartouches.

« On avait préparé pour la guerre 109,500,000 cartouches et des matériaux pour en faire 70,000,000 de plus. La consommation de la première et de la deuxième armée, des armées de l'Elbe et du Mein et du corps détaché en Silésie, environ 400,000 hommes en tout, fut de 1,854,000 coups ; ce qui fait entre 4 et 5 cartouches par homme. »

Nous avons cru utile de citer des chiffres recueillis avec soin, pour donner une idée exacte des faits. Dès qu'on a reconnu, par les consommations modérées de cartouches pendant cette guerre, que des troupes bien commandées peuvent ménager leurs munitions plus que beaucoup ne le pensaient, il n'y a plus eu d'objection à l'adoption d'un fusil se chargeant par la culasse.

Il faut pourtant ajouter que les événements militaires de 1866 ne peuvent pas donner une garantie complète pour le bon service du fusil à aiguille au milieu de tous les incidents d'une longue guerre. Nous empruntons encore au rapport du colonel Reilly les citations suivantes :

« Les succès des Prussiens furent d'abord entièrement attribués par l'opinion générale de ce pays au fusil à aiguille ; mais, après recherches, on voit que cette arme n'eut pas un rôle aussi considérable. En Prusse, beaucoup de gens pensent que le fusil se chargeant par la culasse produisit d'abord un effet de démoralisation sur les Autrichiens, mais que leurs défaites doivent être attribuées à d'autres causes.

« Dans la dernière guerre, on ne peut pas dire que l'armée prussienne ait été sérieusement expérimentée. Victorieuse dès le début, elle n'a fait qu'une courte campagne. Aucun de ses plans n'a été dérangé par les circonstances. Toutes les chances de guerre lui sont restées favorables jusqu'à la fin. Elle n'a pas eu de ces revers qui éprouvent le tempérament et l'esprit des hommes, ainsi que l'habileté des officiers. Le temps, quelques jours humide, fut frais pour la saison. Dans le pays envahi, les hommes purent, en général, se loger dans les villages ou dans les villes. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conditions favorables pour les hommes ont été excellentes pour conserver les fusils en bon état.

SYSTÈMES DE CHARGEMENT PAR LA CULASSE.

On appelle *tonnerre* la partie postérieure du canon qui renferme la charge et subit le premier effort de l'explosion. Dans les fusils ordinaires, l'extrémité ouverte du canon, ou la *bouche*, sert à introduire la poudre et la balle, qu'on chasse à l'intérieur au moyen de la baguette; le tonnerre est fermé par une pièce de fer vissée qu'on nomme la *culasse*. Quand on dit qu'un canon se *charge par la culasse*, il faut entendre qu'il n'y a plus de culasse fixe et qu'on peut introduire la charge directement dans le tonnerre que l'on ferme ensuite pour tirer.

On peut ranger tous les systèmes de chargement par la culasse en quatre classes distinctes :

1° Ceux qui présentent sur le côté du canon et généralement à sa partie supérieure l'ouverture par laquelle on introduit la charge;

2° Mécanismes qui découvrent la partie antérieure du tonnerre;

3° Mécanismes dans lesquels on découvre la tranche postérieure du canon;

4° Mécanismes qui découvrent à la fois la tranche antérieure et la tranche postérieure du tonnerre.

Chacun de ces groupes principaux comprend un très-grand nombre de dispositions possibles et de modèles différents qui sont caractérisés par les moyens qu'on emploie pour découvrir l'entrée de la cartouche et fermer cette ouverture pendant le tir.

Le système du premier groupe doit être abandonné complétement; les parties mobiles qui ouvrent et ferment le canon sont exposées à toute la violence de l'explosion; elles sont en contact avec les gaz qui trouvent des issues entre leurs joints et tendent à les disloquer. Il en résulte des dégradations rapides de pièces mobiles dont la forme est altérée, ce qui, joint à l'encrassement, rend le jeu du mécanisme difficile, souvent impossible; de plus, les crachements incommodent les tireurs.

Dans une de ces armes qui date du seizième siècle, la partie supérieure du canon est fermée par une planche en fer fixée vers la culasse au moyen d'une charnière horizontale. Pour arrêter cette planche mobile après le chargement, on la serre à la partie antérieure avec un anneau qui embrasse le canon et le fût.

Le fusil à balle forcée, imaginé par le maréchal de Saxe, et qu'il appelait *amusette*, celui de Montalembert, ne font pas partie du même groupe, quoiqu'on introduise la poudre et la balle par une ouverture percée dans la partie supérieure du canon; les pièces qui supportent l'effort du recul sont placées en arrière du tonnerre et solidement fixées.

Les mécanismes qui découvrent la tranche antérieure du tonnerre peuvent être construits dans des conditions de solidité satisfaisantes. On en a des exemples dans notre fusil de rempart, modèle 1831, dans le revolver Colt, Adams, etc.

Ils conservent le seul avantage qu'ait le premier groupe, de permettre le chargement sans cartouche préparée; il suffit d'avoir de la poudre et des balles.

Cette possibilité n'a pas une très-grande valeur pour les armées auxquelles on a toujours avantage à envoyer des cartouches faites d'avance; il ne faut pourtant pas le mépriser. Il entraîne une conséquence favorable qu'on n'a pas assez appréciée, c'est que, puisqu'à la rigueur le système peut se passer de cartou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ches, au prix de quelques crachements, il y aurait moyen de le rendre d'un service tout à fait avantageux avec des cartouches relativement simples.

Les systèmes qui découvrent le derrière de la tranche du tonnerre sont les plus répandus. Ce groupe comprend toutes les armes qui ont été adoptées récemment pour l'armement des troupes. Il a donné les excellents fusils de chasse Lefaucheux, les armes de salon de M. Flobert et presque tous les nouveaux modèles qui ont été proposés dans ces dernières années.

Les armes de ce troisième groupe se rangent dans deux subdivisions principales, suivant qu'elles emploient des cartouches qui se brûlent dans le tir ou qu'au contraire les cartouches sont en carton ou en métal. Dans le dernier cas, la cartouche ferme hermétiquement le canon et empêche les crachements ou fuites de gaz qui incommoderaient le tireur; elle produit encore un effet très-favorable à la rapidité du tir, en conservant propre l'emplacement de la cartouche. On comprend que dans ces conditions un fusil puisse fournir un tir pour ainsi dire indéfini, sans qu'on lave le canon. Quand un fusil a tiré plusieurs coups, on trouve dans le tonnerre une couche de dépôt très-dure qui finit par obliger à le nettoyer. La douille en carton ou en cuivre s'étend sous la pression des gaz ; elle force dans le canon et empêche que les résidus solides de la combustion se déposent sur les parois de l'arme au tonnerre. Cette partie de l'arme reste unie ; elle conserve son diamètre primitif, et l'introduction de la cartouche est toujours aussi facile après un long tir qu'au début. Ajoutons que les cartouches métalliques paraissent de beaucoup plus avantageuses que celles qui sont faites de carton embouti. Elles résistent bien aux transports, conservent très-bien la poudre, et elles ne coûtent pas aussi cher qu'on pourrait le croire. Si l'on tient compte de la conservation des munitions en campagne qui est assurée par tous les temps, certains systèmes de cartouches à enveloppe métallique coûteront en définitive moins que beaucoup d'autres, en particulier que celle du fusil français, modèle 1866. Toutes les armes qui emploient des cartouches produisant l'obturation sont compliquées d'un mécanisme spécial pour extraire la douille ou l'enveloppe de la cartouche après chaque coup.

Dans le fusil prussien, la cartouche est en papier ordinaire, et le soldat peut la faire lui-même. Ce système offre des avantages sérieux pour la facilité de fabrication des cartouches qui résistent bien aux transports et ne donnent pas lieu à des accidents. Il y a aussi des inconvénients; l'obturation de l'arme laisse fort à désirer.

Le fusil à aiguille français porte un obturateur en caoutchouc qui le rend d'un service beaucoup plus sûr pour les soldats. Il présente l'application des études et des progrès les plus récents sur les armes portatives; il est par conséquent très-supérieur au fusil prussien. Mais sa cartouche en papier doublé de gaze de soie est beaucoup moins simple et plus chère ; elle a coûté environ 12 centimes, au début de la fabrication.

Comme la question des cartouches est entièrement liée au système de chargement par la culasse, nous achèverons de la traiter avant de continuer la classification des divers systèmes.

Nous avons signalé les avantages que présentent les cartouches métalliques; il serait plus juste de dire les avantages qu'elles peuvent présenter; car toutes sont loin de présenter la même valeur pour conserver les munitions et pour produire une bonne obturation du tonnerre.

On doit distinguer, au point de vue de la conservation des munitions :

1° Les douilles qui sont formées d'une seule pièce par emboutissage et dans lesquelles la poudre et le fulminate sont en contact immédiat avec le métal. Il y en a de deux sortes : lorsque le fulminate de mercure est placé dans une capsule, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

milieu de la tranche postérieure, l'inflammation aura lieu par la *percussion centrale*; si, au contraire, le fulminate est placé tout autour de la cavité intérieure que forme la saillie ménagée à la base pour l'extraction des douilles vides, il pourra être enflammé par une tige de percussion agissant en un point quelconque du rebord de la base.

Ces cartouches à inflammation périphérique sont de beaucoup les plus simples. La douille est fabriquée avec un disque de cuivre ou de laiton embouti en 5 ou 6 passes. Le fulminate est fixé dans l'anneau de la base à l'état de dissolution; on fait tourner vivement la douille pour déterminer la force centrifuge qui chasse le fulminate dans la cavité du pourtour de la base. Lorsque la composition est sèche, on met la poudre, puis on engage la balle qui est fixée par une espèce de sertissage. Les cartouches ainsi construites préservent très-bien la poudre de l'humidité, tant qu'elles sont neuves. Elles présentent quelques chances d'inflammation accidentelle par le choc, à cause de la large surface qui peut déterminer l'inflammation, si un de ses points est frappé.

Les cartouches à inflammation centrale sont beaucoup moins exposées à prendre feu par accident. Il faut qu'elles soient frappées précisément à l'endroit où est la capsule et dans une direction co[illegible]ble.

2° Plusieurs fabricants, dans le but d'économiser le cuivre, emploient du clinquant avec lequel ils font un tube ouvert aux deux bouts; ce tube est tout d'une pièce, ou bien il est soudé longitudinalement à l'étain. Comme il ne serait pas assez résistant, on le renforce vers le bout avec un culot long de 30 millimètres environ, quelquefois moins, dans lequel on le force. Le culot peut être disposé pour l'inflammation centrale ou pour l'inflammation périphérique.

3° Enfin on fait aussi des cartouches en roulant simplement une feuille de clinquant autour d'un mandrin. On lui fait faire deux tours; puis on force le cylindre ainsi obtenu dans un culot, comme pour le modèle précédent. L'avantage le plus précieux des douilles métalliques est ainsi supprimé; elles n'offrent plus de garanties certaines contre les avaries que la pluie ou l'humidité peut produire.

Les enveloppes métalliques, telles que nous venons de les décrire, sont loin d'assurer une longue conservation de la poudre des cartouches dans les magasins. Elles sont d'autant meilleures que le cuivre qui les compose est plus pur. Malheureusement, pour économiser sur le prix des matières et faciliter le travail de fabrication, on emploie des cuivres impurs, souvent du laiton qui contient du zinc. L'enveloppe de plusieurs métaux en contact avec la poudre produit des actions chimiques; elle s'oxyde et se corrode assez facilement.

4° Les douilles ou enveloppes métalliques renfermant une première enveloppe de papier, paraissent offrir toutes les garanties désirables. La poudre se conserve bien dans le papier qui est protégé par le métal contre l'humidité.

5° Les cartouches fermées par du papier enroulé avec du clinquant et un culot métallique, comme la cartouche Boxer. Si le clinquant ne touche pas la poudre, ces cartouches peuvent être bonnes; pourtant, une enveloppe continue semble préférable.

Au point de vue du tir, les cartouches à inflammation périphérique sont celles qui offrent le moins de garanties; si la base est trop faible ou si elle a été usée par les frottements dans les transports, elle crèvera et il y aura des fuites de gaz. Si, pour éviter cet inconvénient, on emploie du cuivre un peu épais, il faudra des ressorts de platine très-forts pour se mettre à l'abri des ratés.

Dans le cas de l'inflammation centrale, au contraire, le culot de la cartouche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être renforcé avec du carton comprimé ou avec un deuxième culot métallique, de manière à offrir toute sécurité.

La cartouche métallique ne doit pas seulement se forcer au culot, pour empêcher l'échappement des gaz enflammés par le tonnerre, il faut encore qu'elle se dilate sans crever sous l'effort des gaz et qu'elle s'applique exactement contre la surface de l'âme du canon, afin d'empêcher qu'il ne s'y fasse un dépôt de résidus solides. Ces dépôts augmenteraient rapidement d'épaisseur dans un tir prolongé; ils finiraient par empêcher l'introduction de la cartouche.

Cette condition est généralement bien remplie. Pourtant les cartouches en clinquant et en papier sont peut-être celles qui donnent le plus de certitude.

Enfin, pour la quatrième classe des armes se chargeant par la culasse, nous citerons, comme exemple, les revolvers Lefaucheux et tous les systèmes de revolvers qui emploient des cartouches métalliques qu'on introduit par la tranche postérieure du tonnerre.

Les procédés qui ont donné les meilleurs résultats pour fournir un tir rapide en ouvrant et fermant rapidement l'orifice du tonnerre sont les suivants. Nous les indiquons simplement, sans que l'ordre dans lequel ils sont rangés implique une préférence.

On peut les ranger en deux cl[illegible], suivant que le canon se déplace pendant le chargement, ou qu'il est invariablement fixé sur la monture.

MÉCANISMES DANS LESQUELS LE CANON EST LIÉ INVARIABLEMENT A LA MONTURE.

1° Le canon est prolongé par un tube dans lequel se meut un verrou qui peut tourner d'une certaine quantité et reculer pour laisser introduire la cartouche. C'est le système des fusils à aiguille prussien et français.

2° Le tube qui prolonge le canon est plus court et on en a enlevé la moitié supérieure. Dans le vide se loge un bloc cylindrique qui est maintenu latéralement par le demi-cylindre dont nous venons de parler; ce bloc est lié à l'arme par une charnière située sur le côté droit ou par une charnière fixée sur le canon perpendiculairement au plan de tir. Dans le premier cas, lorsqu'on veut ouvrir le canon, on fait tourner le bloc qui se place à droite; dans le deuxième cas, on le rabat sur le canon. Le premier système a été employé en Angleterre et en France, pour transformer les armes existantes en fusils se chargeant par la culasse. On peut mettre dans le bloc cylindrique une aiguille poussée par un ressort à boudin, comme dans le fusil prussien. Dans les armes transformées, on y place une tige rigide sur laquelle frappe le chien et qui transmet la percussion à la cartouche. Beaucoup d'armes construites d'après ces données sont défectueuses. On peut dire pourtant que ce système présente un avantage particulier, parce que la partie faible de l'assemblage, qui est la charnière, ne subit aucun effort pendant l'explosion de la charge. La force du coup tend à faire reculer le bloc qui est bien fixé dans ce sens; elle ne peut pas agir pour le faire tourner autour de la charnière.

3° La pièce mobile qui ferme le canon ou *obturateur* s'abaisse entièrement ou en partie pour découvrir la tranche du tonnerre. On produit ce mouvement soit directement en pressant avec le doigt sur l'obturateur, soit au moyen du pontet qui s'abaisse et sert de levier par l'intermédiaire d'un mécanisme plus ou moins avantageux, suivant les modèles. C'est dans ce système qu'on trouve le plus d'armes simples et solides. Pourtant le jeu de l'obturateur peut devenir difficile et le chargement pénible, si les surfaces de frottement et les pièces du mécanisme viennent à s'encrasser ou à se rouiller.

4° L'obturateur se relève et s'arme comme le chien, quelquefois il sert de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chien et percute en fermant le canon comme dans les armes de salon du système Flobert. Nous donnerons plus loin la description du fusil Remington, qui se présente dans des conditions plus acceptables pour le tir à forte charge.

Pourtant il résulte un grave inconvénient de ce que l'obturateur est pour ainsi dire en l'air, qu'il ne porte que sur un axe. Il suffirait dans la plupart de ces modèles de la rupture d'une pièce pour compromettre le tireur. Surtout pour les armes de guerre, c'est un devoir de demander des garanties plus sérieuses. Il faut qu'un accident soit complétement impossible, que les pièces les plus exposées ne puissent jamais être déplacées par l'effet du tir. Ces conditions sont loin d'être toujours remplies. Elles sont pourtant capitales. Si on les néglige, les meilleurs soldats perdent beaucoup de leur valeur dès qu'ils n'ont pas une confiance absolue dans leur arme ; quelques autres y trouveront l'excuse de leur lâcheté.

MÉCANISMES DANS LESQUELS LE CANON EST MOBILE POUR LE CHARGEMENT.

Nous ne parlerons pas des systèmes dans lesquels le canon tourne autour d'un pivot pour découvrir le tonnerre, ou de [illegible] basculer comme les fusils de chasse Lefaucheux. Même pend[illegible]argement, le fusil doit conserver ses propriétés d'arme de main; il [illegible] que l'homme puisse toujours se servir de la baïonnette, ce qui ne permet pas d'adopter des fusils qui sont brisés lorsqu'on veut découvrir l'entrée du tonnerre.

Il existe plusieurs modèles de fusils dans lesquels le canon glisse sur le fût dans le sens de sa longueur, jusqu'à ce qu'il ait pris une position qui permet l'introduction de la cartouche. Cette combinaison, dont la réalisation pratique offre des difficultés au point de vue de la solidité et du poids de l'arme, présente un avantage tout particulier. Elle supprime les pièces mobiles généralement assez légères qu'emploient tous les autres systèmes. L'arme se compose de deux parties d'un poids à peu près égal : 1° le canon ; 2° la monture comprenant le mécanisme de fermeture et la platine. Les pièces mobiles légères ne résistent que si elles sont parfaitement ajustées et qu'elles ne puissent prendre aucun mouvement sous l'effort des gaz. Ici la pièce mobile est le canon lui-même, armé de sa baïonnette, pesant toujours plus de 2 kilogrammes ; l'assemblage du canon, avec la monture, sera très-peu fatigué dans le tir.

LE FUSIL PRUSSIEN A AIGUILLE (ZUNDNADELGEWEHR). (Pl. 137.)

La fig. 1 est une vue extérieure de l'arme.

La figure 2 représente une coupe de grandeur naturelle, l'arme chargée et fermée pour le tir.

Le canon est prolongé par un manchon vissé sur le tonnerre; ce manchon est fendu longitudinalement à la partie supérieure, et il est entaillé aussi latéralement pour le passage du levier de la culasse mobile.

Le derrière du tonnerre est fermé par un verrou ou culasse mobile, qui se manœuvre au moyen d'un levier terminé par une boule. La culasse mobile glisse dans l'intérieur de la boite de culasse.

Lorsque l'arme est chargée et fermée pour le tir, le verrou appuie contre la tranche postérieure du tonnerre; il est maintenu dans cette position par le levier qui a été tourné vers la droite de l'arme et s'applique sur le coude de la lente.

La culasse mobile est creuse; une pièce taraudée la divise intérieurement en deux parties. La partie antérieure creuse forme une chambre derrière la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cartouche; elle se termine par une fraisure conique, dans laquelle emboîte l'extrémité du tonnerre; elle porte à l'intérieur un massif conique, dans lequel glisse l'aiguille qui doit enflammer la charge. Le vide cylindrique en arrière de la pièce renferme le mécanisme de la platine.

La platine se compose des pièces suivantes :

1° L'aiguille en acier qui sert de percuteur pour enflammer la charge.

2° Le porte-aiguille cylindrique entouré par le ressort à boudin, qui remplace le grand ressort de platine et sert de propulseur à l'aiguille. A sa partie antérieure se trouve un épaulement qui maintient le ressort et sert aussi de noix.

3° Le ressort à boudin qui est compris entre l'épaulement du porte-aiguille et la partie postérieure de la culasse mobile; on le bande en le raccourcissant.

4° La gâchette qui reçoit un mouvement vertical et est pressée de bas en haut par un long ressort.

5° La détente articulée avec la gâchette.

La disposition de ces dernières pièces est très-bien entendue et peut donner un départ très-franc du mécanisme à percussion; de plus le mouvement est doux, sans secousses, [redacted] par l'action continue du doigt. Lorsque le déplacement de la [redacted] suffisant, le coup surprend le tireur.

Le fusil à aiguille est ra[redacted] une hausse graduée pour le tir jusqu'à 600 pas.

La cartouche (fig. 2) se compose : 1° d'une balle oblongue, dont le poids est de 32 grammes et le plus grand diamètre de 13 millimètres; sa longueur est de 28 millimètres.

2° D'un sabot en carton qui emboîte la balle; une cavité ménagée sur la tranche postérieure renferme la composition fulminante. Le sabot force dans les rayures et détermine la rotation de la balle.

3° D'une enveloppe en papier.

4° De 4 grammes de poudre.

La cartouche entière pèse un peu plus de 40 grammes.

La composition fulminante est formée de chlorate de potasse et de sulfure d'antimoine, comme les étoupilles qui servent à enflammer la charge dans les canons. — La proportion est de 1 de chlorate de potasse, pour deux parties de sulfure d'antimoine. Cela n'a jamais été un secret pour les intéressés, comme l'ont raconté beaucoup de journaux.

Le chargement du fusil à aiguille prussien est au moins trois fois plus rapide que celui des fusils ordinaires à percussion. Il exige les opérations suivantes :

1° Frapper la boule du levier avec la paume de la main droite pour la dégager de l'arrêt en la tournant de droite à gauche. Lorsque le levier est vis-à-vis la fente supérieure de la boîte de culasse, on tire la pièce de culasse en arrière. Ce mouvement entraîne le mécanisme de la platine.

2° Introduire la cartouche dans le canon, dont la tranche postérieure est découverte.

3° Saisir le levier de la main droite, ramener le verrou en avant contre le canon, puis serrer et fixer l'appareil de fermeture en inclinant la poignée à droite pour l'engager dans la rainure latérale.

Lorsqu'on dégage le ressort à boudin armé, la tige traverse le papier de la cartouche et la charge de poudre pour aller frapper la composition fulminante fixée dans le sabot de la balle. Nous avons déjà dit que la cartouche ainsi construite est très-satisfaisante au point de vue de l'emmagasinement et du transport.

Elle est moins avantageuse pour le service de l'arme. L'aiguille qui doit être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longue et d'un diamètre assez faible est sujette à se briser ou à se fausser. C'est un grave inconvénient, quoi qu'on puisse la remplacer rapidement. L'obturation laisse à désirer, quoique la charge soit faible pour une arme de guerre.

Le fusil prussien est lourd; il n'est nullement remarquable ni pour la justesse, ni pour la portée. Aussi, quoiqu'il soit connu depuis assez longtemps, aucune puissance n'a voulu l'adopter.

Présenté en 1835, il a commencé à entrer dans l'armement des troupes prussiennes vers 1841. Bien qu'il ait fait sa première apparition à la guerre dans le grand duché de Bade, en 1848, ce n'est qu'en 1855 que son usage a été généralisé. Les Autrichiens ont pu le voir à l'œuvre pendant la guerre contre le Danemark. Parmi les autres États de l'Allemagne, plusieurs ont refusé de l'adopter après l'avoir essayé. Nous citerons le Hanovre, la Hesse électorale et le duché de Brunswick.

FUSIL FRANÇAIS, MODÈLE 1866.

Le tableau suivant indique les parties principales du fusil français modèle 1866, et les prix moyens de fabrication tels qu'ils viennent d'être publiés au journal militaire, 1er semestre 1868 :

Le canon en acier puddlé fondu avec tenons et guidon (sans boîte de culasse et sans hausse)	14f.60
Le canon en acier puddlé fondu avec tenons et guidon (avec la hausse)	18.55
Le canon complet avec boîte de culasse, hausse complète, tenons et guidon (sans ressort-gâchette, ni vis).	27.75
La culasse mobile complète	17.50

La culasse mobile comprend :

1° Le cylindre en acier puddlé fondu, trempé et recuit à l'huile. On distingue dans le cylindre : la *tranche antérieure*, les *crans*, la *rainure du départ*, la *rainure du repos*, la *fente pour la vis, arrêtoir*, la *fente pour la gâchette*, le *renfort* et *ses tranches*.

2° Le *grain* en acier puddlé fondu.

3° Le *bouchon* en acier puddlé fondu.

4° La *tête mobile* en acier trempé et recuit, le *dard* au jaune paille et le *collet* au bleu.

5° La *vis-arrêtoir de tête mobile* en acier trempé et recuit.

6° L'*obturateur* en caoutchouc, qui coûte 0f.10.

7° Le *chien* en acier puddlé fondu.

8° La *noix* en acier trempé et recuit.

9° La *tige porte-aiguille* en acier trempé et recuit.

10° L'*aiguille* en acier trempé et recuit, la pointe au jaune paille et la tête au bleu. L'aiguille coûte 0f.22.

11° La *pièce d'arrêt* en acier trempé et recuit.

12° Le *manchon* en acier trempé et recuit.

13° Le *galet* en acier trempé et recuit.

14° Le *ressort à boudin* en fil d'acier trempé et recuit ; il coûte 0f.10.

15° *Goupilles* de tige porte-aiguille, de pièce d'arrêt et de galet (en fil d'acier trempé et recuit).

La *baguette* en acier trempé et recuit	1f.30
L'*embouchoir* en fer	1.15

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *grenadière* en fer	0f.95
La *sous-garde* complète	2.25
(La *pièce de détente* et le *pontet* sont en fer; la *vis de culasse* est en acier trempé et recuit; les *vis à bois* de sous-garde sont en fer trempé au paquet.)	
La plaque de couche en fer	1.25
La monture en bois de noyer	3.75
Le sabre-baïonnette coûte	14.00

(La *lame* est en acier fondu, trempé et recuit; la *poignée* est en laiton, composé de:

Cuivre	80
Zinc	17
Étain	3
Total	100

La *crosière* est en acier puddlé fondu; le *ressort*, le *poussoir* et la *vis de crosière* sont en acier trempé et recuit; le *rivet* est en fil de fer.

Le fusil sans sabre-baïonnette, coûte	59f.80
Le fusil avec sabre-baïonnette	73.80
Le *nécessaire* complet pour le démontage et l'entretien de l'arme coûte	1.98

Il comprend une *boîte* en fer, dont le fond est en acier; un *huilier* en fer; une *lame de tournevis*; une *clef* en acier trempé; un *lavoir* composé de laiton, comme la poignée du sabre-baïonnette; une *curette-spatule* en acier trempé et recuit; une *trousse* en drap.

Les figures 5 et 6 de la planche représentent l'un des premiers modèles; la coupe fait comprendre le mécanisme. La figure 1 qui suit est l'élévation du

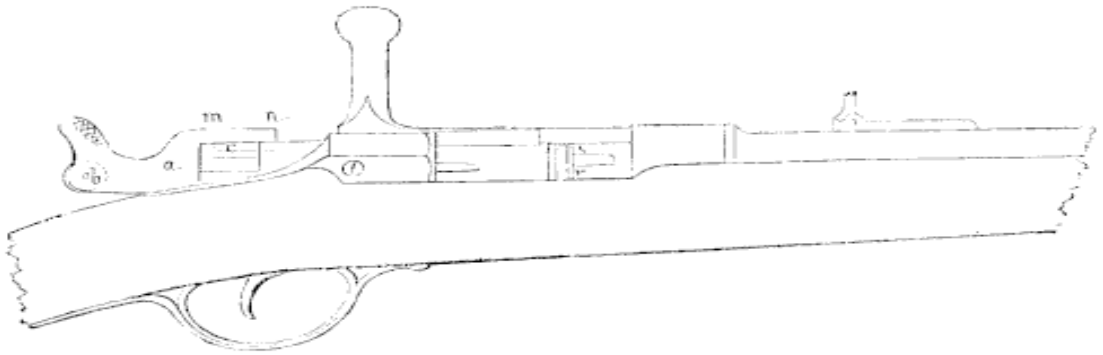


Fig. 1.

dernier modèle, la culasse mobile à moitié ouverte. Il suffirait de la pousser un peu en arrière pour permettre l'introduction de la cartouche. Comme dans le fusil prussien, le canon est prolongé en arrière par un tube qui est vissé sur le tonnerre. Ce tube porte une fente longitudinale et une transversale; le mécanisme de la platine ordinaire est remplacé par un ressort à boudin contenu dans la culasse mobile; ce ressort pousse une tige contre la matière fulminante qui sert à enflammer la charge. On peut dire que là s'arrête l'imitation.

L'aiguille ne traverse plus la poudre pour aller frapper la composition fulminante; il en est résulté une cartouche coûteuse et minutieuse à fabriquer; mais on a diminé la longueur de l'aiguille et en même temps les chances de rupture de cette pièce et les chances de ratés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cartouche est représentée en coupe (fig. 4, pl. 137). Elle est en papier mince, consolidée par une enveloppe de gaze de soie. La capsule est fixée sur la base supérieure au moyen d'un disque de papier collé ; elle présente l'intérieur de l'alvéole au choc de l'aiguille, et la flamme du fulminate est communiquée à la poudre par deux petits trous percés dans le fond de l'alvéole. Les précautions délicates dont on entoure la confection de ces cartouches a pour but de leur donner une solidité suffisante avec une enveloppe mince qui soit entièrement brûlée par les gaz de la poudre. Cette condition paraît bien remplie et le chargement est facile, même quand on a tiré un grand nombre de coups.

La figure 2 montre le tracé de l'intérieur de l'âme au tonnerre, et elle donne les dimensions des diverses parties qui sont :

a — logement de la balle.
b — logement de la cartouche.
c — chambre ardente.
d — logement de l'obturateur en caoutchouc.

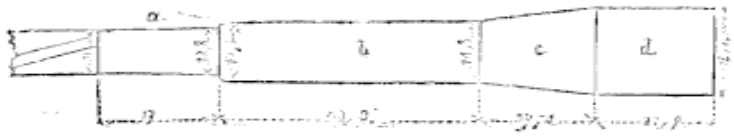


Fig. 2.

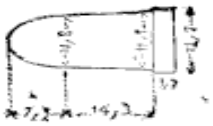


Fig. 3.

La figure 3 représente la balle du fusil rayé se chargeant par la culasse, modèle 1866. La balle pèse 25 grammes ; la charge de poudre est de 5 grammes. Les dimensions relatives aux rayures sont les suivantes :

Nombre des rayures	4
Longueur de chaque rayure	4mm
Profondeur uniforme des rayures	0mm,3
Pas des rayures	330mm

Les rayures sont inclinées de droite à gauche, si l'on regarde la rayure supérieure quand l'arme est en joue.

La justesse du tir, la portée et la puissance balistique ne laissent rien à désirer. La courbure de la trajectoire est très-faible, condition excellente pour le tir en campagne, où l'on ne sait jamais à quelle distance se trouve l'ennemi.

Flèche de la trajectoire	0m,39	1m,95	4m,80
Aux distances	200m	400m	600m

Le chargement est rapide et facile. Ce mouvement de la culasse mobile, réalisé au moyen du levier à boule, comme dans le fusil prussien, semble grossier au premier abord, et beaucoup de fusils créés depuis paraissent à beaucoup de gens plus simples. Il est certain, au contraire, que ce genre de mouvement, qui se décompose naturellement, convient très-bien au soldat. Les critiques de détail porteraient plutôt sur la cartouche. Mais, comme ensemble, notre fusil est l'arme la plus formidable et la plus sûre parmi celles qui sont entre les mains des troupes des diverses puissances.

Le poids est très-convenable, la forme élégante, ce qui est important pour que nos soldats soient contents de leurs fusils et mettent leur amour-propre à les entretenir en bon état. Toutes ces conditions, heureusement remplies, font le plus grand honneur à M. Chassepot

Quelques personnes ont pu s'étonner de ne pas voir encore dans cette note le nom de cet habile et heureux inventeur. Il n'entre nullement dans notre pensée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chercher à restreindre la part de mérite qui lui revient ; il y a assez d'inventeurs incompris pour qu'on soit heureux d'applaudir au succès d'un travailleur intelligent. Du reste les récompenses accordées à M. Chassepot prouvent, d'une manière incontestable, quelle grande part doit lui être assignée dans la création du nouvel armement. Mais il est impossible de ne pas observer que le nouveau fusil est une création complexe, que ses données principales, comme la forme de la balle, la charge, le calibre réduit, la grande inclinaison des rayures, leur largeur et leur profondeur résultent de longues expériences faites par diverses commissions. Aussi la désignation officielle de notre nouveau fusil est la suivante : arme modèle 1866.

La culasse mobile creuse renferme le ressort à boudin et l'aiguille fixée sur tige qui porte le chien extérieurement à la partie postérieure. Le chien *a* (fig. 1, p. 110) est muni d'une crête quadrillée et d'un galet *b* qui appuie sur le cylindre de culasse, et diminue les frottements pendant le mouvement de va-et-vient. Il porte un tenon *c* qui peut s'engager dans deux rainures d'inégale longueur, qui servent l'une pour le cran de sûreté, l'autre pour permettre le mouvement complet qui enflamme la charge. Les systèmes de sûreté sont bien compris ; ils fonctionnent régulièrement et sûrement. On ne peut ouvrir la culasse sans avoir armé et fait rentrer l'aiguille ; la tige *mn* du chien, engagée dans la fente du cylindre de culasse, empêcherait de dégager le verrou ; pour la même raison, lorsqu'on lâche la détente pendant l'inflammation de la charge, la culasse mobile est invariablement fixée, puisque cette tige *mn* du chien empêche que la culasse mobile puisse tourner. Lorsque l'arme est ouverte pour le chargement, elle ne peut pas partir par accident. Enfin, et c'est là une des meilleures idées de M. Chassepot, un obturateur en caoutchouc vulcanisé, formé de trois rondelles, embrasse une partie du conducteur de l'aiguille en arrière de la pièce *rs*, et empêche toute fuite de gaz quand il est dans de bonnes conditions. La baïonnette est remplacée par un sabre-baïonnette qui est à la fois léger et solide.

Parmi les nombreux modèles qui se produisent tous les jours, beaucoup sont des imitations ou de simples modifications du fusil modèle 1866. Dans cette dernière classe, nous avons pu en essayer un qui supprimait l'obturateur, remplaçait l'aiguille pointue par une forte tige et employait des cartouches métalliques à inflammation centrale. Cette arme fonctionnait parfaitement, et la douille vide était enlevée facilement par le retrait du verrou au moyen d'un extracteur simple, sans aucun ressort, qui reçoit son mouvement alternatif de la culasse mobile.

FUSIL DE M. PEABODY (DE BOSTON).

C'est une des nouvelles armes qui ont excité le plus l'attention et qui réunissent le mieux aux avantages d'un maniement facile et prompt ceux qui résultent de la solidité et de la simplicité.

La fig. 11 est une vue latérale ; une partie de la pièce de fer qui assemble la crosse au canon et au fût a été enlevée pour laisser voir les pièces du mécanisme dans la position qu'elles occupent lorsque le chargement est effectué.

La fig. 12 est une section longitudinale.

Le mécanisme qui découvre ou ferme la tranche du tonnerre comprend un obturateur A fixé à charnière en B. Lorsqu'on l'abaisse, l'ouverture du canon reste libre, et l'on introduit la cartouche qui est guidée par une échancrure pratiquée à sa face supérieure, comme l'indique la coupe.

L'obturateur porte une pièce articulée C, qu'un ressort D tend à écarter et qui est appuyée sur une goupille fixe E. Ce petit levier est articulé avec un bras *b*, qui fait corps avec le pontet. Au moment où l'on abaisse le pontet, le bras *c*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étant retenu par la goupille E, suit le mouvement qui le tire en bas par son autre extrémité et il entraîne l'obturateur. Le chien agit sur la cartouche en poussant une broche qui glisse dans une rainure fixée à la droite de l'obturateur et frappe sur le bord de la cartouche.

La disposition du levier C, qui s'appuie sur la goupille E dans son mouvement de rotation, est très-heureuse ; elle permet le jeu des pièces avec un frottement modéré. On fait jouer les pièces sans difficulté, et il se comprend qu'un peu de rouille, de l'eau ou du sable qui s'introduiraient dans le mécanisme ne l'empêcheraient pas de fonctionner. Il n'y a guère à craindre que la rupture peu probable du ressort; dans ce cas, le mécanisme serait hors de service. Il faudrait pousser l'obturateur avec le doigt par le dessus de l'arme pour le faire descendre, après qu'on aurait ouvert le pontet. De plus l'obturateur ne serait plus aussi bien maintenu contre le choc qu'il subit pendant le tir. On peut voir dans la fig. 11 que l'arme étant fermée, le levier C s'arc-boute contre la goupille fixe et qu'il sert à consolider le système; si le ressort était cassé, ce levier deviendrait libre et il n'appuierait plus sur la goupille.

L'extracteur G oscille autour de son axe *g* et chasse au dehors la douille vide lorsqu'on baisse vivement l'obturateur pour recharger. Le mécanisme qui sert au chargement est indépendant du mécanisme de la platine. Le système Peabody, qui a été imaginé pour des fusils neufs, pourrait aussi servir à transformer d'anciennes armes de petit calibre. Il ne conviendrait pas aux autres parce qu'il entraîne un poids assez considérable.

Le Peabody a été essayé en France, et il a donné de bons résultats de tir, jusqu'à 800 mètres. Il a été l'objet d'expériences dans presque tous les États d'Europe. La Suisse a fait une commande de ces armes. Dans un excellent article, publié par le *Spectateur militaire* (15 octobre 1867), M. Thomas Auquetil donne des extraits d'un rapport officiel, relatif aux épreuves que le Peabody a subies en Prusse. Nous résumons les principaux faits... L'arme se manie facilement, que le tireur soit debout ou couché par terre. Le mécanisme est simple; il est à l'abri des influences atmosphériques. « Après quatorze jours « de tir consécutif par une température quelconque, il a été constaté, les « canons seuls ayant été nettoyés, qu'il ne se trouvait dans la batterie qu'un « peu de rouille, ce qui n'empêchait nullement l'arme de fonctionner. » Les ratés ne se produisent pour ainsi dire jamais. Comme arme de main, il est aussi solide qu'un fusil ordinaire; le canon, le fût et le mécanisme sont reliés solidement.

« Les munitions du fusil Peabody sont excellentes. Huit cartouches, exposées en plein air pendant le printemps dernier, par un temps variable, n'ont pas augmenté sensiblement de poids et n'ont perdu que fort peu de leur puissance propulsive. Par contre, huit cartouches immergées pendant quatre jours pesaient 0sr,03 de plus; bien qu'elles fussent encore inflammables, leur force de propulsion étaient devenue presque nulle.

« La cartouche métallique du système Peabody détermine une obturation précise, uniforme. Il ne s'est produit aucun déchirement de douille, de sorte que la batterie n'est nullement sujette à s'encrasser, même après un tir prolongé. »

Les épreuves pour la justesse et la pénétration ont été satisfaisantes, mais elles n'ont eu lieu que jusqu'à la distance de 800 pas. Il est inutile de citer des chiffres. Notre fusil 1866 offre un tir à la fois plus étendu et plus précis.

La rapidité du tir a été au maximum de 15 coups par minute et en moyenne de 13

Nous n'avons dissimulé aucun des avantages reconnus au système Peabody.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce fusil vaut mieux que bien d'autres; ce n'est toujours pas par l'élégance, l'harmonie des proportions et des lignes, qu'il a cherché à gagner ses juges.

FUSIL DE M. REMINGTON, A ILION (ÉTAT DE NEW-YORK) (planche 137).

Le fusil qui est connu sous le nom de M. Remington, qui l'a construit, a été inventé par MM. Rider et Gerger. Son mécanisme que représentent les figures 9 et 10 est des plus simples.

Comme dans le fusil Peabody, le canon et le fût sont réunis à la couche par un système de pièces de forte tôle, qui renferment la platine et le système de culasse. C'est tout ce que le fusil Remington a de commun avec d'autres armes. Le pontet est fixe et ne peut jouer aucun rôle dans le chargement.

L'obturateur A porte une crête quadrillée, au moyen de laquelle on peut le faire tourner autour de l'axe *a* lorsque le chien est armé; une tige de percussion, qui est indiquée en pointillé, traverse l'obturateur et transmet à la cartouche le choc du chien. Un levier B, pivotant autour de l'axe *b*, est pressé par un ressort contre le pied de l'obturateur, qu'il maintient appuyé contre la tranche du tonnerre.

Le chien qui est placé dans l'intérieur de l'arme sert de noix; la partie antérieure au-dessous de la tête est taillée en excentrique. Au moment où le chien s'abat pour enflammer la charge, cette portion vient en contact avec l'obturateur, qui ne pourrait céder à l'action des gaz qu'en brisant l'arbre *d* qui sert d'axe de rotation au chien, et qui est d'un fort diamètre (environ 10 millimètres).

Lorsqu'on veut recharger on arme le chien, on arme également l'obturateur, c'est-à-dire qu'on lui imprime un mouvement analogue (figure 10) en découvrant l'ouverture du canon; l'obturateur fait mouvoir l'extracteur qui fait sauter la douille vide, car on emploie nécessairement des cartouches qui produisent l'obturation. On place une nouvelle cartouche dans le canon, on ferme l'obturateur et l'arme est prête.

Lorsque le tonnerre est ouvert, le chien ne peut pas s'abattre accidentellement, même si l'on pressait sur la détente. En effet, le levier B, qui appuie dans une rainure de l'obturateur quand on ferme pour le tir, porte pendant le chargement sur la partie pleine, ce qui fait relever sa partie postérieure qui sert d'arrêt à la gâchette et empêche qu'elle ne puisse quitter les crans de la noix.

FUSIL SNIDER-ENFIELD (planche 137).

La carabine Enfield a été l'objet d'une transformation qui permet le chargement par la culasse et qui est dû à Snider. La fig. 7 représente en plan la culasse mobile et le derrière du canon ouvert pour le chargement.

On a enlevé la partie supérieure du canon sur une longueur d'environ 5 centimètres, pour pouvoir introduire la cartouche. Cet espace est rempli par la pièce de culasse, qui pivote sur un axe parallèle à celui du canon et fixé à droite de l'arme. En se servant de la saillie qui est à gauche quand l'arme est fermée, et que la fig. 7 représente en *a*, on ouvre et on ferme le canon avec facilité. On emploie des cartouches métalliques à inflammation centrale. La pièce de culasse A porte une broche oblique, qui part de l'extérieur à l'emplacement de la cheminée pour aboutir au milieu de la base de la cartouche. Un ressort à boudin presse cette broche qui arrase la tranche antérieure de la pièce de culasse et fait un peu saillie à l'extérieur. C'est sur cette broche que frappe le chien pour faire partir le coup. Le bloc de culasse a aussi un mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement de va et vient, suivant la longueur du canon ; ce mouvement permet à une griffe qui y est fixée de retirer les douilles vides après chaque coup.

Le système Snider a été inspiré par des modèles français, en particulier par celui de M. Schneider. Il a depuis été imité pour transformer les fusils français en armes se chargeant par la culasse. Il n'y a pas lieu de donner des détails sur cette transformation.

Fusils à répétition.

Encore une idée fort ancienne qui a été à plusieurs reprises appliquée de plusieurs manières différentes. Mais il faut dire que les armes ayant en magasin plusieurs charges que l'on introduit successivement dans le canon, en armant ou en faisant jouer un mécanisme, n'ont présenté quelque valeur et ne peuvent inspirer de sécurité que par l'emploi de cartouches métalliques, qui est assez récent.

Les armes à magasin de cartouches permettent de tirer plusieurs coups beaucoup plus rapidement que les meilleurs systèmes de fusils se chargeant par la culasse. Beaucoup de gens pensent encore aujourd'hui qu'on s'exagère la valeur d'un tir de dix coups par minute et plus, que cette précipitation entraînerait une immense consommation de munitions sans grands résultats, puisque les hommes ne verraient plus l'ennemi et ne viseraient plus. Pour la défense très-rapprochée on doit pourtant admettre que la multiplicité des feux, qui dépend avant tout de la promptitude du chargement, aurait de grands avantages. Si ce fait était admis sans contestation, il faudrait bien en venir aux fusils qui brûlent rapidement des cartouches placées d'avance dans leur réservoir.

Comme la nécessité de feux aussi vifs est très-exceptionnelle, l'arme devrait être susceptible de se charger à chaque coup, en conservant sa réserve qui ne serait que de 4 à 6 cartouches : le soldat aurait la faculté, quand il le jugerait nécessaire, de mettre en action le mécanisme qui opère automatiquement le chargement. Dans les modèles d'armes pareilles qui ont déjà été construites, on a cherché souvent à emmagasiner trop de coups ; le poids du fusil est augmenté, ce qui est fâcheux. Il y a encore un autre inconvénient qui n'est pas sans importance et qui résulte du déplacement du centre de gravité, suivant le nombre de cartouches qui restent ; le soldat est pour ainsi dire à chaque instant comme s'il changeait de fusil.

FUSIL DE M. ALBERT BALL, A WORCESTER (ÉTATS-UNIS) (planche 137).

La fig. 13 montre l'arme vue extérieurement, et les fig. 14 et 15 la représentent coupée pour faire voir le mécanisme.

L'ouverture D (fig. 13) percée sur le côté droit de l'arme au-dessus du corps de platine, en avant du chien, sert à introduire les cartouches dans le magasin qui doit alimenter le canon ; elle sert également pour donner passage aux douilles métalliques vides qui sont extraites du canon et projetées au dehors après chaque coup.

Les cartouches sont renfermées dans un tube parallèle au canon et pressées par un piston qu'un ressort à boudin pousse contre l'extrémité du côté du tonnerre. Pour charger, on commence par porter en avant ce piston et on le fixe ; puis on arme, on baisse la sous-garde et l'on introduit successivement les cartouches par l'ouverture D dans le magasin où elles glissent, si l'on a soin de pencher un peu la bouche vers le sol. Lorsque toutes les cartouches sont entrées on dégage le piston et le ressort à boudin qui tend à les faire sortir ; quand le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pontet est en place, une saillie de la pièce E maintient les cartouches dans le magasin.

Lorsqu'on veut se servir du fusil, on l'arme d'abord; le mouvement du chien fait agir le crochet H, fixé sur la noix, qui tire la pièce E', et lui fait quitter l'épaulement *e*. Cela fait, on rabat le pontet C qui tourne autour d'un axe fixe *t*. Le pontet est articulé avec la pièce de culasse E et la pièce de culasse F, à laquelle nous donnerons le nom de conducteur. Pendant qu'on rabat le pontet, le conducteur F forme un plan incliné sur lequel monte une cartouche poussée par le ressort à boudin : en même temps la partie antérieure de la culasse E s'abaisse et présente une entaille demi-circulaire dans laquelle se loge la cartouche. La fig. 15 montre bien les deux positions successives de la cartouche.

Lorsqu'on remet le pontet en place, la pièce de culasse remonte en emportant une cartouche, et elle vient s'appliquer contre le derrière du canon. On voit par les fig. 14 et 15 que vers la tranche postérieure une partie du canon est enlevée, et que l'espace correspondant est occupé par la pièce de culasse. Cette disposition permet à la pièce de culasse d'apporter la cartouche et de retirer la douille après le coup. Enfin la pièce E' est relevée et maintenue contre l'épaulement *e* lorsque le chien s'abat ; la pièce qui la maintient alors est une came qui fait partie de la noix.

Ainsi la came H et le crochet K fixés à la noix agissent en sens contraire sur la queue articulée de la pièce E, l'une pour la dégager de l'épaulement quand on veut charger, l'autre pour l'y maintenir appuyée, et assurer la fixité de la pièce de culasse pendant le tir.

Lorsqu'on vient de tirer, si l'on arme et qu'on abaisse le pontet, la pièce de culasse retire du canon l'enveloppe de la cartouche qui vient de servir ; puis un levier fixé à l'intérieur de l'arme du côté gauche est poussé par un ressort, et il chasse la douille vide par l'ouverture qui a servi à introduire les cartouches dans le magasin. L'opération du chargement s'exécute ensuite comme nous l'avons indiqué.

Il reste à indiquer que l'on peut se servir du fusil de M. Ball comme d'un fusil ordinaire se chargeant par la culasse et chargé par le tireur à chaque coup. Pour cela, on n'a qu'à tourner au moyen d'une petite poignée fixée sur la droite de l'arme une goupille ronde qui arrive dans l'intérieur du magasin des charges. Cette goupille, visible (fig. 14) au-dessus de F, est entaillée sur une partie ; suivant la manière dont elle est tournée, elle laisse passer les cartouches ou les empêche de sortir. Dans ce cas, on charge à chaque coup en mettant directement une cartouche dans la cavité de la pièce de culasse. On conserve les cartouches qui sont renfermées dans les magasins pour les moments où il serait utile de tirer un certain nombre de coups le plus rapidement possible.

FUSIL A RÉPÉTITION DE M. SPENCER (planche 137).

Les cartouches sont emmagasinées dans un cylindre que renferme la crosse. Il en résulte une meilleure répartition du poids. En même temps le danger, très-peu probable il est vrai, qui résulterait de l'inflammation accidentelle des cartouches se trouve singulièrement aggravé.

La figure 8 représente une coupe de l'arme chargée et prête à tirer; la figure 3 représente l'ensemble du fusil, en même temps qu'elle fait voir en coupe le mécanisme pendant le chargement.

Les pièces du fusil Spencer, qui sont particulières au système, sont les suivantes :

1° Un tube fixé dans la crosse et ouvert par les deux bouts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Un deuxième tube qui entre dans le premier ; c'est celui qui renferme les cartouches, un piston et un ressort à boudin pour les pousser sur les pièces du mécanisme qui servent au chargement. On retire ce tube par le côté de la plaque de couche pour le remplir de cartouches.

3° Le mécanisme de chargement comprend un bloc A qui tourne autour du point *a* lorsqu'on baisse le pontet ; c'est sur ce bloc qu'est fixé l'obturateur B au moyen d'une goupille ; le ressort à boudin *c* tend à écarter l'obturateur du bloc A. L'obturateur porte une broche D qui sert à transmettre à la cartouche la percussion du chien. Il faut aussi indiquer une pièce E fixée au-dessus de l'obturateur et dont un ressort F tend à abaisser la partie antérieure. Enfin l'extracteur sert à rejeter les douilles vides hors du canon.

Dans l'arme fermée (fig. 8), c'est le bloc qui arrête dans le magasin les cartouches que le ressort à boudin tend à en faire sortir. Lorsqu'on abaisse le pontet, le bloc et l'obturateur s'abaissent et ils prennent la position qu'indique la fig. 3 : une cartouche passe par dessus l'obturateur ; il n'en peut passer qu'une, parce que la pièce D qui s'est abaissée la maintient et arrête les autres. Lorsqu'on relève le pontet au moment où la pièce D cesserait de produire cet effet, l'échancrure postérieure du bloc saisit la cartouche la plus avancée et la maintient comme quand l'arme est fermée.

La cartouche qui a été saisie est maintenue entre l'obturateur et la pièce D jusqu'à ce qu'elle soit introduite dans le canon. La pièce D sert aussi à guider les douilles que chasse l'extracteur lorsqu'on ouvre pour charger ; c'est ce qui est indiqué en N (fig. 3).

Le chien reste abattu pendant le chargement. Le mécanisme qui sert à introduire la cartouche et à fermer le canon est entièrement indépendant des pièces de la platine.

Revolvers.

L'idée première des revolvers n'est pas nouvelle ; on peut voir au musée d'Artillerie et au musée de Cluny de très-anciennes armes à feu dans lesquelles un canon unique est successivement mis en communication avec des tonnerres percés dans un bloc cylindrique que l'on fait tourner à la main avant d'armer. La solution moderne de ce problème n'en a pas moins une originalité réelle et un mérite sérieux ; on a perfectionné l'idée primitive au delà de toute prévision par des dispositions bien entendues et surtout en rendant automatique le mouvement de rotation du tambour qui porte les charges.

C'est d'Amérique que nous sont venus ces pistolets et ces carabines à plusieurs coups ; c'est encore aux États-Unis qu'on en fabrique le plus et qu'on les emploie le plus habituellement.

Les premiers revolvers ont été fabriqués par le colonel Samuel Colt, de 1836 à 1842, à l'usine de la compagnie des armes brevetées (Patent arm's Company) établie à Hartfort (Connecticut). Cette compagnie dépensa d'abord près de 780.000 fr., sans autre avantage que l'acquisition de l'expérience. Il y eut de nombreux tâtonnements. Quand on croyait la solution parfaite, on s'aperçut que très-souvent le jet de flamme d'une amorce enflammait les capsules voisines et que plusieurs coups partaient à la fois. On remédia à cet inconvénient par la disposition des surfaces de la tranche postérieure du tambour.

Pourtant en 1837, dans la guerre des États-Unis avec la Floride, ces armes produisirent de bons effets. Elles ne tardèrent pas à être l'objet d'un extrême engouement.

Il faut remarquer que la fabrication mécanique des armes qui commence à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peine à s'introduire chez nous fut appliquée en Amérique aux revolvers dès l'origine. Avec 300 ouvriers on put faire 250 revolvers par jour.

Les machines commençaient par forer et fraiser le centre du bloc hémisphérique où se fixait la broche préparée d'avance qui avait une extrémité filetée. Cette broche portait une rainure hélicoïdale destinée à recevoir l'huile qui diminuait les frottements pour la rotation des tonnerres.

Les opérations nécessaires pour dresser et percer le bloc hémisphérique qui reçoit l'effort du recul, creuser les cavités, tailler les cannelures et les orifices, l'exécution des surfaces planes et courbes, effectuées mécaniquement, préparaient le corps de platine à passer entre deux calibres d'acier trempé qui servaient de conducteurs pour percer, aléser et tarauder les trous. Le corps de platine subissait ainsi vingt-deux opérations différentes ; il ne restait pour le travail à la main qu'à enlever quelques barbures, adoucir les arêtes, tremper et polir.

Le tambour, destiné à renfermer les charges, était forgé plein avec un barreau d'acier, foré au centre, poli et gravé ; puis les tonnerres étaient percés par une machine, ce qui assurait la régularité de leur espacement. Le canon était aussi pris dans une barre d'acier fondu, forgé plein ; après l'avoir foré et calibré on le soumettait à divers appareils qui le dressaient et y façonnaient la saillie qui sert à le fixer au moyen d'une goupille. Il était ensuite taraudé et recevait une rayure parabolique.

Le revolver de M. Colt comprend les pièces principales suivantes :

1° La monture qui porte une platine à l'écossaise, c'est-à-dire que les crans de la noix sont entaillés sur le chien même qui est fixé à l'intérieur et dans le plan de tir. A la partie antérieure le corps se termine par un bloc d'acier hémisphérique qui porte en son milieu une broche également en acier. Cette broche traverse en son milieu le bloc qui porte les tonnerres, et elle lui sert d'axe de rotation. C'est à l'extrémité de cette broche que le canon est fixé par une saillie latérale percée et taraudée.

2° Le tambour qui porte les tonnerres et les cheminées. Entre les cheminées il y a six renflements qui empêchent l'inflammation de se communiquer d'une capsule à l'autre. Chacune de ces saillies porte une pointe sur laquelle on abat le chien quand on veut transporter le pistolet. C'est un excellent système de sûreté. Le tambour porte à sa partie postérieure des plans inclinés taillés autour de la broche. Le chien agit par transmission sur ces plans inclinés pour déterminer la rotation du tambour quand on arme.

3° Le canon ouvert par les deux extrémités et fixé sur la broche qui lui est parallèle.

Lorsqu'on arme, le tambour exécute un douzième de tour pendant que la gâchette parvient au cran de repos, et un autre douzième quand elle passe de ce cran au cran du bandé. Il suffit donc d'armer le pistolet après l'avoir déchargé pour amener devant le marteau la chambre et la cheminée voisines de celles qui viennent de faire feu. En arrêtant le chien au cran du repos, si on le dégage de l'arrêt pour l'abattre doucement, il portera sur une des pointes qui servent à le maintenir dans les transports.

Pour charger l'arme on met le chien au cran du repos et l'on fait tourner le tambour à la main. On place dans une chambre la poudre et une balle, d'un diamètre un peu plus fort que le calibre, qu'on fait entrer en pressant au moyen de la baguette à levier qui est fixée au canon. Après avoir répété cette opération six fois, on remet en place le levier-baguette le long du canon et on le fixe au moyen d'un arrêtoir situé vers la bouche. Les capsules sont placées sur les che-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minées par une échancrure ménagée dans le bloc hémisphérique qui fait partie du corps de platine.

Le chargement est un peu long; mais comme les balles sont forcées, l'arme chargée peut supporter les chocs dans les transports, ou les secousses que lui imprime un cheval au trot si elle est placée dans les fontes; les charges ne subissent pas de déplacement. On peut décharger très-rapidement les six coups, quoiqu'on ait besoin de s'aider de la main gauche pour armer. Lorsqu'on a armé, on vise en se servant d'une entaille pratiquée sur la tête du chien et d'un guidon fixé sur le canon. Cette disposition est vicieuse; au moment où l'on a lâché la détente, le chien s'abat et l'on n'a plus de ligne de mire déterminée par des points fixes pour continuer à viser et pour s'assurer qu'on maintient l'arme dans la direction du tir jusqu'à ce que le coup soit parti.

Nous ne chercherons pas à énumérer les innombrables modèles divers de revolvers qui ont été produits depuis le succès du colonel Colt. Il suffit certainement de signaler les principales idées originales dont l'application a eu pour résultat de doter l'arme de propriétés utiles.

En Angleterre, M. Adams a disposé sa platine de façon qu'on n'a pas besoin d'agir directement sur le chien pour l'armer; la pression que le doigt exerce sur la détente suffit pour armer d'abord, puis pour faire partir le coup. Ce double effet est produit très-simplement par un échappement. La détente tournant lorsqu'on la tire en arrière, soulève d'abord le chien et le conduit à la position qui correspond au cran du bandé; la détente continuant son mouvement, la gâchette s'échappe et laisse tomber le chien. Avant l'effet de l'échappement le tambour avait tourné de 1/6, de manière à amener une chambre chargée vis-à-vis le canon et sous le coup du chien. Dès que le coup est parti il suffit de cesser la pression du doigt pour que la détente et la gâchette reviennent à leur position normale et puissent reproduire, sous une nouvelle pression du doigt, les effets que nous venons d'indiquer.

On peut donc, en se servant de la main droite seule, tirer très-rapidement six coups; c'est un véritable feu d'artifice, et ce système a été l'objet de beaucoup d'éloges enthousiastes. Il est juste de dire que des armes de choix produites par des armuriers très-habiles, tirées avec des capsules en cuivre mince, ont donné de bons résultats. Mais en général, dans les pistolets que fournit le commerce, on trouve l'un des deux inconvénients suivants : 1° le ressort fait toujours partir les capsules, mais on a à faire un effort considérable pour armer. Le tir est ralenti; souvent on est obligé de s'aider de la main gauche pour avoir plus vite armé. 2° Le chien est conduit facilement au cran du bandé par la pression du doigt sur la détente. Dans ce cas le ressort est trop faible et l'on a souvent des ratés.

Le revolver de M. Adams présente quelques perfectionnements réels sur celui du colonel Colt pour la solidité et pour la facilité de viser. On vise au moyen d'une visière et d'un guidon, ce qui permet de tirer avec précision dans le cas où le ressort n'exige pas un effort trop grand qui fait faire à la main des mouvements irréguliers. Comme on n'a plus à agir directement sur le chien pour l'armer, cette partie de l'arme est raccourcie, privée de sa crête; elle ne masque plus la ligne de mire. Le canon se prolonge à la partie supérieure par une bande qui recouvre le dessus du tambour et complète la solidité de l'assemblage.

Dans le même ordre de perfectionnements pour la solidité et la justesse du pistolet, il est bon de citer le revolver de M. Devisme, qui de plus est élégant et très-bien en main.

M. Lefaucheux, si connu pour ses fusils de chasse à bascule, a trouvé un mode simple et pratique d'appliquer le chargement par la culasse aux revolvers en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employant des cartouches métalliques. Sur le côté droit de l'arme il a percé dans le bloc sur lequel appuient les chambres du tambour une fenêtre, comme l'indique la fig. 2 (page 122) en J. Lorsque cette fenêtre est ouverte, en faisant tourner le tambour à la main on peut introduire une cartouche dans chacune des chambres. Ces cartouches ont à la base un rebord qui empêche qu'elles puissent tomber en avant. Leur tranche postérieure est maintenue par le bloc qui porte la fenêtre J. Lorsqu'on a fait feu, on retire les douilles par cette ouverture en les poussant avec un levier disposé sur le côté, à peu près comme celui que le colonel Colt emploie pour forcer la balle.

Le revolver Lefaucheux, qui se charge facilement et conserve bien sa charge, est un des plus répandus. En France il a été adopté pour l'armement de la marine.

Aucun type d'arme à feu n'a été l'objet de plus d'études que celui des pistolets à plusieurs chambres percées dans un tambour tournant. La faculté de tirer vivement six coups, de faire face à plusieurs assaillants étaient des avantages réels; aussi les modèles n'ont pas manqué et beaucoup d'entre eux sont à la fois élégants et commodes. On a réussi à faire des armes portatives et très-bien en main. Pourtant il est certain que les revolvers sont restés des objets de luxe, et ils sont prônés surtout par ceux qui n'ont jamais eu à s'en servir sérieusement.

Les conseils chargés d'organiser l'armement des troupes dans tous les États militaires d'Europe les ont repoussés. On ne les a acceptés que pour la marine dans le cas d'un combat corps à corps. Les revolvers ne peuvent pas avoir une destination plus étendue. Leur système ne permet pas d'employer des charges de poudre assez fortes pour donner à la balle une force vive suffisante au delà de quelques mètres. L'effet d'un coup de revolver n'est pas comparable à celui que produit un coup de pistolet ordinaire. En dehors des expériences, nous avons des preuves nombreuses à l'appui de ce fait dans les récits qui nous arrivent d'Amérique et qui nous montrent toujours le peu d'effet d'une série de coups de revolvers échangés entre deux ou plusieurs adversaires.

Il y a en effet une perte de gaz par l'espace qui reste libre entre le tambour et la tranche postérieure du canon. Cette condition défavorable, qui tient au principe même de l'arme, oblige à réduire la charge au strict nécessaire, et la balle ne reçoit qu'une très-faible vitesse. De plus, à moins d'augmenter hors de toute mesure les dimensions et le poids, il faut se contenter de très-petits calibres. La balle pèse peu, elle manque de vitesse; le travail de la pénétration qu'elle peut produire, qui a pour mesure $\left(\frac{1}{2} m V^2\right)$, la moitié de sa masse par le carré de la vitesse, est donc relativement faible. L'habileté des constructeurs a obtenu des résultats plus ou moins bons relativement; mais les meilleurs de tous les revolvers ne peuvent inspirer quelque confiance que si l'on attend pour tirer que l'adversaire soit à cinq ou six pas; avec cette précaution on pourra le tuer ou le mettre hors de combat.

Nous avons dit que les armées européennes n'avaient pas accepté le revolver. Ce n'est pas que le besoin d'une arme à feu courte ne soit admis. Les cavaliers sont armés de pistolets qui n'ont aucune valeur. La plupart ne comportent pas la balle forcée et les secousses résultant du trot des chevaux suffiraient pour déplacer la cartouche ou même pour la faire sortir du canon; de la sorte, au moment où le pistolet devrait être employé il serait parfaitement inoffensif. Il n'est pas moins certain que le cavalier ne pourra jamais recharger dans les moments suprêmes où il est appelé à se servir du pistolet. Aussi une pareille arme pour la cavalerie devrait être à balle forcée, ou mieux à chargement par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culasse. Ces faits ne sont contestés par personne ; mais il n'est pas facile de construire un bon pistolet se chargeant par la culasse. La difficulté est plus grande que pour le fusil, et pourtant pour les armes de l'infanterie elle est loin d'être résolue d'une manière incontestée. Enfin il reste à dire qu'on hésitera toujours à donner à la cavalerie une arme qui ne peut tirer qu'un seul coup, dont elle n'aura besoin que dans des cas rares, si cette arme est chère et compliquée. Le revolver aurait résolu le problème d'une manière satisfaisante, si l'effet des balles qu'il lance eût été plus redoutable.

Ces considérations générales nous conduisent à parler du système du colonel Le Mat, qui réunit des conditions qui semblaient s'exclure, la puissance balistique des pistolets ordinaires et la faculté de tirer vivement plusieurs coups sans recharger. Comme son prototype imaginé par le colonel Colt, ce revolver nous est arrivé d'Amérique il y a quelques années. Il se chargeait alors par la bouche et il avait été utilement employé dans la guerre entre les fédéraux et les confédérés. Nous avons eu sous les yeux un rapport complétement favorable d'une commission convoquée par le département de la guerre à Washington, et un autre rapport émanant de l'école militaire de West-Point, qui le signale comme supérieur à toutes les armes de même genre qui ont été construites précédemment. Le colonel Le Mat a tellement modifié et perfectionné sa première conception, que l'arme dont la description suit et qui se charge par la culasse peut être considérée comme entièrement nouvelle. Les avantages qu'elle présente peuvent se résumer en quelques mots : sans sacrifier l'élégance et la solidité, en conservant un poids commode, le colonel Le Mat a réussi à produire une arme qui est à la fois un puissant pistolet et un revolver à tir rapide.

L'idée première est des plus simples. Elle consiste à prolonger la broche qui sert d'axe au tambour, à augmenter un peu son diamètre et à la forer pour en faire un canon central. Il n'y aurait qu'un avantage peu important à obtenir ainsi un coup de plus ; mais la conception qui, à ce point de vue, ne serait qu'ingénieuse devient extrêmement importante, parce qu'elle introduit dans le système du revolver un nouveau canon qui n'est pas brisé et qui se trouve dans les mêmes conditions que celui d'un pistolet ordinaire. On peut donc le tirer à forte charge, sans avoir à craindre des fuites de gaz ; par suite la balle aura une vitesse supérieure et un pouvoir de pénétration très-effectif.

L'arme ainsi construite est une nouveauté du plus haut intérêt pour l'armement des troupes, surtout pour la cavalerie et pour la marine. Le canon central lançant à grandes portées un puissant projectile produira les mêmes effets que les meilleurs pistolets d'arçon. L'homme qui s'en servira aura de plus l'avantage d'une confiance qui augmentera son sang-froid et la précision du tir ; il saura qu'après avoir déchargé le coup central contre des ennemis éloignés, il ne restera pas désarmé ; il aura comme défense encore efficace pour l'attaque rapprochée les neuf coups de revolver.

On peut aussi charger le canon central avec une cartouche à mitraille. C'est une idée américaine qui est loin d'être en faveur en Europe auprès des hommes spéciaux. Elle a pourtant une valeur réelle pour le tir à courte distance. La cartouche à mitraille convient parfaitement à l'homme qui ne fera usage de son arme que pour se défendre contre des assaillants qui n'ont pas d'armes à feu, et qui ne devra tirer que de près lorsque l'agression sera certaine. Dans ce cas la dispersion des sept projectiles qui composent le chargement pourra suppléer à l'habileté et au sang-froid du tireur.

Le colonel Colt a ouvert une voie féconde à de nombreux inventeurs en créant le revolver moderne. Nous avons indiqué les principales phases par lesquelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a passé l'arme à canons tournants avec les constructions Adams, Lefaucheux, Devisme, etc., etc. On peut dire que toutes les combinaisons possibles ont été essayées et que l'idée du canon central, en donnant la puissance de pénétration au plus haut degré, vient couronner l'œuvre.

L'histoire des perfectionnements du revolver pourrait bien s'arrêter momentanément au colonel Le Mat. Il y aurait ainsi une coïncidence singulière : le colonel Colt a construit le revolver d'usage ordinaire, le colonel Le Mat a créé le revolver de guerre. Les deux modèles nous sont arrivés des États-Unis d'Amérique; pourtant le dernier a été assez étudié et perfectionné chez nous pour qu'on puisse le regarder comme une arme française.

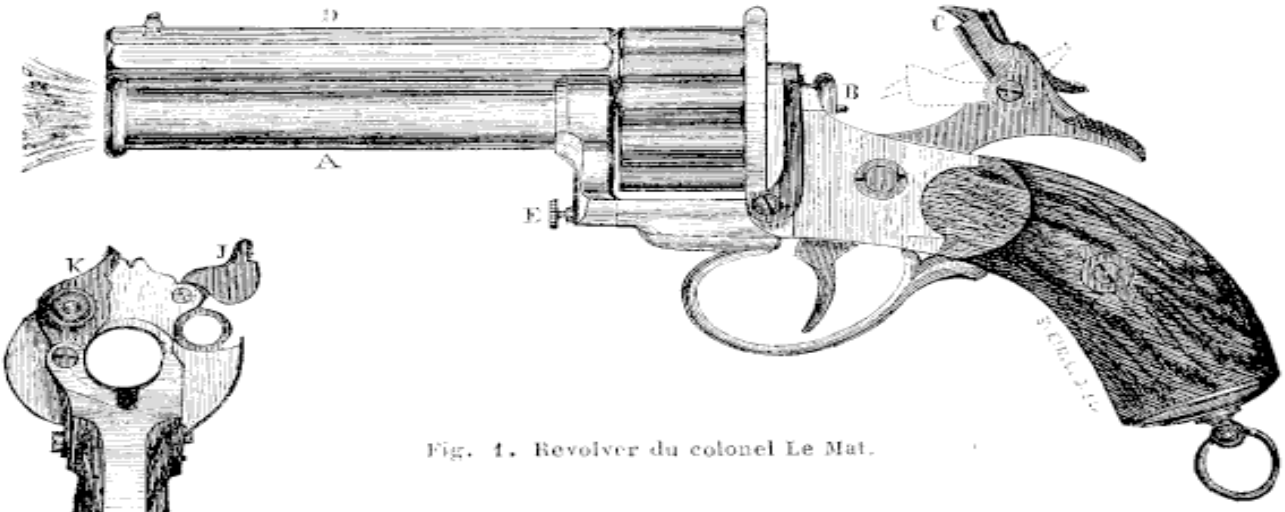


Fig. 1. Revolver du colonel Le Mat.



Fig. 2.

La description du revolver à coup central n'exigera maintenant que peu de développement.

La fig. 1 représente l'élévation latérale vue du côté gauche, le chien disposé pour tirer les coups du revolver.

La fig. 3 représente la coupe longitudinale des canons et du tambour, le chien disposé pour faire partir le coup central.

Les fig. 5, 6, 7 et 8 représentent les cartouches qui sont métalliques et à inflammation centrale; elles appartiennent aux fabrications bien connues de la maison A. Chaudun fils et Derivière.

La figure 2 donne une vue de l'arme du côté de la crosse. On a supposé le chien brisé pour découvrir le canon central qui est ouvert pour le chargement, ainsi que l'échancrure latérale qui sert à introduire les cartouches dans le tambour.

La fig. 4 est une coupe du tambour tournant faite perpendiculairement à l'axe.

On voit, d'après ces figures, quelles sont les particularités de construction que présente l'arme. Le revolver se charge par la culasse, d'après le système Lefaucheux, quand on ouvre la porte J. Le tonnerre du canon central est découvert à sa partie postérieure en faisant tourner l'obturateur K, qui est solidement fixé quand on le remet en place après avoir opéré le chargement.

La pointe C du chien percute directement les cartouches du revolver; la percussion du chien est transmise à la cartouche centrale par une broche située dans l'obturateur K de la fig. 2, qui est marqué B dans la fig. 3. Comme le chien doit frapper en deux points différents, suivant qu'on veut faire partir les coups du revolver ou le coup central, la tête C est articulée et elle porte une petite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crête au moyen de laquelle on peut, avec le pouce de la main droite, lui donner la position convenable.

Fig. 3.

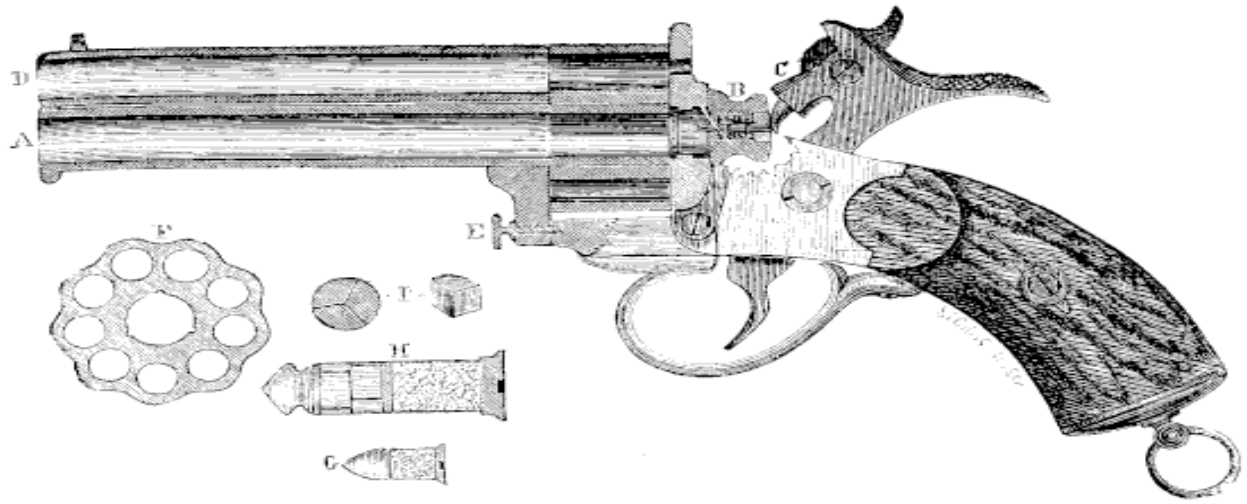


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Comme dans tous les revolvers, le tonnerre tourne quand on arme; le mouvement de rotation est produit par l'action du chien sur le rochet lorsqu'on passe de l'abattu au cran du repos. Pour tirer le coup central le chien s'abaisse moins qu'au cran du repos; après avoir fait partir le coup, si l'on arme, le tambour ne tourne pas et l'on a alors en face du canon du revolver le tonnerre chargé qu'on y avait amené en armant avant de faire partir le coup central.

MITRAILLEUSES.

Batteries de petits canons (Pl. 134).

Les mitrailleuses ou batteries de canons de fusil n'ont pas encore figuré dans une affaire importante; imaginées depuis peu, elles sont fort peu connues dans leurs détails. Mais les effets qu'elles peuvent produire, le grand nombre de projectiles qu'elles sont en état de lancer avec justesse dans un temps très-court ont excité dans le public une certaine émotion et une vive curiosité. On s'est occupé de ces nouveaux engins de guerre dans plusieurs pays d'Europe et en Amérique. Nous donnerons la description de la batterie Gatling qui a figuré à l'Exposition; c'est la seule qu'il nous ait été donné de voir et sur laquelle nous puissions citer des expériences sérieuses.

A diverses reprises et dans beaucoup de contrées on a eu l'idée de réunir plusieurs canons de fusil sur un châssis ou sur un affût, afin de pouvoir, à un moment donné, décharger tous les coups à la fois. Cette combinaison a pu offrir quelques avantages dans des cas spéciaux contre un ennemi peu entreprenant; mais elle présentait un inconvénient capital, celui de ne produire qu'une décharge. Il aurait fallu retirer après l'appareil et le remplacer rapidement par un autre prêt à faire feu pour faire face aux assaillants, pendant qu'on rechargeait derrière un abri.

Dans la courte et glorieuse expédition de Chine, nos soldats n'ont eu guere

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à souffrir d'engins de cette espèce qu'employait l'ennemi dans les forts et sur le champ de bataille. Ils étaient composés d'un cadre sur lequel étaient fixés parallèlement huit ou dix longs fusils (*gingols*) que l'on faisait partir tous à la fois ; le cadre était placé sur une voiture.

Le nouvel engin présente l'idée de batteries formées avec des canons de fusil sous une forme neuve et pratique ; aussi les résultats qu'il produit sont hors de toute comparaison avec ceux qu'on pouvait attendre de l'appareil primitif et intermittent qui a été essayé, mais qui n'a jamais pu être régulièrement employé. Dans les mitrailleuses, des cartouches à enveloppe métalliques sont fournies par boîtes à l'appareil ; on tourne une manivelle et par ce simple mouvement chaque canon reçoit sa charge, tire, reçoit une autre charge et ainsi de suite. Le nombre de coups par minute dépend de la vitesse de rotation et du nombre de canons. Avec 10 canons, dans un dernier modèle, M. Gatling a pu tirer 300 coups par minute.

On peut considérer comme une vitesse de tir excessive pour les canons de campagne 3 coups par minute ; même dans les moments de danger on ne tire guère que 2 coups par minute avec des canonniers exercés et de sang-froid. Les boîtes à balles des canons de 4 de campagne renferment 41 balles, celles des canons de 12 en renferment 98 ; mais les canons de 12 sont des pièces de réserve.

On voit donc que comme nombre de balles lancées dans une minute la mitrailleuse a l'avantage sur le canon de campagne tirant à mitraille. Au point de vue de la justesse, l'avantage est encore plus considérable. Les balles renfermées dans une boîte en zinc ou en fer que lance une bouche à feu se dispersent et elles ne présentent d'efficacité que jusqu'à 4 ou 500 mètres. Les balles lancées par les canons des batteries mécaniques ne sont pas heurtées par les voisines ; chacune d'elles est tirée comme si elle était seule. La portée et la justesse dépendent uniquement des rayures, de la forme de la balle, de la charge de poudre et de la bonne confection de l'appareil. On peut donc donner à ces balles la même puissance aux grandes distances que possèdent les balles des fusils rayés ordinaires.

On peut aussi, en augmentant le calibre, obtenir un système de fusils de rempart qui trouverait son emploi sur les champs de bataille, comme dans l'attaque et la défense des positions retranchées. Ces armes ayant une grande précision de tir, de longues portées et une force balistique très-supérieure à celle des fusils ordinaires, seraient un auxiliaire utile des feux de l'infanterie. Elles permettraient d'agir avec une puissance redoutable, non-seulement contre une colonne ennemie, mais encore et surtout contre les batteries d'artillerie dont elles détruiraient les chevaux et feraient éclater les coffres. Il est important d'ajouter que l'explosion des coffres sous le choc des projectiles est devenue plus facile dans la nouvelle artillerie que dans l'ancienne, à cause des fusées percutantes des projectiles creux, et principalement à cause des cartouches pour les fusils se chargeant par la culasse, dans lesquelles l'amorce fulminante est en contact immédiat avec la poudre.

Pour qu'une mitrailleuse soit d'un usage commode, elle doit remplir beaucoup de conditions. La première est que son poids soit suffisant pour que l'effet de recul des canons ne dérange pas le système. Lorsqu'on a pointé, on peut ainsi tirer un grand nombre de coups tant que l'ennemi ne change pas de direction. Cette nouvelle artillerie sera ainsi très-mobile ; elle pourra avec avantage remplacer les pièces régimentaires auxquelles on a eu plusieurs raisons de renoncer, mais qui présentent pourtant des avantages importants dans beaucoup de circonstances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on renonçait à donner à l'infanterie un instrument susceptible d'une puissance balistique et d'un effet de pénétration supérieurs à ceux du fusil, on pourrait donner aux canons des mitrailleuses le calibre des fusils, et chaque régiment serait suivi d'un certain nombre de caissons dont les munitions serviraient également pour les deux armes.

Cette unité de cartouches offrirait des avantages ; nous croyons pourtant qu'il vaudrait mieux employer un plus fort calibre pour les mitrailleuses, afin de procurer des effets que le fusil ordinaire ne peut pas produire. Mais quelque solution qu'on adopte, avec de bonnes cartouches et un mécanisme solide et simple les mitrailleuses paraissent destinées à jouer un rôle important dans les guerres futures pour soutenir les troupes d'infanterie. Elles serviront ainsi de transition entre les armes portatives et l'artillerie proprement dite.

Mitrailleuse de M. Gatling (Pl. 154).

M. Gatling a pris, en mai 1864, un brevet pour sa batterie de canons tournants, dont la fig. 1 représente l'aspect général. Le type qu'il a produit constitue par ses excellents effets une invention nouvelle à laquelle des combinaisons mécaniques ingénieuses, réalisées par une fabrication parfaite, donnent une valeur incontestable.

Nous distinguerons les diverses pièces en deux classes, suivant qu'elles sont fixes ou qu'elles participent au mouvement de rotation pendant le tir.

L'appareil fixe comprend :

1° Un fort châssis de forme rectangulaire allongée H qui est muni de 2 tourillons F (fig. 1 et 6) qui sont fixés à l'affût par des susbandes, comme pour les canons. Le châssis supporte toutes les pièces de la mitrailleuse. Il peut osciller autour des tourillons pour donner des angles de tir convenables, suivant les distances.

2° Un manchon W (fig. 10) porte à l'intérieur des saillies en hélice ; elles font l'office d'excentriques pour produire les mouvements alternatifs qui servent à faire jouer le mécanisme de la culasse mobile et de la platine.

3° Un anneau, dont un des bouts est taillé en hélice X (fig. 9), agit comme un excentrique pour armer l'appareil percutant qui détermine l'inflammation de la charge.

4° Deux demi-cylindres J fixés sur le châssis H par des boulons forment du côté de la crosse une enveloppe continue qui renferme les manchons X et W, ainsi que le mécanisme de platine et de culasse. Le cylindre ainsi obtenu est fermé par un couvercle vissé qui se termine par un bouton de culasse O (fig. 6 et 7), ce qui donne à l'ensemble de cette partie du châssis, avec l'enveloppe, l'apparence d'un canon ordinaire.

5° En avant de ce cylindre se trouve une pièce demi-cylindrique qui est fixée par la charnière A (fig. 6), autour de laquelle elle peut tourner. Cette pièce porte suivant une partie d'une génératrice une ouverture qui sert à introduire les cartouches ; à gauche de cette ouverture est un plan incliné muni de rebords sur lequel on met par paquets les cartouches que la mitrailleuse doit consommer. La partie inférieure de l'appareil qui correspond à ce plan incliné n'a pas d'enveloppe ; c'est par l'ouverture qu'elle présente que les douilles vides retirées des canons qui ont fait feu sortent et tombent sur le sol.

6° Enfin le petit côté antérieur du châssis H porte un guidon et le cylindre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culasse est muni d'une hausse. L'affût ne présente aucune particularité ; on donne l'angle au moyen d'une vis de pointage.

Les parties mobiles sont les suivantes :

1° Un axe central sur lequel sont fixés les canons de fusil, les mécanismes de platine et de culasse. Cet axe est lié au châssis de manière à pouvoir tourner librement ; il porte à sa partie postérieure une roue d'angle qui est conduite par un pignon qu'on fait tourner avec une manivelle placée (fig. 1) sur la droite.

2° L'axe porte 2 disques S fixés à demeure qui supportent et maintiennent 6 canons de fusil ; ces canons traversent le disque antérieur, mais ils sont vissés sur le disque postérieur.

3° En arrière des canons se trouve un cylindre Q (fig. 6 et 7) également lié à l'axe et tournant avec lui. Ce cylindre porte extérieurement vis à vis de l'âme de chaque canon une cannelure qui reçoit une cartouche chaque fois qu'elle passe sous le plan incliné extérieur où nous avons dit que les cartouches sont placées par paquets entiers. Il fait l'office de pourvoyeur.

4° Vis à vis chaque canon et tournant avec lui se trouve un mécanisme complet pour fermer la culasse et faire feu. Les pièces de ces mécanismes, pour les 6 canons, sont renfermées dans un cylindre P placé en arrière du pourvoyeur Q, et tournant comme lui avec l'axe central auquel il est invariablement lié.

Lorsqu'on imprime à l'axe et à toutes les pièces qui y sont fixées un mouvement de rotation, après avoir préalablement placé un paquet de cartouches sur le plan incliné, pendant que l'axe fait un tour, le mécanisme exécute successivement les opérations suivantes, pour un canon :

1° Il prend une cartouche au bas du plan incliné :
2° Il l'introduit dans l'âme et ferme la culasse :
3° Il arme ;
4° Il met le feu ;
5° Il retire la douille vide de la cartouche.

Chaque canon fait feu en arrivant à la partie inférieure. Excepté dans le premier tour, on tire six coups par chaque tour que fait l'axe N.

L'invention de M. Gatling s'est produite trop tard pour qu'elle ait pu jouer un grand rôle dans la guerre entre le nord et le sud des États-Unis ; mais l'emploi limité qui en a été fait a porté les officiers de l'artillerie américaine à l'apprécier très-favorablement. Ce nouvel engin se charge et tire d'une manière continue ; il suffit qu'on fournisse de cartouches le plan incliné et qu'on tourne toujours la manivelle K. S'il est nécessaire il peut tirer 1000 coups sans interruption. Ces résultats ont été constatés en Amérique ; ils ont été aussi constatés en Angleterre, dans des expériences faites à Shœburiness. Des essais ont été faits aussi en France et ils ont donné de bons résultats.

M. Gatling a fait construire deux modèles de grandeur différente qui figuraient à l'Exposition universelle : l'un a 1 pouce (25^{mm}.4) de calibre et peut tirer 100 coups par minute ; l'autre du calibre de 0^{p},50 (12^{mm}.7) peut tirer 200 coups par minute. Nos dessins représentent le premier : dans les coupes qui indiquent les pièces du mécanisme pour éviter la confusion des détails, nous n'avons représenté que 4 canons au lieu de 6. Dans les 2 modèles, les détails du mécanisme sont les mêmes, excepté que les broches de percussion ou marteaux sont arrangés dans la petite mitrailleuse pour enflammer les cartouches sur le bord (*rim fire*), au lieu de les enflammer au centre (*central fire*).

Il y a pour chaque grandeur de canons 2 cartouches qui sont représentées fig. 2 et 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cartouche à balle pleine est employée pour les grandes portées : l'autre, destinée au tir à courtes distances contient 15 petites balles de 1/2 pouce (12mm.7) et une balle plus forte qui forme la tête de la cartouche. La balle de la fig. 2 pèse 7 1/2 onces (212g.63) et le coup à mitraille renferme 7 onces (198g.4) de plomb ; la charge de poudre est la même dans les deux cas.

L'amorce fulminante est placée en A dans une rainure transversale sur la base de l'enveloppe de chaque cartouche.

Nous pouvons maintenant décrire le mécanisme avec plus de détail ; mais ce que nous en avons dit doit suffire à beaucoup de personnes qui retrouveront plus loin des renseignements moins techniques, d'une lecture plus facile. Il ne nous a pas été possible de faire à l'Exposition les dessins de la pl. 154 ; nous devons avertir le lecteur que ceux que nous avons pu nous procurer présentent quelque obscurité. Les détails sont du reste nombreux et il était difficile de les indiquer tous clairement à une petite échelle.

La fig. 1 est une vue perspective de la mitrailleuse en batterie. On voit le plan incliné situé à gauche où doivent se placer les cartouches, et à droite la manivelle qui sert à faire tourner les canons.

La fig. 6 représente une section horizontale partielle par un plan horizontal suivant l'axe, montrant des portions du mécanisme en plan.

La fig. 7 est une coupe verticale suivant l'axe, les verrous et la manivelle étant montrés en élévation.

La fig. 10 donne la vue perspective de l'anneau, avec ses plans inclinés, placés en spirale relativement à l'axe du canon ; ces plans inclinés servent à donner le mouvement longitudinal aux verrous et broches de culasse.

La fig. 9 est une vue perspective de l'anneau (*cocking-ring*) qui est employé pour tirer les marteaux (*hammers*) en arrière, et les dégager pour enflammer la charge lorsque le canon a été préparé.

La fig. 12 est une section transversale faite par un plan perpendiculaire à l'axe du canon ; elle montre le plan incliné, la boîte à cartouches et le moyen employé pour fournir des cartouches aux canons.

La fig. 15 est une vue de l'extrémité du cylindre, dans lequel les verrous sont renfermés et montrent les ouvertures qui, dans ce cylindre, servent de guides aux verrous de culasse.

La fig. 16 est une élévation du cylindre qui renferme les verrous et le mécanisme de platine.

La fig. 5 est une section longitudinale montrant une des boîtes à cartouches, d'où les cartouches sont fournies au canon ; c'est une section faite suivant la ligne *xx*, fig. 4, et elle montre les cartouches en place. On voit que chaque boîte porte à l'une de ses petites bases une porte oblique, fixée à charnière, qui sert à ne laisser passer les cartouches que une à une. De plus un couvercle entièrement mobile sert à maintenir la boîte fermée pour les transports.

La fig. 4 est une vue d'en haut de la boîte à cartouches.

La fig. 7 est une élévation d'un des verrous.

La fig. 8 est une section longitudinale par le centre d'un des verrous, suivant la ligne *zz*, fig. 7.

Fig. 11. Canon vu par derrière, avec le pignon et la roue d'angles ; on voit au milieu la tête de la vis qui ferme l'extrémité de la chambre occupée par les appareils de rotation.

La fig. 13 montre la porte qui est employée pour fermer une cavité dans le porte-cartouches lorsqu'on cesse temporairement de s'en servir.

Ce système de canons est monté sur un affût de forme ordinaire ; les tourillons F. qui se projettent hors du châssis (fig. 6), sont maintenus par des susban-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des: le châssis H supporte le canon à plusieurs tubes et tout l'appareil tournant. Lorsqu'on veut donner l'angle pour le tir, tout le système tourne autour des tourillons du châssis; la culasse est élevée et abaissée au moyen d'une vis. La portion tournante comprenant le cylindre des verrous, où se trouve le mécanisme qui charge et met le feu, le porte-cartouches et les tubes, est lié à un axe principal N dont l'extrémité antérieure visible près de la bouche des canons (fig. 1) est logée dans le petit côté antérieur du châssis H, et la partie postérieure dans un diaphragme ou cloison I, dans le compartiment cylindrique J, qui est maintenu par des boulons sur le châssis H. La rotation de cet axe et des pièces qui y sont fixées est produite au moyen d'une manivelle K, fixée sur l'arbre L qui porte un pignon d'angle, qui engrène avec une roue d'angle fixée sur l'arbre N, ce que la fig. 11 montre clairement.

L'appareil de rotation est situé dans une chambre qui occupe le derrière de l'enveloppe cylindrique J, et dont l'extrémité est fermée par une vis O, qui se termine par un bouton O, semblable au bouton de culasse des canons. On a disposé tout de façon que le cylindre P, qui porte le mécanisme pour charger et faire feu, le porte-cartouches Q et les tubes R sont aussi fixés à l'arbre central N, au moyen d'une saillie convenable qui entre dans une rainure de l'arbre N, qui les entraîne nécessairement quand il tourne.

Les tubes sont assurés au moyen de deux disques S, S^1, qui sont fixés sur l'arbre, le disque postérieur S^1 étant forcé entre le pourvoyeur et un manchon vissé sur l'axe central qui est visible, fig. 6 et 7.

Les tubes sont vissés dans le disque postérieur et traversent le disque antérieur.

Le porte-cartouches Q est placé entre le disque S et le cylindre P, et il a sur la surface des rayures qui sont parallèles à l'axe de révolution, en même nombre que les tubes et sur leur ligne. On voit bien ces rayures en coupe fig. 12; elles sont combinées pour que, lorsque le porte-cartouches passe sur la boîte qui renferme les cartouches, chaque rayure reçoive une cartouche, qui est après cela chassée dans l'âme du canon correspondant par le mécanisme que nous allons décrire.

Immédiatement derrière le porte-cartouches Q, est une chambre cylindrique P fixée de la même manière par un tenon à l'axe central N, et supportée à la partie postérieure par l'écrou V, qui se visse sur la portion de l'axe N qui touche à la cloison I. La fig. 15 montre l'élévation postérieure de ce cylindre qui est vu de côté fig. 16; il est montré en place par les deux coupes longitudinales d'ensemble fig. 6 et 7; mais comme cette pièce est une espèce de poulie avec des rainures sur sa surface cylindrique et des orifices à chaque extrémité (on expliquera tout à l'heure l'objet de ces rainures et de ces orifices), les sections fig. 6 et 7 montrent seulement les parties détaillées qui sont coupées par les plans, et ne donnent pas une idée aussi exacte de sa forme et de son caractère que les fig. 15 et 16. Dans le derrière qui est fermé par le cylindre P, mais qui ne fait pas corps avec lui, est un manchon à saillies intérieures hélicoïdales W, montré en perspective fig. 10, et aussi en place fig. 6 et 7. Cet anneau W aboutit par sa tranche postérieure à la cloison I à laquelle il est fixé; nous avons dit que cette cloison fait partie de l'enveloppe fixe J, et en forme une division.

La portion cylindrique extérieure de cet anneau fixe est embrassée par l'enveloppe J, et l'intérieur est muni des deux surfaces en hélice W^1, W^2, qui avancent et retirent alternativement le mécanisme de changement que nous allons décrire.

Autour de la partie antérieure du cylindre P est un autre anneau fixe X, qui est représenté séparément fig. 9; on le nomme *cocking-ring*. Le bord antérieur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cet anneau est dans un plan perpendiculaire à l'axe de révolution des tubes, mais son bord postérieur forme une hélice (ou *cam surface*) qui conduit une saillie de l'appareil de percussion, *verrou marteau* (*lock hammer*). Pendant que les canons et le mécanisme pour fermer la culasse et enflammer la charge que porte chacun d'eux tournent, cette surface en hélice retire en arrière le verrou auquel est fixée l'aiguille ; elle le conduit jusqu'à ce qu'il soit en prise avec la surface *w*, qui le tire encore en arrière, puis le laisse échapper; le ressort à boudin agit alors pour le pousser contre la composition fulminante de la cartouche. On voit que les diverses surfaces en hélice des manchons W et X font l'office d'excentriques.

L'arrangement pour charger, faire feu et extraire l'enveloppe de la cartouche est montré à sa place fig. 6 et 7 ; il est donné plus particulièrement à une plus grande échelle fig. 7 et 8, la première le faisant voir en élévation et la dernière en coupe. Il comprend les pièces suivantes :

1° Une pièce *a* qui porte deux tenons *a*, située à l'arrière ;

2° Une tige de culasse *b* qui pénètre dans la pièce *a* et traverse le manchon C ;

3° Le manchon C qui peut se mouvoir le long de la tige de culasse, porte la tige de percussion ; il est muni d'un tenon C^1 dont l'emploi sera expliqué ;

4° *d* comprend un collier et un *manchon*, le premier glissant sur la pièce *a*, le dernier glissant dans une voie creusée sur la surface de la tige de culasse ;

5° *e* est l'extracteur muni d'un crochet e^1 (fig. 7 et 8) qui saisit le rebord de la cartouche pendant que la tige de culasse *h* pousse la cartouche dans l'âme du canon. La tige de l'extracteur est attachée par une goupille à la tige de culasse et elle est aussi fixée à queue d'aronde dans le collier *d* situé en avant de *d* et lié à la tige de culasse ;

6° d^1 est un ressort à boudin qui butte contre la partie antérieure de la pièce *a* et contre l'épaulement du manche *c* du marteau, de manière à agir simultanément sur chacune de ces faces.

Les cartouches descendent par leur poids, une à une, dans les cavités du pourvoyeur de cartouches Q, quand il tourne au-dessous d'elles. Les boîtes sont rectangulaires, en feuilles de métal et faites d'après les dimensions des cartouches. La coupe (fig. 12) montre l'aspect des cartouches Z dans la boîte Y; Y^1 est le couvercle par lequel elles sont retenues dans la boîte pendant le transport. Les vues fig. 4 et 5 sont à une plus grande échelle que celle de la fig. 12 ; mais la dernière fait le mieux voir la position de la boîte à cartouches, comme elle est en place, vue par derrière.

L'enveloppe demi-cylindrique qui recouvre la partie supérieure du pourvoyeur Q porte le plan incliné sur lequel on met la boîte de cartouches, l'ouverture en bas ; cette enveloppe, fixée au côté droit du châssis H par la charnière A, maintient dans leurs cavités les cartouches que le pourvoyeur a enlevées du plan incliné ; il les maintient, jusqu'à ce qu'elles soient introduites dans le canon. C'est ce que la fig. 12 n'indique pas d'une manière claire, parce qu'on a laissé trop d'intervalle entre le pourvoyeur et son enveloppe.

Des chapeaux ou couvertures métalliques (fig. 13) peuvent être placés sur une ou plusieurs des cavités du *pourvoyeur*, si cela était rendu nécessaire par la mise hors d'état temporaire du tube ou du mécanisme de chargement appartenant à cette cavité. Ils ont pour effet d'arrêter la fourniture des cartouches, lorsqu'un ou plusieurs tubes seraient hors d'état de servir, et permettent de continuer à se servir des tubes restants, sans autre interruption que de placer le chapeau sur la cavité qui ne peut plus servir.

Le canon essayé à Shoeburyness n'avait pas ces chapeaux, et il arriva qu'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des appareils à charger étant dérangé, un certain nombre de cartouches furent ainsi placées vis-à-vis d'un mécanisme qui ne fonctionnait pas et comptées par la suite comme coups perdus.

Le service de la mitrailleuse se fait comme il suit : la pièce étant en batterie et pointée, un servant place une boîte de cartouches sur un plan incliné ; il a soin d'enlever le couvercle auparavant et de placer la boîte de manière que la porte mobile permette la sortie des cartouches, quand le vide qui doit les recevoir se présente, et les maintienne pendant que la partie pleine du pourvoyeur passe au-dessous : on évite ainsi l'arc-boutement de la boîte, et l'on préserve les cartouches du frottement contre la surface du pourvoyeur. La fig. 12 indique d'une manière peu exacte la position de la boîte de cartouches qui devrait toucher la surface du pourvoyeur ; la cartouche inférieure serait alors maintenue par la cloison mobile fixée par la surface pleine du pourvoyeur, et s'ouvrant lorsque se présente une cannelure où se loge la cartouche.

Un deuxième servant saisit alors la poignée de la manivelle K de la main droite et fait tourner le pignon qui communique le mouvement de rotation à la roue fixée sur l'axe central (fig. 11). L'axe entraîne avec lui le cylindre P, qui contient le mécanisme, pour charger, armer et faire feu, le pourvoyeur Q et les tubes des canons qui sont invariablement fixés à l'axe au moyen des disques S.

Les mouvements successifs par lesquels une cartouche est refoulée à son logement dans le tonnerre, puis enflammée, ainsi que l'extraction de la douille vide, seront expliqués pour un seul canon. Chacun d'eux porte en effet le mécanisme complet et l'entraîne en tournant. Dans l'appareil complet, ces effets se répètent pour chaque canon pendant que l'axe fait un tour.

Pendant qu'un canon, sa culasse mobile et le mécanisme de platine tournent ensemble, il se produit les faits suivants : la cannelure du pourvoyeur qui correspond à ce canon passe sous l'extrémité inférieure de la boîte à cartouches, qui s'ouvre et verse une cartouche ; cette cartouche est entraînée alors dans la rotation du pourvoyeur, et elle y reste renfermée, jusqu'à ce que l'extrémité postérieure de la pièce *a* vienne en contact avec le plan incliné ou la face hélicoïdale *w*, de l'anneau fixe W (fig. 10). Pendant que cette pièce monte le plan incliné, la tige de culasse *b* est poussée en avant, et elle chasse la cartouche dans le canon, tant que le déplacement longitudinal est possible au tenon antérieur de la pièce *a*, qui est engagée dans une des rainures creusées, suivant les génératrices, dans le cylindre P, qu'on peut voir fig. 16.

Dans ce mouvement en avant, le manche du marteau ou de l'appareil percutant C est entraîné, jusqu'à ce que le tenon C^1 (fig. 7) vienne en contact avec le plan incliné de l'anneau X (fig. 9), qui sert à armer et qui est fixe. Sous l'action de ce plan incliné, le marteau est retiré en arrière ; il comprime le ressort à boudins d^1, qui butte de l'autre côté contre la pièce *a*, qui est maintenue par les plans inclinés de la pièce W. Lorsque la pièce *a* arrive à la partie de la surface W_1, qui n'est plus inclinée, le canon se trouve au plus bas de sa course ou à peu près.

La dernière partie du mouvement des diverses parties qui composent le mécanisme d'inflammation et de fermeture a porté l'extrémité inférieure de la culasse mobile contre la cartouche qui est solidement maintenue dans le tonnerre ; la tige de percussion, dont la pointe dépasse un peu en avant la culasse mobile, étant fixée en arrière par son dessous à la culasse mobile au moyen de la pression même qui s'exerce sur le bord de la cartouche. Elle laisse un petit espace entre le collier *d*, ou support de la tige de percussion, et le bord de la culasse mobile, comme on pourrait le voir au plus bas des canons représentés fig. 7, si l'échelle du dessin était plus grande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant que la culasse mobile en contact avec le derrière de la cartouche la poussait dans le tonnerre, le crochet e_1 de l'extracteur a saisi le bord de la cartouche; lorsque la cartouche a été refoulée dans son logement, ce crochet occupe une rainure creusée à l'extrémité sur le bord du tonnerre.

Il ne faut pas oublier que le tenon C_1 du percuteur a été retiré en arrière par le plan incliné de l'anneau X, qui sert à bander. Lorsque le tenon est arrivé à l'extrémité de ce plan incliné, il est abandonné à l'action du ressort à boudin d_1, qui pousse avec force le manchon C contre le collier ou manche d de la tige de percussion. La pointe de cette tige déforme l'enveloppe de la cartouche et produit l'inflammation du fulminate et de la charge. Cette disposition est relative à l'emploi de cartouches à inflammation périphérique; on peut, en la modifiant légèrement, l'appliquer aux cartouches à percussion centrale.

La portion plane qui suit l'excentrique ou surface hélicoïdale de W tient ferme la pièce de culasse contre le derrière de la cartouche pendant l'explosion; cette pièce W est solidement fixée dans l'enveloppe J, et elle appuie à la cloison I. Le canon étant déchargé, le tenon de la pièce a passe de la partie plane qui suit le plan incliné W_1 au plan incliné W_2, contenu dans l'intérieur du même anneau W. La culasse mobile reçoit alors un mouvement en arrière; elle entraîne l'extracteur, et la douille vide la cartouche. Lorsque cette douille est entièrement sortie du canon, elle tombe par son propre poids, puisque le crochet ne la tient que par un point vers sa partie supérieure; elle n'est pas entraînée par le pourvoyeur qui n'a pas d'enveloppe à sa partie inférieure; elle tombe donc par terre.

On voit que les mouvements successifs des pièces dans le sens longitudinal, sous l'action des excentriques, sont intermittents; la rotation des canons et du mécanisme que porte chacun d'eux est au contraire continue, pendant que se font les diverses opérations de charger, fermer la culasse, armer, faire feu, retirer la douille et reculer en arrière la tige de culasse, pour faire dans la rainure du pourvoyeur un vide qui puisse être occupé par une nouvelle cartouche.

MICHEL ROUS,
capitaine d'artillerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III *bis.*

MACHINES A VAPEUR

DE NAVIGATION FLUVIALE ET MARITIME.

SUITE DES CHAUDIÈRES.

(Planches 8, 9, 42, 43, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 167.)

Force nominale et force effective des générateurs. — L'expression de *force nominale* habituellement en usage lorsqu'il est question de chaudières ou de machines de navigation, et dont nous nous sommes servi dans les tableaux du résultat des calculs des chaudières décrites dans la 1re partie de notre travail (p. 128 et 130 du tome Ier), a motivé de la part de plusieurs abonnés aux *Études sur l'Exposition* une demande d'explication sur la valeur réelle de cette force nominale. Elle diffère beaucoup de la force effective, accusée par les machines à l'aide d'instruments spéciaux ou de calculs de mesure dynamométrique. En conséquence de ces demandes, nous résumerons ici la note que nous avons insérée dans le n° 1 *des Mémoires et travaux des mécaniciens de la Marine*, 1866.

La puissance de vaporisation d'une chaudière de navigation ou de sa machine est considérée à deux points de vue : la puissance ou *force nominale*, et la puissance ou *force effective*.

La puissance nominale est une mesure de convention à l'aide de laquelle on peut facilement comparer les résultats fournis par deux machines. La formule qui la donne permet d'établir numériquement quel est le volume de vapeur que l'appareil pourra dépenser dans une seconde de temps, et par suite, de déterminer le point de départ pour arriver à connaître la puissance maxima que cet appareil pourra développer, en lui fournissant la vapeur à une pression aussi élevée que le permettent la puissance vaporisatrice de la chaudière et les dimensions des pièces de la machine.

La force nominale donne, en outre, une base assez exacte du prix d'achat d'une machine y compris la chaudière, car, au point de vue du travail de main-d'œuvre et de la quantité de matières employées à la construction, le prix d'une machine de 10 chevaux nominaux, par exemple, est double de celui d'une machine de 5 chevaux, y compris le générateur de vapeur.

La force nominale s'écrit $$F = A \frac{D^2 CN}{0{,}59} \qquad (A)$$

A étant le nombre de cylindres à vapeur de la machine ;
D le diamètre du piston en mètres ;
C la course du piston en mètres ;
N le nombre de révolutions de la manivelle par minute.

Cette expression provient des données suivantes :

Le travail brut T, développé sur le piston pendant une minute, est exprimé par :

$$T = \frac{1}{4} \pi D^2 2CN \, (P - p)$$

P, étant la pression brute moyenne de la vapeur pendant toute la durée de la course du piston et exprimée en kilogrammes par mètre carré de surface du piston ; p, étant la contre-pression ou pression moyenne de résistance de la vapeur évacuée, exprimée de la même manière que l'est la pression brute P.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obtenir le travail utile T_u, il faudrait retrancher de T_u le travail résistant dû aux frottements, aux pompes à air, aux pompes alimentaires, à la force d'inertie des pièces dont il faut changer la direction de mouvement afin que la manivelle motrice puisse accomplir une révolution entière. Watt arriva à peu près à ce résultat, en faisant fonctionner la machine déchargée du travail utile qu'elle était destinée à accomplir, c'est-à-dire en supprimant l'action de l'outil ou du propulseur mis en mouvement par elle ; l'introduction de la vapeur était alors réglée par le registre, de manière à faire marcher le piston avec la même vitesse de régime que lorsque l'outil travaillait. Dans cet état de fonctionnement de l'appareil, le produit du chemin parcouru par le piston dans une minute, par la surface du piston, exprimait le travail dépensé seulement à faire mouvoir les organes. Watt admettait que le travail était le même, que la machine marchât déchargée ou non du travail accompli par l'outil ou le propulseur.

Appelant t ce travail de résistance ainsi déterminé, le travail utile était :

$$T_u = T - t = \left[\frac{1}{4}\pi D^2 C N (P - p)\right] - t.$$

L'illustre mécanicien trouva que le terme soustractif t, variait très-peu avec la vitesse de la machine et avec la pression et qu'il variait davantage avec la dimension des appareils. Il trouva également que pour déterminer le travail utile sur l'arbre, c'est-à-dire que pour tenir compte de la résistance t et de la contre-pression p, il fallait déduire de P (la pression brute sur le piston), 1.750 kilogrammes par mètre carré de surface du piston dans les machines de 10 à 15 chevaux, et 1405 kilogrammes par mètre carré dans les machines d'une plus grande puissance. A l'époque où Watt proposait cette règle, la pression presque exclusivement en usage était de 48 centimètres de mercure, correspondant à 6.324 kilogrammes par mètre carré du piston ; le travail utile en kilogrammètres était donc :

$$T_u = \frac{1}{4}\pi D^2 2 C N (6324 - 1405)$$

et en chevaux-vapeur de 76 kilogrammètres, tel qu'on le compte en Angleterre

$$T_u \text{ ou puissance } F = \frac{1/4\,\pi D^2 2 C N 4919}{76.60} \qquad (B)$$

En opérant sur les quantités constantes, quantités dont fait partie la pression sur le piston, et en faisant entrer le nombre A de pistons à vapeur que comporte la machine (2 habituellement), l'expression (B) est amenée à la forme (A), ci-avant, *dite* formule de la force nominale. D'après ce qui précède, la formule de la force nominale n'exprime la force réelle que dans la proportion qui existe entre la pression nette 4919 kilogrammes par mètre carré de surface de piston adoptée par Watt (soit 36 centimètres de mercure) et celle qui agit réellement sur cette même surface dans la machine considérée. Or, dans les machines marines actuelles, la pression moyenne dans le cylindre est de 80 centimètres de mercure, et en admettant que le nombre de tours N faits par la manivelle reste le même que lorsque la pression était de 36 centimètres, il s'ensuit que la force réelle est à la force nominale :: 80 : 36, ou 2 fois et demie plus grande, environ. L'augmentation de N avec la pression porte ce rapport à 2,66.

On peut donc conclure, qu'une chaudière marine est capable d'alimenter de vapeur une machine d'une puissance effective, 2 fois 66 plus grande que la puissance nominale dont cette chaudière porte la qualification numérique.

On peut dire que pour cette catégorie de machines et de chaudières, le cheval nominal est de 200 kilogrammètres, au lieu de 75, force du cheval effectif.

Les indications spéciales au calcul de la puissance réelle des machines ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rines trouveront leur place dans la partie du travail consacrée à ces appareils moteurs.

Dans les différents systèmes de chaudières marines, décrites ci-avant, on produit de la vapeur à une pression maxima de $2^{atm}.75$ (pression absolue), ce qui correspond à $1^{atm}.75$ de charge sur la soupape de sûreté, ou a une hauteur de colonne de mercure de 133 centim. au manomètre à air libre ; la température correspondante de la vapeur est alors de 130° centigrades. Dans ces conditions, et en chassant de la chaudière par des *extractions* rapprochées ou continues, les 0,5 de la quantité d'eau vaporisée dans le même temps, on évite le dépôt des matières calcaires et salines, contenues dans l'eau de mer. La meilleure pratique, au point de vue de l'économie et de la conservation des chaudières, est de ne faire les extractions que dans la proportion de 0,4 du volume de l'eau consommée en vapeur. Mais quelque volumineuses que soient les extractions, les dépôts calcaires sont abondants dès que la température de l'eau de mer dépasse 135°. Or, à cette température, la pression de la vapeur saturée est de 3 atmosphères, donc les hautes-pressions, avec une alimentation d'eau salée, sont d'un emploi très-dangereux par suite de l'interposition d'une couche épaisse de matières réfractaires entre le liquide et le métal chauffé et sont le contraire de l'économie de combustible, même en écartant la première considération [1]. Quelques tentatives infructueuses ont démontré sans réplique, que dans de semblables conditions, les machines à haute-pression ne pourraient être en usage sur mer; aussi a-t-on tourné la difficulté en substituant la condensation par contact à la condensation par mélange.

Dès lors, la chaudière est alimentée avec l'eau distillée provenant de la condensation de la vapeur qui a passé dans les cylindres, et les pertes provenant des fuites des joints, des échappements de vapeur, etc., sont remplacées par les produits d'une distillation de l'eau de mer opérée dans un appareil spécial peu volumineux, ou par l'eau douce, prise en approvisionnement à cette intention ; ou encore, par une petite quantité d'eau de mer introduite directement dans la chaudière en fonction. La description des machines à condenseurs tubulaires, nous fournira l'occasion de revenir sur ce sujet avec des détails explicatifs. Il ne s'agit en ce moment que des chaudières à haute pression, pour la navigation, alimentées avec l'eau douce, et dont les spécimens figurent à l'Exposition.

Chaudière Claparède, cylindrique tubulaire.

Sans vouloir méconnaître les qualités des chaudières nouvelles à ranger dans la catégorie des générateurs de vapeur à haute pression, applicables au service des bâtiments de mer, nous placerons en première ligne la chaudière de M. Claparède, représentée pl. 157, fig. 1, à l'échelle de 1/33 et destinée à la machine de 60 chevaux nominaux placée à côté d'elle dans l'annexe de la classe 63 (hangar de la berge de la Seine). L'appareil évaporatoire pour cette machine comprend deux corps de chaudière semblables, de 30 chevaux chacun.

Après les chaudières fournissant de la vapeur aux machines du *Friedland* (pl. 8), c'est le seul exemple de grande chaudière marine que le visiteur rencontre à l'Exposition. Si après une étude détaillée de la chaudière de M. Claparède, on conclut qu'elle ne présente rien de nouveau dans son installation intérieure ni dans sa forme extérieure, on ne peut pas nier que les dimensions proportionnelles y soient étudiées et arrêtées en parfaite connaissance de

1. Dans les *Annales du Génie civil*, année 1863, page 218, nous avons traité la question des extractions et des salinomètres permanents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cause, et que le travail de main-d'œuvre soit le fait d'ouvriers habiles, jaloux de faire ou de maintenir une bonne réputation à leur chantier. Les surfaces planes dont la résistance à la déformation n'est obtenue que par des tirants nombreux, lourds et encombrants, sont évitées avec soin. La forme extérieure est celle d'un gros bouilleur cylindrique à fond semi-sphérique; la partie F F formant le fourneau et le cendrier est également cylindrique et terminée par une cloison courbe C, dont le haut fait le ciel de la boîte à feu ; des tubes en laiton T sont rangés en quinconce des deux côtés et au-dessus du cylindre inférieur F F ; ils font retour de flamme en partant de la boîte à feu pour aboutir à la cheminée H placée à l'avant de la chaudière. Par sa disposition d'ensemble, ce qu'on appelle la chaudière est du système dit à foyer intérieur, multitubulaire et à retour de flamme. Le coffre à vapeur V est traversé dans sa hauteur par la cheminée : ainsi se trouve établi de la manière la plus simple un sécheur de vapeur très-efficace. Sur la partie du cylindre extérieur est fixé le réservoir de vapeur; on n'a pas fait qu'une seule et grande ouverture pour établir la communication entre le bouilleur et le réservoir, comme il est habituel, mais de nombreux petits trous y sont percés et suffisent au passage de la vapeur : ainsi, non-seulement la résistance du bouilleur est très-peu affaiblie sur cette partie, mais les entraînements d'eau par la vapeur sont arrêtés par l'espèce de crépine formée par la partie percée.

Le résultat des calculs faits avec les dimensions portées sur les deux plans réduits à l'échelle de 1/33 (fig. 1) donne les nombres suivants ; et la comparaison de ces nombres à ceux provenant de la chaudière marine du type réglementaire (pl. 8, page 128) fait ressortir les avantages que la pratique doit retirer des chaudières établies avec les dimensions adoptées par M. Claparède :

	Chaudière Claparède.	Chaudière marine du type réglementaire.
Épaisseur des tôles	15mm	»
Surface de grille	2m².0250	»
Soit par cheval nominal	0m².0675	0m².0654
Section d'ouverture du cendrier	0m².2475	»
Soit de la surface de la grille les	0.122	0.200
Section des tubes	0m².3782	»
Soit de la surface de la grille les	0.186	0.160
Longueur des tubes	2m	
Nombre de tubes	144	
Section de la cheminée	0m².2827	
Soit de la surface de grille les	0.139	0.124
Surface de chauffe directe	8m².50	
— tubulaire	46m².51	
— totale	55m².01	
— par cheval nominal	1m².83	1m².65
Volume d'eau	3915 litres.	
Soit par cheval nominal	130 litres	122 litres.
Volume de vapeur	2150 litres.	
Soit par cheval nominal	71 litres.	112 litres.
Volume total de la chaudière	11m13	
Pression effective par centimètre carré	5k	1k.400
Pression absolue [1] par centimètre carré	6k	2k.400
Température correspondant aux chaleurs ci-dessus	160°	127°
Chaleur en calories pour 1 kil. de vapeur aux pressions ci-dessus	550+160=710	550+127=677

1. La *pression absolue* appelée quelques fois *pression totale* est celle qu'exerce la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En prenant pour point de départ d'un calcul final, que dans les machines marines alimentées de vapeur par les chaudières types dont il est ici question, la détente commence aux 3/5 de la course du piston, on trouve que le rapport de V', volume de vapeur à fournir par la chaudière Claparède à V, volume de vapeur à fournir par la chaudière type pour produire le travail de 1 kilogrammètre est $\frac{V'}{V} = 0{,}253$.

$$\frac{P'}{P} = \frac{V'}{V} \times \frac{\text{densité de V'}}{\text{densité de V}} = 0{,}253 \times \frac{3{,}05}{1{,}32} = 0{,}585.$$

Le rapport de la chaleur C et C' observée dans les deux cas est :

$$\frac{C'}{C} = \frac{P'}{P} = \frac{710}{677} = 0{,}585 \times \frac{710}{677} = 0{,}613.$$

Le calcul ainsi établi prouverait que, pour un même travail, la chaudière et la machine du système Claparède procureraient une économie de charbon de 4 p. 0/0, en nombre rond, sur le système en usage dans la marine militaire. Pareille prétention n'est pas à coup sûr dans l'esprit du directeur de l'usine de Saint-Denis, et la première preuve est dans les dimensions qu'il a données à sa chaudière : la logique arithmétique le conduisait à se tenir aux 0,613 des dimensions des chaudières types exprimant la surface ou le volume nécessaire pour la production d'un cheval nominal ; on voit, au contraire, par le tableau précédent, qu'il a sensiblement augmenté les surfaces actives du générateur sans augmenter le poids et l'encombrement de l'ensemble. En somme, cette chaudière marque un progrès plus réel que les nouveaux systèmes dont les résultats n'ont pas encore été multipliés par le coefficient de l'expérience.

Chaudière Claparède pour embarcations.

Les fig. 2 et 3, pl. 147, représentent en coupe longitudinale et vu de face le générateur de 3 chevaux nominaux de puissance de machine, destiné à un canot à vapeur de 12 mètres de longueur. L'échelle de dimension est de 1/20. Le calcul donne les nombres suivants :

Surface de chauffe directe	$3^{m2}.65$
— tubulaire	$6^{m2}.60$
— totale	$10^{m2}.25$
— par cheval nominal	2^{m2}
Surface de grille totale	$0^{m2}.38$
— par mètre carré de chauffe	$0^{m2}.0370$
— par cheval nominal	$0^{m2}.0760$
Nombre de tubes	42
Longueur des tubes	1^{m}
Diamètre intérieur des tubes	$0^{m}.05$
— extérieur	$0^{m}.054$
Section totale des tubes	$0^{m2}.0824$

sur l'unité de surface à l'intérieur de la chaudière, sans tenir compte de la pression opposée qu'exerce l'air à l'extérieur sur la même unité de surface.

La *pression effective* est celle exercée par la vapeur à l'intérieur de la chaudière sur l'unité de surface et qui tend à déchirer la tôle : c'est donc la pression *absolue* moins celle de l'atmosphère extérieure, ou moins 1 atmosphère. En France, le décret impérial du 25 janvier 1865 prescrit d'apposer sur chaque chaudière un timbre indiquant en kilogrammes, par centimètres carrés, les pressions effectives que la vapeur ne doit pas dépasser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Section de la cheminée	$0^{m2}.0615$
Volume d'eau	560 litres.
Soit par cheval nominal	112 litres.
Volume de vapeur	404 litres.
Soit par cheval nominal	80 litres.
Volume total de la chaudière	1^{m3}
Pression effective maxima	5 kil.
Poids de la chaudière vide	1500 kil.
— pleine au niveau d'allumage	2100 kil.

La comparaison des dimensions de la chaudière de 5 chevaux avec celles du générateur de 30 chevaux fait ressortir une augmentation des surfaces actives dans la première. En effet l'expérience a démontré qu'il fallait augmenter sensiblement les dimensions des chaudières au fur et à mesure qu'on se rapprochait des plus faibles puissances dynamiques à produire.

D'ailleurs, le type de générateur pour embarcations dont la description précède, a fait ses preuves sur un grand nombre de chaloupes à vapeur de la flotte militaire.

Chaudière basse, multitubulaire à deux retours de flammes.

Un des meilleurs types de la chaudière tubulaire destinée à des navires de faible tirant d'eau, et dont la hauteur ne doit pas dépasser le pont, est représenté pl. 157, fig. 4. L'usage en est très-répandu en Angleterre.

Les deux fourneaux sont placés dos à dos; la boîte à fumée M leur est commune, la cheminée y aboutit. La flamme, les gaz chauds et la fumée passent du fourneau F dans la première boîte à feu E, dans le faisceau tubulaire T, dans la première boîte à fumée E', et s'en vont à la deuxième boîte à fumée M par le faisceau tubulaire T'. Cette disposition permet de trouver une surface de chauffe très-étendue dans une chaudière de peu de hauteur, mais elle n'échappe pas à la critique fondée que l'on a faite des générateurs de vapeur dont les fourneaux placés dos à dos font arriver le courant gazeux dans les directions opposées et vis-à-vis, de telle sorte que le tirage de chacun des fourneaux en est diminué notablement (voir page 121).

Les calculs donnent pour résultat les nombres suivants : 100 chevaux de force nominale produite par l'ensemble de la chaudière comportant 2 corps semblables (fig. 4) et 4 fourneaux.

Surface de grille totale		$6^{m2}.90$
Par cheval nominal		$0^{m2}.069$
Tubes	Nombre	780
	400 d'une longueur de	$1^{m}.75$
	380 d'une longueur de	$2^{m}.30$
	Diamètre intérieur	$0^{m}.064$
Contenance totale du coffre à vapeur		20000 litres
Par cheval nominal		200 litres.
Encombrement total		$68^{m3},600$
Par cheval nominal		$0^{m3}.686$

Ces proportions sont très-bien comprises et particulièrement celles du coffre à vapeur qui a presque 1/3 de plus de volume que dans les chaudières types de la marine française, où l'exiguïté du *magasin* de la vapeur est bien prouvée par l'expérience. Rappelons que ces dernières n'ont que 127 litres pour la force d'un cheval nominal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudière multitubulaire à tubes transversaux.

La chaudière représentée fig. 1, pl. 163, a été construite comme la précédente à l'intention d'éviter l'encombrement en hauteur. Elle sort des ateliers de construction de J. et C. Rennier. Les produits gazeux de la combustion sont appelés dans la cheminée H en passant du foyer F dans la boîte à feu E E', dans les tubes T et dans la boîte à fumée M. La surface de chauffe directe, au-dessus du foyer F, est dégagée complétement de l'encombrement qui caractérise les systèmes à retours de flamme dirigés au-dessus du foyer (fig.2, pl. 159) ; la formation et le dégagement de la vapeur en sont d'autant plus libres. Les tubes, dans la partie basse du faisceau T (section suivant F G), doivent avoir très-peu d'action sur la vaporisation, la flamme ne plongeant guère au-dessous de la moitié de la hauteur de l'autel. Leur suppression serait, il nous semble, un bénéfice sur le prix de revient de l'appareil, sans porter aucun préjudice au rendement. Le fourneau 1, dans chaque corps de chaudière, doit brûler plus de combustible, sans produire plus de vapeur que les fourneaux 2 et 3, en raison du parcours direct de la flamme qui s'y forme, à la boîte E, où le tirage par les tubes doit être très-énergique, La combustion active, nous l'avons déjà fait remarquer, n'est pas celle qui convient le mieux à une bonne utilisation du combustible.

Deux corps de chaudière comprenant ensemble 6 fourneaux satisfont à une puissance nominale de 130 chevaux-vapeur, et donnent par le calcul les nombres suivants :

Surface de grille totale		$8^{m2}.628$
Par cheval nominal		$0^{m2}.066$
Tubes	Nombre	528
	Longueur	$1^{m}.83$
	Diamètre extérieur	$0^{m}.064$
Contenance totale du coffre à vapeur		18200 litres.
Par cheval nominal		140 litres.
Encombrement total		72^{m3}
Par cheval nominal		$0^{m3}.554$

La comparaison des dimensions de la chaudière Rennier à celles de la chaudière décrite précédemment (pl. 157, fig. 4) est en faveur de cette dernière; la surface de grille y est un peu plus grande par cheval nominal, et le coffre à vapeur plus volumineux de 60 décimètres cubes par même unité de force nominale. L'une et l'autre marquent un progrès sur les chaudières en usage en France, sous le rapport des dimensions, mais non sous celui de la forme, car les parties composantes sont toutes à surface plane. Il n'y a d'excuse, pour adopter cette forme, que dans le cas où l'emplacement que doit occuper l'appareil dans le navire ne permet pas, par son exiguïté, de loger une chaudière cylindrique ou sphérique ayant une capacité suffisante pour qu'on y trouve les surfaces de grille et de chauffe, et les volumes d'eau et de vapeur nécessaires à la puissance vaporisatrice demandée.

Chaudière tubulaire à retour de flamme, de M. Gache aîné.

Quelques constructeurs préfèrent donner à leurs chaudières une forme d'ensemble tourmentée, dans le but de se rapprocher le plus possible des formes courbes que d'adopter les faces droites.

L'intention est sans doute très-bonne, mais souvent le résultat n'est obtenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que par un travail de main-d'œuvre long et difficile, qui augmente notablement le prix de revient de la chaudière. La chaudière construite par M. Gache aîné, de Nantes, à destination du navire la *Comtesse Luba*, est un exemple où des difficultés de construction ont été évitées avec intelligence. Elle est représentée en coupe transversale pl. 158, fig. 3. L'enveloppe, renflée sur les côtés faisant cloison aux deux faisceaux tubulaires extrêmes, est arrondie au raccordement avec la partie supérieure sensiblement convexe et avec la partie inférieure plane; il y a quatre foyers à grille inclinée; les gaz de la combustion reviennent, comme à l'ordinaire, du fond du fourneau à l'avant de la chaudière dans des tubes de retour de flamme TT, passent de là dans un cylindre sécheur de la vapeur SS autour de petits tubes que parcourt celle-ci avant de se rendre du réservoir V de la chaudière, dans le tuyau de distribution aux machines. Par ce moyen, la vapeur est séchée. Aux expériences, l'effet de ce surchauffage a augmenté la pression dans le rapport de 2,35 à 2,50 soit de 1,06.

Le calcul des dimensions donne les résultats suivants :

Surface de grille totale	6^{m2}
Par cheval nominal	$0^{m}.060$
Surface de chauffe de la chaudière totale	184^{m2}
Par cheval nominal	$0^{m2}.184$
Surface totale du sécheur de vapeur	$36^{m2}.217$
Par cheval nominal	$0^{m2}.0362$
Tubes de la chaudière. Nombre	258
— Longueur	$2^{m}.22$
— Diamètre extérieur	$0^{m}.085$
— — intérieur	$0^{m}.080$
— du sécheur. Nombre	108
— Longueur	$3^{m}.10$
— Diamètre extérieur	$0^{m}.042$
— Diamètre intérieur	$0^{m}.035$
Encombrement total	19^{m3}
Par cheval nominal	$1^{m3}.900$

Chaudière à surface de chauffe ondulée et à tirage en bas.

La fig. 1, pl. 159, représente en croquis une chaudière marine dont la disposition est originale. L'exposant (classe 53, section anglaise) n'a mis sous les yeux du public qu'un très-grand dessin, ou pour mieux dire un tableau, dont le croquis ci-dessus reproduit le contenu. La surface de chauffe directe ondulée *n* répond à une des conditions essentielles de la chaudière marine, l'étendue sous un faible volume à l'encombrement. Les ondulations forment des bouilleurs verticaux plongeant dans la flamme, dans le foyer même; la vaporisation doit y être très-active. L'appel des produits gazeux de la combustion se fait en bas, par la boîte à feu F, les tubes T T, la boîte à fumée M et le conduit horizontal G qui aboutit à la cheminée H. Autour de celui-ci, en *mm*, est emmagasinée l'eau d'alimentation qui profite ainsi d'une partie de la chaleur entraînée par le tirage. L'application de cette dernière idée, très-fréquente dans les chaudières fixes ou locomobiles, ne l'est que très-rarement dans les chaudières marines. La disposition adoptée ci-dessus ne remplit le but qu'en créant des difficultés d'installation et des complications, s'accordant peu avec l'espace restreint dont on dispose à bord d'un navire, et avec la nécessité de garder le fond de cale libre et dégagé d'un encombrement dangereux, comme l'est le conduit G et la cheminée partant du bas de la chaudière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes choses égales d'ailleurs, le tirage par *en bas* nécessite une plus grande longueur de cheminée; cette condition est ici tout naturellement remplie, puisque la cheminée doit avoir en plus de son élévation habituelle au-dessus du coffre à vapeur des chaudières ordinaires, la hauteur mesurée par la distance du parquet de chauffe à la partie supérieure de la chaudière.

L'utilisation de la chaleur dégagée par le combustible doit être meilleure dans ce générateur que dans ceux à surface de chauffe plane, et la vaporisation très-active, dans le fond des bouilleurs formés par la chute des ondulations, doit occasionner là un mouvement violent et rapide de l'eau; par suite, les dépôts calcaires ne doivent pas s'y accumuler, ainsi qu'on serait porté à le supposer au premier examen. La résistance de la surface de chauffe directe paraît être suffisamment établie par les tirants *tt*.

On peut, à la rigueur, critiquer dans l'agencement intérieur de cette chaudière le peu de facilité de dégagement laissé à la vapeur produite entre les tubes T et la surface refroidissante N appartenant à la tôle qui forme le fond du cendrier et le dessus de la lame d'eau E.

En somme, la chaudière dont il s'agit mérite à plus d'un titre la vérification de l'expérience, et nous sommes portés à croire, qu'à bord des navires où elle pourrait être établie sans les inconvénients de l'encombrement de la cale, son rendement serait sensiblement plus élevé que celui de la chaudière ordinaire à retour de flamme.

Mentionnons que l'idée de la surface ondulée formant des bouilleurs, se rapproche beaucoup de celle mise en exécution, en 1842, à bord de l'*Alecton*, par M. Beslay : deux bouilleurs cylindriques horizontaux, exposés à l'action du feu, portaient à leurs parties inférieures des tubulures verticales ayant la forme conique, comme la section *n* des ondulations de la chaudière décrite ici. C'est la disposition vicieuse de la partie contenante du bouilleur qui fut la cause de l'insuccès de l'appareil Beslay; il a fourni depuis à quelques inventeurs des données intéressantes, comme tout ce qui provient de l'expérience.

Chaudière des paquebots du Danube. — Système Andrew. — Retour de flamme; section elliptique; surchauffeur fixe.

Le jury international a décerné une médaille à l'exposant de plusieurs modèles de chaudière, établis d'après celles qui fonctionnent depuis deux années à bord des paquebots du Danube.

La fig. 2, pl. 159, représente le générateur du système Andrew, moitié projection verticale, moitié coupe, suivant cette même projection à l'échelle de 1/65. La forme générale elliptique lui donne une très-grande résistance; les tirants horizontaux *t*, les armatures en cornières *nn* et les tirants verticaux T, faits avec des bandes de tôle rivées entre deux cornières, établissent une rigidité peu commune dans les chaudières marines à surfaces droites. Rien de particulier n'existe dans l'arrangement des foyers et des tubes; c'est comme on le voit le système multitubulaire à flamme renversée; mais les gaz chauds, au lieu de passer immédiatement de la boîte à fumée M, dans la cheminée, se rendent d'abord dans la chambre de surchauffe FF, où sont situés les cylindres surchauffeurs *a*, *b*, *c*... *e*.

La vapeur dont est rempli le réservoir V de la chaudière passe dans les surchauffeurs, c'est-à-dire pénètre d'abord dans le grand cylindre *a*, et successivement, ensuite, dans les petits cylindres *b*, *c*, *e*. C'est sur ce dernier que prennent les conduits aux machines, munis d'une soupape d'arrêt S. Une lame d'eau *mm* entoure la chambre de surchauffe; l'eau d'alimentation y séjourne au grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

profit du rendement de l'appareil. Quarante paquebots de la compagnie du Danube et plusieurs autres navires sont munis, depuis plus de deux années, d'appareils générateurs de ce système; ce ne peut être qu'à la suite d'expériences décisives que l'administration en ait ainsi généralisé l'emploi. On accuse une économie de combustible de 20 à 30 p. 100, ce qui peut paraître un peu exagéré.

Les détails de l'installation ne sont pas exempts de critique : sans compter les inconvénients inhérents aux conduits de flamme à tubes de petits diamètres (de 30 à 60$^{m}/_{m}$), on remarque que la double cloison métallique L, qui forme le devant de la chambre de surchauffe, doit laisser rayonner une chaleur assez grande dans la chambre de chauffe, à moins que des écrans ne la recouvrent en entier. On remarque également que la forme elliptique a obligé à placer les deux fourneaux extrêmes à $1^{m}.30$ environ du parquet de chauffe, hauteur qui doit rendre pénible le travail du chauffeur. L'encombrement d'un seul corps de chaudière s'éloigne peu de celui donné par le type tubulaire à faces planes; mais dans le cas où plusieurs corps seraient nécessaires pour la puissance en chevaux-vapeur à produire, il augmenterait sensiblement par rapport au premier type. Le vide laissé entre trois corps consécutifs qui ne pourraient se toucher que par l'extrémité du grand rayon de l'ellipse, serait sans emploi utile au chargement ou à l'approvisionnement du navire.

Le dessin fig. 2, pl. 159, fournit ces données numériques :

Puissance vaporisatrice en chevaux nominaux.....	150
Surface totale de grille.....	$10^{m²}.20$
Par cheval nominal.....	$0^{m²}.068$
Surface de chauffe totale.....	$283^{m²}.65$
Par cheval nominal.....	$1^{m²}.900$
Volume d'eau total.....	18500 litres.
Par cheval.....	123 litres.
Volume de vapeur, les surchauffeurs compris.....	1800 litres.
Par cheval.....	120 litres.

Les dimensions des surfaces actives sont, on le voit, un peu plus fortes que dans les chaudières types de la marine. Cela ne peut suffire, croyons-nous, à faire produire aux générateurs dont il est question une économie de combustible de 20 p. 100. L'installation très-bien entendue du surchauffeur est sans nul doute la cause principale d'un succès si marqué.

Chaudière Field à petits bouilleurs verticaux garnis d'un plongeur.

Augmenter la capacité d'absorption de la chaleur par la chaudière, sous le régime d'une combustion active, tel est le but que prétend avoir atteint l'inventeur de l'appareil dont il s'agit. Le ciel du foyer d'une chaudière quelconque (nous prendrons la chaudière fig. 3, pl. 159, proposée pour la navigation par M. Georges Monbro, dans la notice sur le générateur Field) est percé de trous assez rapprochés et légèrement coniques, où sont passés et solidement retenus par une rivure, des tubes C en cuivre (fig. 4), fermés par le bas; dans chacun d'eux, descend jusqu'à quelques centimètres du fond un autre tube f, ouvert aux deux extrémités, et dont la partie supérieure g est évasée en entonnoir; trois petites ailettes X retiennent l'entonnoir à deux ou trois centimètres au-dessus de l'orifice du gros tube qui reste suspendu à une certaine hauteur dans le foyer. L'eau de la chaudière remplit les tubes, et son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niveau dépasse les entonnoirs d'une certaine hauteur, suivant la capacité de l'appareil.

Dès que la chaleur atteint la colonne annulaire liquide, un mouvement ascensionnel de cette colonne et un mouvement descendant de l'eau contenue dans le tube intérieur se produit en raison des différences de densité. La circulation s'accélère jusqu'à former une cascade continue de vapeur.

Par l'analyse des faits produits, appuyés sur certaines données théoriques, on est conduit à admettre les conclusions de l'inventeur ainsi formulées :

La quantité x de calorique qui passe dans un temps donné à travers une lame métallique, est proportionnelle à la différence $(T-t)$ qui existe entre T, température du métal touché par la flamme ou la chaleur émanée d'un foyer quelconque, et t température du même métal touché par le liquide; elle est en raison inverse de l'épaisseur du métal et proportionnelle à un coefficient k variable avec la nature du métal même. Numériquement, ces vérités de fait sont exprimées par l'égalité

$$x = \frac{(T - t)\,k}{e}.$$

La puissance d'absorption de chaleur par un générateur est d'autant plus grande, que cette chaleur est plus longtemps retenue en contact avec les surfaces à chauffer, sans toutefois qu'il y ait dans le courant gazeux un retard préjudiciable au tirage.

Or, dans l'appareil en question, la colonne d'eau intérieure est isolée momentanément, pour ainsi dire, de la colonne liquide annulaire dont la vaporisation est presque instantanée, et elle arrive au contact de la paroi intérieure du tube enveloppant, avec une différence très-grande de température. Le faible diamètre des bouilleurs verticaux f permet de leur donner une épaisseur e très-minime sans compromettre leur résistance, et de les faire avec un métal qui laisse la plus grande valeur au coefficient k.

Les gaz chauds forcés de serpenter autour des tubes en les léchant, portent ainsi successivement leur action aux parois tubulaires, et la chaleur dont ils sont chargés a le temps physiquement nécessaire de pénétrer à travers le métal.

La question d'encombrement est encore à l'avantage de la chaudière Field, d'après la dimension donnée par le constructeur, et se rapportant à un générateur de machine fixe de la force de 80 chevaux effectifs. (Soit 30 chevaux nominaux pour une machine marine.)

Diamètre extérieur de la chaudière.....	1m.980
Hauteur totale.....	2m.642
Surface de chauffe représentée par les 289 petits bouilleurs verticaux.....	46m².90
Diamètre extérieur de chacun des bouilleurs.....	0m.057
Diamètre intérieur de chacun des bouilleurs.....	0m.057
Diamètre des tubes intérieurs.....	0m.025

Ces dimensions appartiennent à une chaudière cylindrique verticale à destination d'une machine fixe, avons-nous dit, et donnent en somme un encombrement total de 5 mètres cubes. Pour la même puissance, une chaudière du type de Woolff, formée d'un grand et de deux petits bouilleurs cylindriques et horizontaux, présenterait un volume plus que double.

La circulation de l'eau dans les bouilleurs est si rapide, que les sédiments dont les eaux douces sont plus ou moins chargées ne s'y attachent pas. Nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

admettrons volontiers ce fait, sur l'affirmation de M. Monbro, qui a trouvé qu'après neuf mois de travail continu un générateur Field ne contenait qu'une boue très-ferme dans ses bas-fonds ; mais lorsqu'il s'agira d'une chaudière marine alimentée à l'eau de mer, nous différerons entièrement de son avis. Nous ne pensons pas que la marine porte forcément son attention sur l'appareil Field, parce qu'il ne produira pas des incrustations; nous croyons, au contraire, qu'en raison même d'une vaporisation excessivement abondante dans les bouilleurs et de la haute température qu'ils conservent, les sulfates de chaux s'y attacheront fortement. L'expérience faite avec la chaudière Beslay dont nous avons parlé ci-avant (page 140) laisse prévoir ce résultat.

La concentration d'une grande puissance sous un petit volume, est le fait dominant de la chaudière Field ; à ce titre, son usage à bord des chaloupes et des embarcations à vapeur a quelque chance de se généraliser.

La fig. 3, pl. 159, est la reproduction d'un projet de chaudière marine, dont la disposition d'ensemble serait celle de l'ancienne chaudière de Watt à galeries.

Foyers et tubes amovibles.

La chaudière à foyer amovible de M. L. Chevallier, dont nous avons à nous occuper comme faisant suite par son importance à celles dont la description vient d'être donnée, nous conduit naturellement à présenter quelques observations sur l'amovibilité des foyers ou des tubes et sur les installations partielles présentées à cette fin au jugement du public visiteur de l'Exposition.

L'amovibilité du foyer des chaudières multitubulaires de navigation, paraît être au premier examen un perfectionnement très-important. En somme il est beaucoup moins utile que quelques ingénieurs le supposent, et s'il permet un nettoyage moins incomplet de l'intérieur de la chaudière, c'est au prix d'une complication dans le travail de l'établissement du générateur et de certaines difficultés à refaire et à maintenir les joints démontables dans un état de parfaite étanchéité. L'amovibilé partielle ou totale des tubes eux-mêmes nous paraît préférable à tous égards et particulièrement en ce qui concerne les chaudières marines. A l'appui de cette opinion, un grand nombre de raisons peuvent être mises en avant : la difficulté qui reste presque la même pour désincruster les tubes situés dans le milieu du faisceau tubulaire, que ce faisceau soit à l'intérieur de la chaudière ou qu'il soit transporté au dehors ; la déformation partielle ou totale de la chaudière, à la suite de laquelle le remontage du foyer peut présenter des difficultés insurmontables, ou exiger un travail très-long, circonstances toujours fâcheuses et quelquefois désastreuses dans la navigation ; la possibilité qui reste toujours à la portée du mécanicien soigneux, de ne jamais laisser les dépôts calcaires s'accumuler dans la chaudière, et cela par le seul fait des extractions continues bien réglées ; le peu de dépense, relativement au résultat, nécessitée par l'enlèvement et le remplacement de tous les tubes, lorsque après un long service l'appareil a besoin d'un nettoyage intérieur complet ou de réparations importantes.

C'est, nous le répétons, uniquement au point de vue de la chaudière de navigation que nous invoquons les raisons qui précèdent, pour donner la préférence aux tubes amovibles sur l'amovibilité du foyer. Pour la chaudière fixe ou locomobile, tout en reconnaissant que la possibilité de démonter le foyer pour procéder à un nettoyage complet de l'intérieur de l'appareil constitue un progrès réel et entraîne à de moins grandes complications en raison des ressources locales et du volume relativement petit de la chaudière elle-même, nous pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sons qu'il n'y a jamais lieu de sacrifier à ce détail les dispositions qui pourraient augmenter la puissance vaporisatrice du générateur.

Dans une chaudière marine, si les surfaces de chauffe sont accessibles pour y détacher ou piquer la croûte adhérente de dépôts calcaires, et si on peut atteindre les tubes à l'aide d'outils pour leur faire subir la même opération, il ne restera une couche de matières séléniteuses isolantes que dans les parties basses, où la transmission de la chaleur n'a lieu que faiblement par la conductibilité à longue distance du métal lui-même, ou par les mouvements accidentels du liquide. On peut alors poser la question ainsi : un corps isolant de la chaleur, tapissant les parois du vase dans les régions où l'eau ne trouve que des causes de perte de chaleur par rayonnement, ne produirait-il pas plutôt un bénéfice qu'un déficit?

Amovibilité des tubes. Les systèmes de tubes démontables admis à l'Exposition sont ingénieusement combinés. Celui de M. Langlois et celui de M. Bérendorff méritent, à différents égards une mention particulière.

M. Langlois brase à l'extrémité du tube qui aboutit à la boîte à fumée un écrou en cuivre rouge E qu'il appelle l'ajoutoir (fig. 5, pl. 159), portant à l'extérieur deux filets de vis qui prennent dans ceux de même dimension, pratiqués sur la plaque de tête P. Afin d'éviter l'oxydation de cette partie filetée, les filets de l'ajoutoir sont graissés avec une pâte faite avec du suif et une poussière très-fine de zinc. (L'expérience a démontré que cette pâte était un préservatif très-efficace et de très-longue durée.) Une limande *m*, de chanvre ou de plomb, placée sous le chapeau de l'ajoutoir, établit un joint étanche après le serrage qui se fait au moyen d'une clef à tenon ayant prise dans les entailles *e*. Du côté de la boîte à feu P', le tube passe dans un trou cylindrique et s'y trouve maintenu à serrage forcé par une bague en acier *b* très-légèrement conique (c'est le moyen le plus généralement employé actuellement pour la retenue des tubes fixes).

M. Bérendorff brase à chacune des extrémités du tube et extérieurement une bague conique *bb* (fig. 6) qui vient se loger dans un trou de même forme percé dans les plaques de tête P ou P'. C'est à l'aide d'une tige taraudée aux deux extrémités et portant des taquets et des écrous *c c'* que le tube est mis à poste ou qu'il est sorti des trous de plaque. Dans la position représentée fig. 6, le serrage de l'écrou *c'* fait sortir le tube ; pour le mettre en place, on remplace les installations *c c'* l'une par l'autre, et le serrage du même écrou *c'* agit alors de façon à pousser les bagues du grand diamètre vers le petit (les dimensions des bagues ont été exagérées sur la figure 6).

L'un et l'autre de ces systèmes ont réussi dans la pratique. Celui de M. Bérendorff est plus simple dans sa confection et dans sa mise en place ; nul doute qu'avec le temps son emploi ne se généralise.

Les tubes démontables n'étant plus un problème sans solution pratique, on peut s'étonner qu'il ne soit pas venu à l'idée des constructeurs de chaudières de les combiner avec un certain nombre de tubes fixes, de manière à permettre la désincrustation de toute la partie tubulaire par des procédés mécaniques rendus alors facilement applicables. L'Exposition n'offre aucun exemple d'un pareil arrangement, dont la simplicité n'aura pas tenté l'esprit inventif des chercheurs de nouvelles installations. Le progrès que l'on poursuit le plus souvent à travers des complications est quelquefois dans l'application intelligente de la chose déjà inventée. L'observation que nous soulevons ici en est un exemple.

Chaîne-grattoir. Sous le même hangar où se trouve exposé un spécimen des tubes Langlois appliqués à un fourneau de chaudière marine, les concessionnaires du brevet de M. Joublin ont placé un tableau représentant une chaîne-grat-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toir destinée à désincruster les tubes. Cette invention complète les deux précédentes. Le lecteur pourra en juger en lisant la description succincte que nous allons en donner sans craindre de nous exposer au reproche de consacrer trop de temps et d'espace à des détails secondaires. Si, lorsqu'une chaudière a perdu par les incrustations accumulées le tiers, plus ou moins, de sa puissance vaporisatrice, on peut, à l'aide d'un instrument simple et peu coûteux lui rendre en grande partiecette puissance après quelques jours de travail, cet instrument vaut la peine d'être signalé à côté des inventions pompeusement annoncées, alors surtout que le seul mérite de ces dernières est de tenir beaucoup de place et de donner occasion à une réclame dans le genre américain.

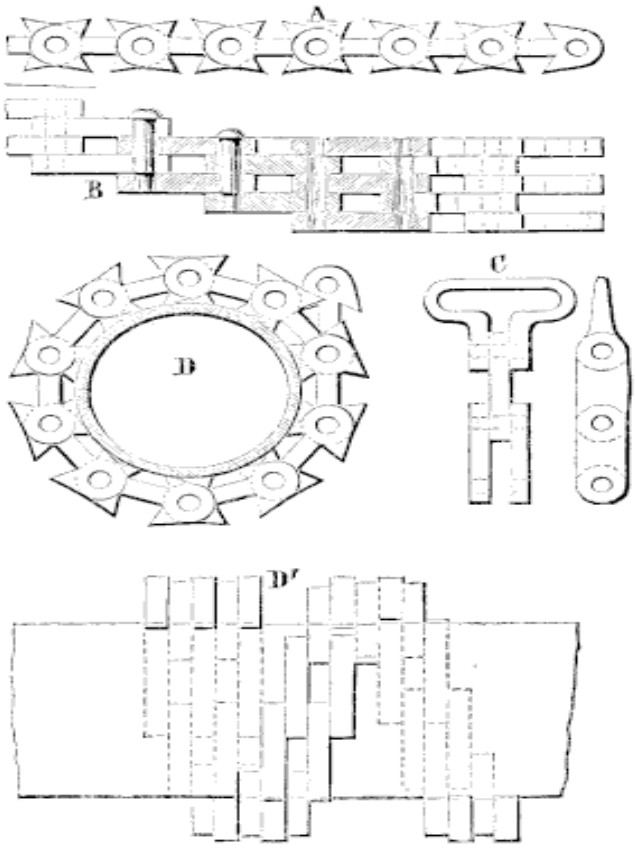


Fig. 23.

Des maillons en acier trempé A, portant chacun quatre biseaux coupants, forment, réunis, une chaîne articulée droite ou hélicoïde, comme le représente le détail D' (fig. 23) qui précède. Ladite chaîne enroulée à deux tours autour d'un tube incrusté, et manœuvrée à la main par ses deux extrémités de manière à parcourir toute la longueur du tube en frottant, coupe et détache les incrustations sans entamer le métal où elles sont attachées.

Le détail A (fig. 23) présente la vue de côté de la chaîne hélicoïde. Le détail B en représente le plan avec la coupe de deux séries de maillons consécutifs. Les huit premiers de chaque extrémité sont articulés de manière à former une certaine longueur rectiligne, afin de pouvoir gratter le tube au ras des plaques de tête. Le nombre des maillons disposés en escalier est susceptible d'être augmenté ou diminué ; l'expérience conduit à leur donner une longueur totale, égale au double du développement du tube à désincruster.

La fig. C montre la manille qui termine la chaîne à chacune de ses extrémi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tés et sur laquelle on attache la courroie destinée à être enroulée autour de la main de l'opérateur.

Les détails D et D' représentent en plan et en élévation la chaîne enroulée autour d'un tube.

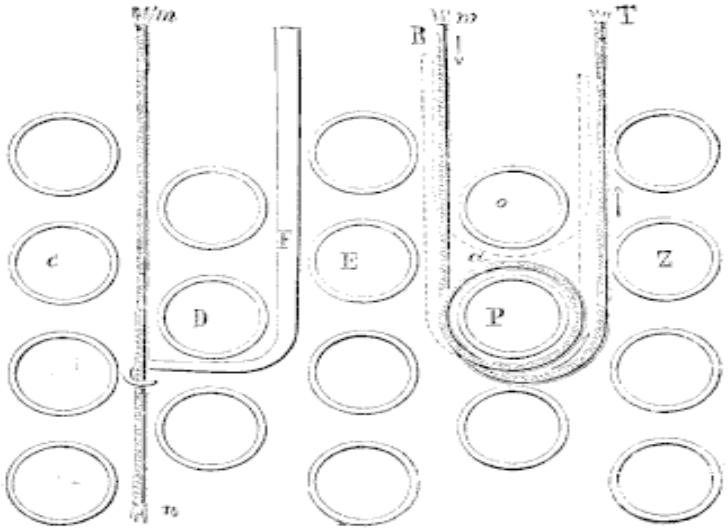


Fig. 24.

Pour faire l'opération sur le tube P, par exemple (fig. 24), on descend la courroie tenue sur la manille entre les deux rangées où se trouvent le tube E et le tube P. Un crochet en fer F est descendu entre les deux rangées PZ, comme il est représenté entre E et D ; le crochet est alors tourné sous le tube P, de façon à prendre la courroie; on le ramène à sa première position et l'on tire à soi. Lorsqu'on tient à la main la courroie, du côté T, on la passe de la même manière que précédemment entre les tubes o et P. Le bout est alors ramené en R. On lâche le double que l'on tenait en T, et le brin conducteur vient occuper sa première position sur P. On passe enfin la courroie de R en T, comme on l'a passée la première fois sous le tube P, et lorsqu'on la tient à la main en T, on lâche en R ; on fait couler en *m* et on tire à soi en T, jusqu'à ce que la chaîne soit sensiblement serrée autour du tube et s'y soit enroulée comme le montre le détail D' de la fig. 24. En imprimant à la chaîne un mouvement de va-et-vient combiné avec un mouvement de translation, les biseaux des grattoirs entament et coupent les incrustations, et la chaîne marche sur le tube de manière à en parcourir toute la longueur.

La fig. 24 représente à l'échelle de 1/4 de réduction une chaîne-grattoir destinée à pratiquer la désincrustation sur des tubes de 0^{m}.075 de diamètre.

Chaudière à tubes recourbés et à foyer amovible, de M. L. Chevallier.

Il est très-rare qu'un inventeur arrive du premier coup à réaliser son idée aussi complétement qu'il le désire; une amélioration en fait naître une autre, et les défauts du système mis en évidence par la première mise en pratique sont petit à petit remplacés par des qualités qu'on ne prévoyait pas au début.

Ainsi, M. Chevallier, de Lyon, partant de la chaudière cylindrique verticale parfaitement applicable à la navigation (fig. 25, page suivante), a été conduit à la chaudière horizontale (fig. 26) plus convenablement disposée, et enfin à celle dont sont munis actuellement les bateaux-omnibus de la Seine destinés au service spécial de l'Exposition, et représentée pl. 161, fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les améliorations réalisées par ces trois combinaisons d'une même idée sont : 1° L'amovibilité de toute la partie qui constitue le foyer; 2° la courbure en forme de pincettes des tubes pour que la dilatation s'y produise sans fatiguer leurs jonctions avec la boîte à feu et avec la boîte à fumée; 3° le changement graduel de direction de la flamme dirigée par la courbe des conduits, tandis que dans les autres systèmes tubulaires ce changement est brusque, ce qui nuit au tirage, et a en outre l'inconvénient d'arrêter les flammes au moment où elles pénètrent dans les tubes, d'occasionner alors une intensité calorifique très-grande là précisément où le dégagement des bulles de vapeur est le plus gêné; 4° l'espacement des conduits tubulaires entre eux, suffisamment grands pour laisser passer librement la vapeur formée sur la paroi cylindrique.

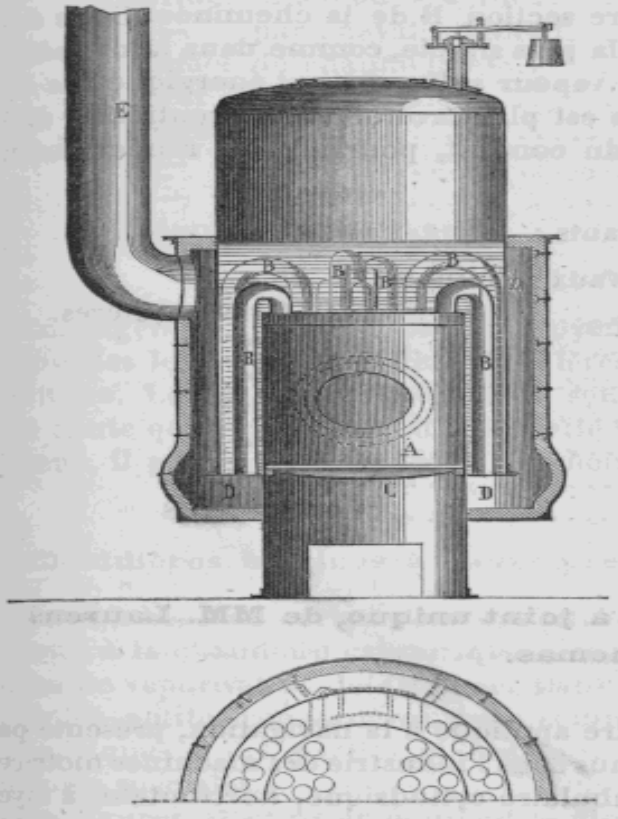


Fig. 25.

Si les résultats donnés par les générateurs des bateaux-omnibus ne sont pas ce qu'on pourrait appeler des résultats *de circonstance*, et rien n'autorise à le supposer, la chaudière marine système Chevallier mérite la confiance des ingénieurs et des mécaniciens.

Sur le modèle fig. 25, ci-contre, le corps de la chaudière est réuni au corps du foyer A par un assemblage à boulons ménagé sur la plaque D D; en défaisant le joint et celui des petites branches des tuyaux courbes B B, on peut séparer le corps du foyer de celui de la chaudière en soulevant ce dernier.

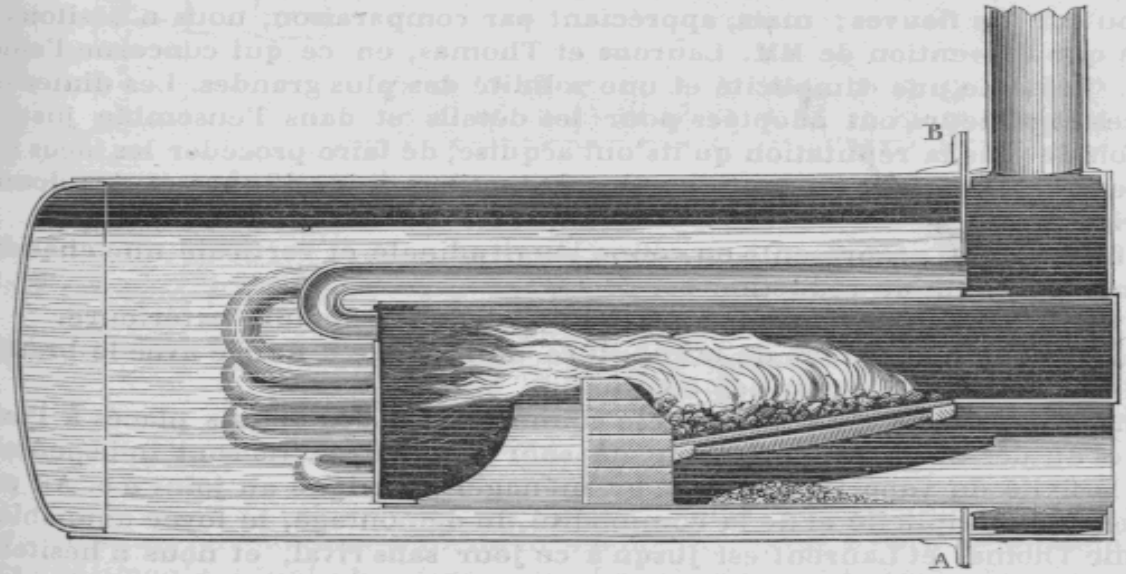


Fig. 26.

Sur le modèle fig. 26, en défaisant le joint A B, le foyer, les tubes et la cheminée peuvent sortir horizontalement du corps de chaudière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La fig. 1, pl. 161, représente le générateur établi sur les bateaux-omnibus de la Seine. Le cylindre contenant le foyer F, la chambre de combustion C, et portant les tubes courbes T, peut être sorti horizontalement du corps de chaudière après que les joints tenus par les séries de boulons à écrous *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, ont été défaits. Le réservoir de vapeur est formé par la chambre V, et le cylindre annexé V' traversé longitudinalement par la première section H de la cheminée. Cette dernière disposition établit de la manière la plus simple, comme dans la chaudière Claparède (pl. 157), un surchauffeur de vapeur suffisamment énergique. Le diamètre des tubes porté à 90 millimètres est plus favorable à la continuité de la flamme et s'accorde avec la longueur du conduit, pour un bon rendement de l'appareil.

Les calculs donnent les résultats suivants :

Puissance de vaporisation en chevaux nominaux.	20
Pression effective de la vapeur.....	6 atmosphères.
Surface totale de grille.....	$0^{m2}.95$
Par cheval nominal (*tirage forcé*).....	$0^{m2}.047$
Surface totale de chauffe.....	32^{m2}
Par cheval nominal.....	$1^{m2}.60$
Volume total de vapeur.....	$3^{m3}.164$
Par cheval nominal.....	$0^{m3}.158$

Chaudière à foyer amovible et à joint unique, de MM. Laurens et Thomas.

Le système de générateur pouvant être appliqué à la navigation, présenté par MM. Laurens et Thomas (noms bien connus dans l'industrie des machines motrices à vapeur), consiste en une chaudière tubulaire cylindrique, horizontale, à foyer intérieur, dans laquelle le foyer et la chauffe tubulaire forment un ensemble réuni à la calandre externe par un *joint unique* qui s'exécute à l'aide de boulons. Cette disposition rend *très-pratique* la mobilité du foyer et de la chauffe. Nous ignorons si des résultats ont été acquis à bord des navires naviguant à la mer ou sur les fleuves; mais, appréciant par comparaison, nous n'hésitons pas à dire que l'invention de MM. Laurens et Thomas, en ce qui concerne l'amovibilité, présente une simplicité et une solidité des plus grandes. Les dimensions que ces ingénieurs ont adoptées pour les détails et dans l'ensemble justifient une fois de plus la réputation qu'ils ont acquise, de faire procéder les idées ingénieuses qu'ils mettent en pratique des déductions scientifiques et des données expérimentales.

La fig. 2, pl. 161, représente en coupe longitudinale et verticale une chaudière marine. L'échelle de réduction est de 1/37.

a b est le joint à boulons du vaporisateur avec la calandre extérieure.

c d est le joint à boulons de la tubulure de la boîte à fumée avec le branchement fixe allant à la cheminée commune.

Dans le petit dessin qui nous a été communiqué, les appuis placés à l'extrémité et au-dessous du vaporisateur ne sont pas figurés. Ils sont indispensables pour la fixité du vaporisateur et pour ménager la fatigue au joint *a b*. Au point de vue de la simplicité et de la commodité du démontage, le foyer amovible du système Thomas et Laurent est jusqu'à ce jour sans rival, et nous n'hésiterions pas, à l'occasion, de le recommander, nos réserves faites, bien entendu, sur le choix entre les tubes et les foyers amovibles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les données numériques concernant cette chaudière indiquent que les surfaces actives ont des dimensions rationnelles :

Puissance vaporisatrice en chevaux nominaux	30
Surface totale de la grille	2^{m2}
— par cheval nominal	$0^{m2}.073$
Surface de chauffe totale	60^{m2}
Par cheval nominal	2^{m2}
Tubes. Nombre	132
— Longueur	2^{m}
— Diamètre	$0^{m}.070$
Volume total de vapeur	1400 litres.
Par cheval nominal	46 litres.

Ces ingénieurs ont proposé un moyen assez simple et peu coûteux de rendre amovibles les foyers fixes des chaudières du type réglementaire dans la marine militaire. Le projet est étudié avec soin et en parfaite connaissance de cause. Nul doute que si l'on entrait dans cette voie de modification des générateurs de vapeur, il aurait l'avis favorable des hommes compétents.

Chaudières marines à haute pression, avec des surfaces planes.

Il y a à bord de certains navires telles obligations locales, qui empêchent de donner à la chaudière cylindrique le volume dont elle a besoin pour une puissance de vaporisation déterminée. Dans le cas qui s'est produit particulièrement pour les petites canonnières, on a combiné une chaudière avec des parties mi-cylindriques et des parties planes, en consolidant ces dernières au moyen d'armatures spéciales.

Les figures 27 et 28 en donnent le dispositif; mais c'est uniquement comme un exemple à éviter que nous le reproduisons ici.

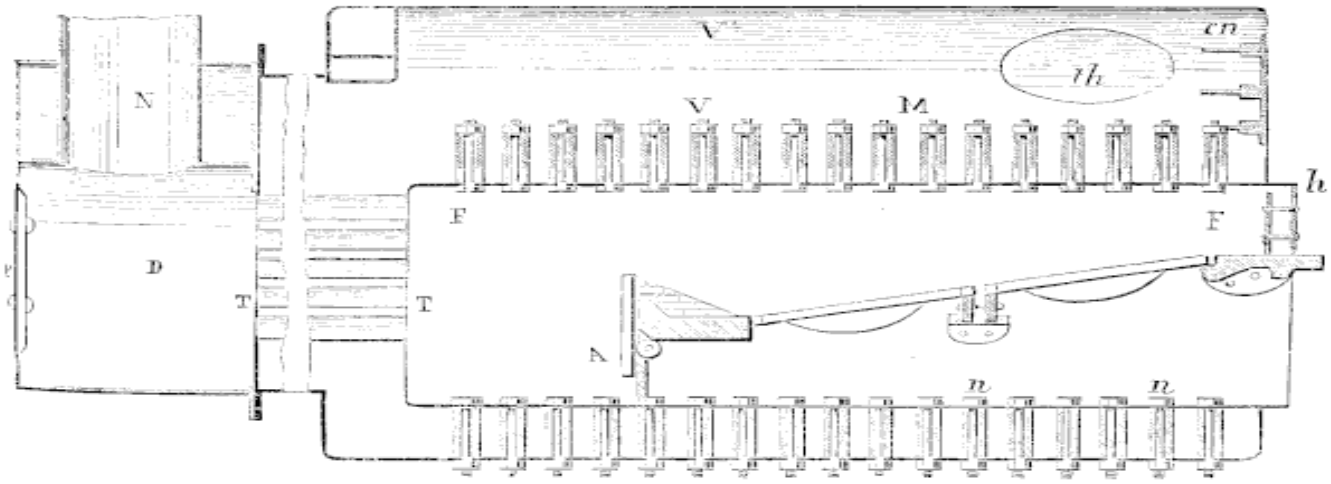


Fig. 27.

Les résultats ont été non-seulement médiocres, mais à bord de quelques-uns de ces bâtiments ils ont été désastreux. Le foyer F est terminé par l'autel en briques A; des tubes T font suite à la chambre de combustion et aboutissent à la chambre à fumée D surmontée de la cheminée N. Le réservoir de vapeur V',

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limité par le niveau de l'eau contenue en V et par le dôme du corps de la chaudière, est beaucoup trop restreint. La pression de régime dans ces appareils étant de 5 atmosphères effectives, les surfaces planes formant le ciel, les côtés et le fond du foyer, sont maintenues contre l'effort de déformation par des armatures M en fer forgé, très-rapprochées les unes des autres et par des entretoises à fourreau *n n*. Les armatures sont appuyées par des oreilles *h* (fig. 28) sur les tôles de l'enveloppe, dans le sens qui soumet ces dernières à un effort d'écrasement suivant leur hauteur. Des fers de cornière *cn*, rivés sur la face intérieure de la devanture, assurent la rigidité de cette surface plane. La portion du corps de chaudière enveloppant la partie tubulaire est cylindrique. Les meilleures précautions ont été prises, on le voit, pour assurer la résistance des parties droites; mais, quand même, leur insuffisance a prouvé une fois de plus, qu'en dehors des formes sphériques ou cylindriques, les générateurs à haute pression étaient d'une construction très-coûteuse et d'un emploi dangereux. Pour quelques chaudières admises à l'Exposition, ces conseils de la théorie et de l'expérience n'ont pas été suffisamment écoutés par les constructeurs. Les données numériques suivantes ne seront pas sans intérêt pour les personnes qui cherchent avec raison à prendre des choses passées un enseignement que les faits seuls peuvent donner.

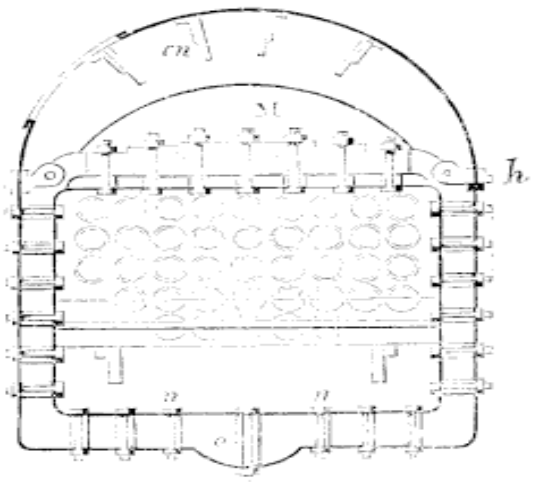


Fig. 28.

La chaudière à haute pression, représentée fig. 27 et 28, est à l'échelle de 1/44 pour les 4 corps formant l'ensemble du générateur d'une machine de la force de 60 chevaux. Chaque corps ne comporte qu'un seul fourneau.

Épaisseur de la tôle	12mm
Surface totale des grilles	4m2
Et par cheval nominal	0m2.0666
Surface de chauffe totale	116m2.388
Par cheval nominal	1m2.931
Volume total de l'eau	13m3.824
Par cheval nominal	230 litres.
Volume total de la vapeur	4m3.896
Par cheval nominal	81 litres.
Poids de chaque corps de chaudière vide	4285 kil.
— des 4 corps	17140 kil.
Volume de l'ensemble des 4 corps	32m3

Chaudière américaine à haute pression brûlant l'anthracite.

L appareil que présente la figure 29 (page suivante) caractérise la construction ricaine. L'échelle de réduction est de 1 centimètre par mètre.

La disposition de l'ensemble est bien entendue; elle rappelle par la forme extérieure la chaudière de locomotive. L'emploi des petits tubes *t*, adjoints aux grands tubes T, n'a pas donné, en général, de bons résultats; mais, ici, l'ab-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sence presque complète de fumée dans la combustion de l'anthracite diminue notablement les inconvénients des conduits de flamme d'un faible diamètre.

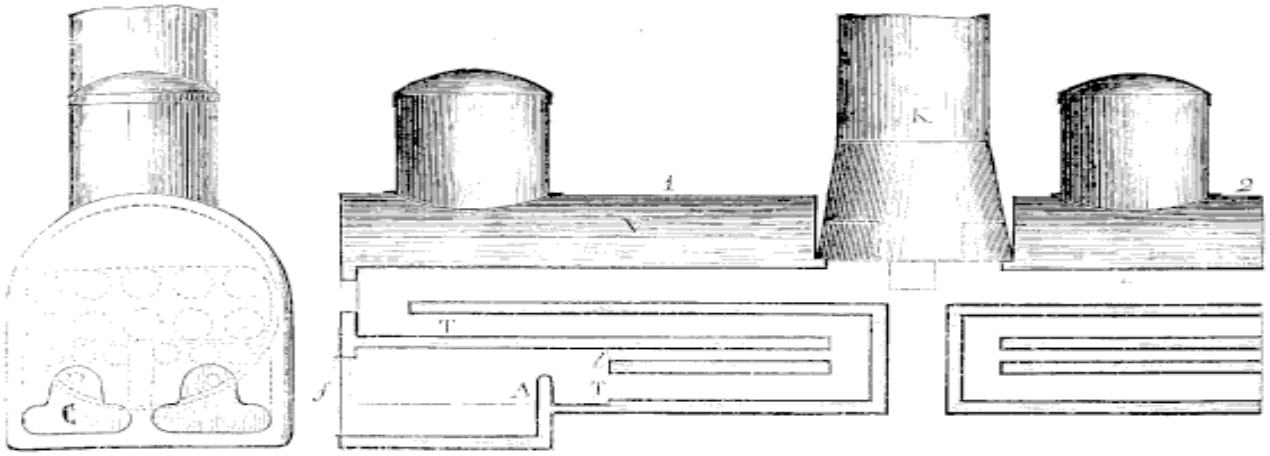


Fig. 29.

Les deux corps de chaudière 1, 2, placés dos à dos ont une cheminée commune K, disposition sensiblement défectueuse à cause de la rencontre des courants gazeux se mouvant dans des directions opposées (voir première partie, de la présente étude, t. Ier). Des cendriers C, de grande largeur, et des foyers f A, de grande hauteur avec peu de longueur, sont nécessaires pour une bonne combustion de l'anthracite compacte. L'adjonction d'un grand coffre à vapeur au réservoir V, indique que les Américains n'oublient pas toujours de mettre à profit les conseils de l'expérience.

On ne saurait signaler trop souvent aux constructeurs que le volume des réservoirs de vapeur sur le plus grand nombre de chaudières marines étant limité, moyennement, à 120 décimètres cubes par force de cheval nominal pour les moyennes pressions et à 70 décimètres cubes pour les hautes pressions, est insuffisant dans les deux cas; moins grande est la quantité de vapeur en réserve, plus grandes sont les intermittences de pression par suite d'un excès ou d'un ralentissement de la chauffe, d'un ralentissement ou d'une augmentation de la marche des pistons; en outre, les entrainements d'eau de la chaudière aux cylindres de la machine sont déterminés ou favorisés par ces intermittences et sont permanents, si la prise de vapeur se fait à une distance trop rapprochée du niveau de l'eau, ainsi que cela a lieu dans les réservoirs bas et peu volumineux.

La vue de face et la coupe longitudinale de la chaudière américaine représentée par les figures 30 et 31 (p. 152) font voir que le constructeur a préféré (à tort bien évidemment) les surfaces de foyer planes aux surfaces cintrées. Comme la précédente, elle affecte la forme de la chaudière locomotive; de petits tubes conduisent la flamme du foyer à la boîte à feu, et de grands tubes la dirigent de celle-ci à la cheminée : ainsi on a voulu donner une plus grande vitesse à l'écoulement des gaz chauds au dehors et une surface de chauffe un peu plus grande dans les régions basses correspondant au niveau du ciel du foyer. Cet appareil construit à titre d'essai ne porte qu'une épaisseur de tôle de $7^{m}/_{m}$ pour une pression de régime de 3 atmosphères effectives. Aucun accident n'a signalé jusqu'à aujourd'hui ce que l'on aurait quelque raison d'appeler une *imprudence*, non pas tant à cause de la faible épaisseur primitive du métal pour la résistance à laquelle il est appelé, mais parce qu'une chaudière de mer s'oxyde prompte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment et profondément, et qu'après un temps relativement très-court par rapport à celui après lequel une chaudière à terre est entamée par la rouille, la chaudière marine a perdu une proportion assez grande de sa résistance. Les intermittences fréquentes de refroidissement et de mise en feu viennent encore augmenter les causes d'une fatigue prématurée de l'appareil de mer.

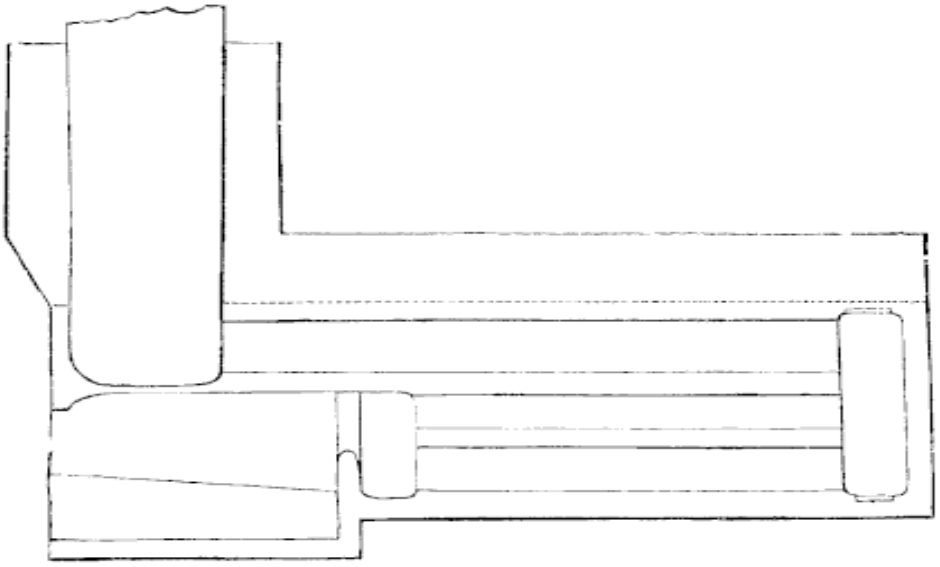


Fig. 30.

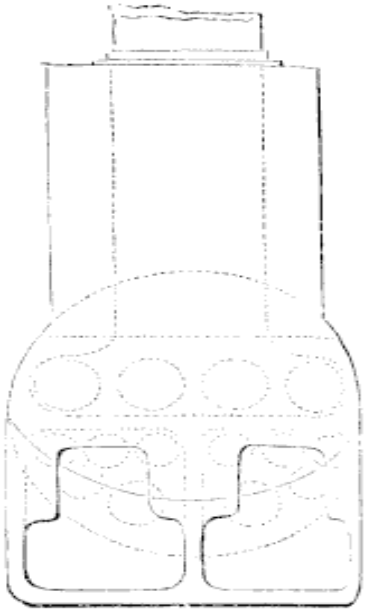


Fig. 31.

Chaudière à lames d'eau ondulées.

M. Carville aîné a exposé une chaudière à foyer intérieur, très-ingénieusement disposée pour remplir une des conditions recherchées dans les chaudières marines : grandes surfaces de chauffe sous un faible volume. Entre les lames d'eau verticales 1, 2, 3 (pl. 161, fig. 3), circulent la flamme et les produits gazeux de la combustion qui, en suivant la direction indiquée par les flèches, viennent aboutir aux deux conduits latéraux N et de là à la cheminée H placée sur le devant et sur un des côtés de la chaudière. Chaque lame d'eau communique au réservoir commun de vapeur V par deux tuyaux coudés *t t'* ; P est la prise de vapeur de la machine. Les parois des lames d'eau sont en tôle de fer ondulée ; elles présentent ainsi une plus grande surface de chauffe que les parois planes, et les entretoises *m n* placées aux étranglements formés par le rapprochement des ondulations leur donnent une très-grande résistance à la déformation. Cette dernière qualité s'explique ainsi : Etant donnée une chaudière à surfaces planes ayant les deux côtés A B et C D inflexibles (fig. 4) et les deux autres côtés A C et B D flexibles, mais retenus de distance en distance par des tirants *t t*, ces derniers côtés se bomberont entre les tirants sous l'action d'une forte pression intérieure ; l'ensemble prendra la forme (fig. 5) et chaque onde *o o'* aura une courbure à peu près parabolique. Il est évident qu'après avoir pris cette forme, les parois verticales ne seront plus déformées par la même pression qui les lui a fait prendre, et la chaudière sera en somme beaucoup plus résistante.

Les courants ascensionnels et descendants qui se forment dans les lames d'eau dont les parois sont chauffées, rencontrent moins d'obstacles dans le système

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carville que dans ceux à courants de flamme superposés; dans ces derniers, le liquide étant emprisonné dans des tuyaux horizontaux, la vapeur formée n'a d'autre issue pour monter dans les parties supérieures de l'appareil, en vertu de sa moindre densité, que les deux extrémités de chaque tuyau.

Sur les tubulures de communication *t t'*, entre chaque bouilleur vertical et le coffre à vapeur commun V, un obturateur (robinet ou vanne) pourrait être placé pour permettre, en cas d'avarie, d'isoler un bouilleur, au risque évident de les laisser détériorer par le feu mais sans danger d'explosion.

En somme, cet appareil construit d'après une idée originale présente une solidité satisfaisante et donne une bonne utilisation (8 kil. de vapeur par kil. de houille de qualité médiocre). Son emploi à bord des navires dont l'appareil moteur est d'une grande puissance, présente les inconvénients de tous les systèmes à foyer extérieur exigeant une enveloppe métallique garnie d'une maçonnerie intérieure; et, bien que des autoclaves *p p* permettent l'accès à l'intérieur des bouilleurs pour le nettoyage et le piquage des dépôts adhérents, l'alimentation à l'eau de mer n'en est pas moins là une impossibilité. Le volume de l'eau soumise à la vaporisation y est très-petit; un système de tuyautage permettant de pratiquer l'extraction dans chaque bouilleur entrainerait une complication trop grande pour le service à la mer. Pour des machines d'une force nominale de 30 chevaux et avec une alimentation d'eau douce, la chaudière Carville rivalisera avec les générateurs les mieux disposés et actuellement en faveur.

Les fig. de 1 à 3 de la pl. 161 représentent à l'échelle de réduction de 0.068 la demi-projection verticale de face, la demi-coupe de cette même projection, et la coupe verticale suivant l'axe longitudinal du foyer, d'une chaudière applicable à la navigation.

Puissance de vaporisation en chevaux effectifs.....	10
— en chevaux nominaux.....	4
Surface de grille totale.....	$0^{m2}.26$
Par cheval nominal.....	$0^{m}.065$
Surface de chauffe totale.....	9^{m2}
Par cheval nominal.....	$2^{m2}.25$
Volume d'eau total.....	390 litres.
Par cheval nominal.....	75 litres.
Volume de vapeur total.....	400 litres.
Par cheval nominal.....	100 litres.

Chaudière Thompson à vaporisateur sphérique.

La fig. 6, pl. 161, représente une coupe verticale d'un générateur dont la disposition intérieure, sans être absolument nouvelle, est parfaitement entendue en vue de la solidité et de l'utilisation de la chaleur. En *frappant* la surface du vaporisateur sphérique B, les gaz enflammés sont repoussés sur les côtés C', C, et gagnent les conduits tubulaires D D pour aboutir à la cheminée. Le contenant de l'eau comprend l'espace annulaire autour du foyer, qui est intérieur, la sphère B et les deux tiers environ de la hauteur des tubes verticaux D. L'autre tiers de ceux-ci forme un sécheur de vapeur.

On ne saurait contester l'avantage de la forme sphérique du vaporisateur sur toutes autres. La flamme *frappe* les parois, y reste en contact sans trop amortir sa vitesse, se dirige sans obstacle brusque vers les conduits d'appel D D, et ne laisse ni suie ni cendres sur les parties touchées; suspendue dans le foyer, la boule creuse reçoit en outre de la chaleur transmise par le contact de la flamme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle qui rayonne du foyer embrasé. A l'intérieur, les courants tourbillonnants déterminés par la vaporisation immédiate du liquide touchant la paroi, se produisent sans obstacles pour le dégagement de la vapeur dans le réservoir, et pour le remplacement de l'eau vaporisée par celle que les courants liquides les plus voisins des surfaces métalliques y amènent en contact.

Ces courants sont assez forts pour empêcher l'adhérence des matières calcaires sur le métal; elles sont continuellement entraînées comme dans les bouilleurs de la chaudière *Field*.

Un cylindre tend à prendre la forme d'une sphère sous un effort d'intensité égale sur tous les points touchés, et agissant à l'intérieur; la forme sphérique est donc la plus résistante dans ce sens.

Si, à ces qualités distinctives, on ajoute celle d'un nettoyage intérieur et extérieur faciles, on pourra conclure que la chaudière Thompson, affectée aux machines à vapeur de terre, se recommande particulièrement à la confiance des ingénieurs; qu'elle convient parfaitement, et mieux peut-être que les autres types de générateurs dont il est fait mention dans la présente étude, aux machines marines d'une puissance au-dessous de 20 chevaux. (Chaloupes et canots à vapeur, bateaux de plaisance, etc.) La production de vapeur accusée par le constructeur est de 9k.600 par kilogramme de charbon brûlé. La montée en vapeur, à compter du moment de l'allumage, n'exige pas plus de 20 minutes. Nous croyons ces données un peu à côté de la vérité marquée par des résultats constants.

Des chaudières à circulation d'eau rapide.

Le volume de l'eau dans les chaudières marines dont nous nous sommes occupés jusqu'ici, est moyennement de 125 litres par force de cheval nominal, ce qui permet au besoin une vaporisation de quelque durée sans nouvelle alimentation. Par l'adoption de ces systèmes de vaporisateur, on est conduit à un plus grand encombrement et à un poids plus élevé que si la quantité de liquide était moins grande; mais il en résulte cet avantage très-grand dans la navigation, de pouvoir soutenir une production de vapeur à peu près régulière avec des abaissements ou des élévations anormales du niveau, avec l'augmentation ou le ralentissement momentané de l'intensité des feux, et de ne pas fatiguer le chauffeur par une surveillance minutieuse et incessante de l'eau, de la pression et de la marche des fourneaux. D'autre part, l'alimentation à l'eau salée exige impérieusement la pratique des extractions continues ou partielles, et les chaudières à faible contenance de liquide fonctionneraient dans ce cas avec des écarts de pression brusques et continues. Les sulfates de chaux en dissolution dans l'eau de mer se précipitent d'autant plus vite et plus abondamment, que la différence entre le volume du liquide vaporisé dans un même temps et celui contenu dans la chaudière est plus petite. En un mot, les générateurs de vapeur ont besoin d'un *régulateur* de production, comme les machines en mouvement ont besoin d'un *volant*, et, jusqu'ici du moins, le volume d'eau fixé dans des limites que la pratique a déterminées, remplit le but; les nouvelles chaudières s'en écartent beaucoup.

En mécanique appliquée, un *régulateur* est un usurier dont on entretient les exigences sans bénéfice immédiat; mais au total, son action, en empêchant les excès et les insuffisances de vitesse n'est pas trop chèrement payée, puisqu'elle donne une certaine sécurité du fonctionnement de l'ensemble. En adoptant cette appréciation, en ce qui concerne les chaudières, nous nous trouvons en bonne et nombreuse compagnie.

Ce dernier argument, si c'en est un, peut être invoqué par les partisans du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

générateur à faible capacité, dit *générateur à circulation rapide*. Ces générateurs présentent évidemment à l'emploi certains avantages incontestables; nous les énumérerons après avoir décrit les principaux systèmes mis en évidence par l'Exposition et proposés à l'application de la navigation fluviale et maritime. Ainsi, le lecteur pourra établir son appréciation en connaissance de cause. En attendant, rappelons que le volume de l'eau contenue dans la chaudière n'influe pas d'une manière sensible sur la puissance vaporisatrice dans les limites extrêmes de 30 à 150 litres par cheval nominal, soit de 80 à 400 litres par cheval effectif. Les résultats donnés par les chaudières à circulation d'eau n'infirment pas ce fait mis en évidence par les observations faites d'une manière permanente, pour ainsi dire, sur les générateurs de l'autre système dont la valeur pratique est bien mieux constatée jusqu'ici. Étant trouvé un alimentateur automatique fonctionnant avec la régularité mathématique exigée dans le service des chaudières à faible volume d'eau, et un régulateur du tirage agissant soit dans le conduit de la cheminée, soit dans le cendrier, ces chaudières pourraient alors prendre rang à côté de celles qui les ont précédées dans la confiance des mécaniciens et des industriels. Des dispositions très-ingénieuses ont été proposées ou adoptées dans ce but par plusieurs constructeurs et notamment par M. Belleville. Cet habile ingénieur a affecté à l'alimentation un flotteur mettant en mouvement un robinet gradué et des ressorts à disques de son invention, mis en action par l'excès de la pression et faisant fermer graduellement le registre de la cheminée, afin de diminuer l'intensité des feux en diminuant le tirage. Nous pensons que ces deux installations peuvent répondre à ce qu'on en attend sur les chaudières de machine fixe : pour les chaudières marines, il est permis de faire des réserves en considérant les causes permanentes de l'irrégularité de fonctionnement d'un flotteur, dans un liquide dont le niveau est constamment mobile par le fait des mouvements du navire, en considérant en outre les fluctuations du tirage dans les fourneaux, amenées par les changements d'intensité ou de direction des courants atmosphériques à la mer. Il ne nous paraît pas que l'on tienne un compte suffisant de ces changements lorsqu'il s'agit d'expérimenter la valeur calorifique d'une quantité de charbon ou la puissance vaporisatrice d'une chaudière.

Il est évident qu'en tout état de choses l'alimentation à l'eau de mer est absolument inapplicable dans les chaudières à circulation forcée et à chambres d'eau tubulaires, ou à lames étroites et rapprochées; il faut donc affecter ces appareils au service des machines marines à condenseurs par surface.

Les chaudières dont la description va suivre sont proposées pour la navigation fluviale ou maritime à titre d'inexplosibles. C'est en effet là leur qualité distincte, la quantité d'eau qu'elles contiennent ne pouvant jamais donner lieu à un dégagement de vapeur suffisant pour produire les terribles effets d'une explosion dite fulminante.

Chaudières inexplosibles à circulation d'eau multiple, de J. Belleville.

On a fondé de très-grandes espérances sur la chaudière Belleville, dont la forme actuelle (pl. 162, fig. 2 et 3) paraît être définitivement adoptée par l'inventeur.

Elle a subi des changements nombreux dans les détails et dans l'ensemble. Primitivement elle a été conçue d'après ce principe : remplacer l'énorme masse d'eau en ébullition dans les chaudières ordinaires par de petites quantités introduites au fur et à mesure de la vaporisation et de la dépense. Un serpentin disposé autour d'un foyer était chauffé à une température voisine de la chaleur rouge; une pompe d'injection y introduisait alors une petite quantité d'eau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la vaporisation instantanée donnait la force motrice nécessaire à chaque coup de piston de la machine chargée. L'expérience poursuivie avec persistance passa condamnation sur ce premier essai. Plus tard, fut essayé un appareil dans lequel une seule circulation de l'eau avait lieu dans un tube en serpentin formant un parcours ascendant disposé autour du foyer. L'eau pénétrait par la base du serpentin, et s'élevait graduellement jusqu'à ce que la pression de la vapeur vint équilibrer celle à laquelle était soumise l'eau d'alimentation. L'insuccès de cette nouvelle tentative ne découragea pas l'inventeur ; insuccès qui fut suivi de la première chaudière à tubes horizontaux installés dans le prolongement du foyer. L'eau était introduite par l'extrémité la plus éloignée du foyer, et s'avançait graduellement sur celui-ci à mesure qu'elle s'échauffait, pour s'en éloigner ensuite à l'état de vapeur.

C'est en 1859 que M. Belleville a remplacé tous ses systèmes précédemment brevetés par celui à *circulation multiple* ainsi disposé :

La fig. 1 donne le plan en supposant la partie supérieure de l'enveloppe de la chaudière et la moitié de la longueur du collecteur C enlevées.

La fig. 2 est l'élévation de face, en supposant la moitié de l'enveloppe antérieure enlevée pour laisser en vue une partie du faisceau tubulaire et du foyer.

La fig. 3 est la coupe verticale suivant l'axe du foyer.

A. Éléments de tubes générateurs, vases communiquants, composés de tubes horizontaux, superposés en quinconce, raccordés entre eux par des boîtes et des coudes G et communiquant par leurs extrémités inférieure et supérieure avec les tubes B et C dits collecteurs. — B. Collecteur inférieur où passe l'eau d'alimentation avant de s'élever dans chaque élément de tubes générateurs. — C. Collecteur supérieur où se rend la vapeur formée dans les tubes générateurs. — D. Tube diviseur de prise de vapeur adapté à l'intérieur du collecteur où il est raccordé hermétiquement avec la tubulure de sortie de vapeur; d'après cette disposition, la vapeur est obligée, pour s'échapper au dehors, de se diviser en passant par les petits trous dont le tube est percé dans toute la longueur de sa partie supérieure. Les trous, dont la section augmente à mesure qu'ils s'éloignent de l'orifice de sortie de la vapeur se dirigeant de la chaudière à la machine, ont pour but de puiser la vapeur aussi également que possible dans toute la longueur du collecteur, afin de rendre la dépense de cette dernière égale dans chacun des éléments tubulaires où elle se forme. Ainsi les soulèvements et les entraînements d'eau sont évités, en dehors de toute autre cause qu'une dépense inégale dans les générateurs, bien entendu. — F. Épurateur de vapeur, portant la soupape de sûreté, un tuyau plongeur et un bouchon de visite et de nettoyage. — G, G', G''. Boîtes et raccords en fonte malléable, ou manchons et bagues reliant entre eux les tubes horizontaux. — H. Bouchons tenus fermés par des boulons en forme d'ancre, faciles à démonter pour nettoyer l'intérieur des tubes. — J. Cylindre-niveau muni d'un tube de niveau d'eau, d'un robinet de vidange, de bouchons de nettoyage, de tubulures pour faire le plein et pour l'alimentation. — K. Tube de communication du collecteur supérieur ou de la vapeur avec le cylindre-niveau. — L. Tube de communication du cylindre-niveau avec l'eau contenue dans la chaudière et par le collecteur inférieur. — M. Robinet servant à régler l'alimentation. (Les détails sont donnés fig. 4.) — N. Clapet de retenue de l'eau ou de la vapeur dans le cylindre-niveau, c'est-à-dire empêchant le retour de l'eau dans la boîte alimentaire. — Q. Brise-flammes destiné à diviser le courant de chaleur et à obliger celle-ci à se répartir autant que possible sur toutes les surfaces de chauffe. — R. Portes spéciales pour le nettoyage intérieur et extérieur des tubes générateurs. — S. Foyer. — T. Cendrier muni d'une porte à crémaillère destinée à interrompre la combustion pendant les temps d'arrêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— V. Enveloppes et armatures en tôle et cornières. — Y. Maçonnerie en briques réfractaires. — Z. Manomètre, communiquant avec le cylindre-niveau ou avec le tuyau de vapeur K qui est en même temps un conduit de retour d'eau à ce cylindre, lorsque l'alimentation trop abondante fait dépasser au niveau de l'eau dans la chaudière la hauteur voulue. — *c*. Soupape sur les chaudières du système Belleville, montées à bord des canaux et des chaloupes à vapeur. L'alimentation est réglée par un mécanisme représenté fig. 4.

Un flotteur *f*, placé dans le cylindre-niveau J et équilibré par le contre-poids extérieur *p*, fait ouvrir ou fermer le robinet *c*, suivant que l'abaissement ou l'élévation du niveau *n* donne la prépondérance au flotteur *f* ou au contre-poids *p*; il arrive alors que l'eau venant de la pompe alimentaire par *a* pénètre dans le cylindre-niveau en passant par *b* ou est dirigée au dehors. La soupape *d* empêche le retour du liquide vers la pompe alimentaire.

Les fig. 1, 2, 3 de la pl. 162 représentent un générateur Belleville applicable à un canot ou à un bateau de plaisance. Il a une puissance vaporisatrice de 6 chevaux effectifs ou 2chev.25 (nominaux). L'échelle de réduction est de 1/10.

Les résultats des calculs partiels sont les suivants :

Surface totale de grille	0m2.22
Par cheval nominal	0m2.097
— effectif	0m2.036
Surface totale de chauffe	6m2.500
Par cheval nominal	2m2.88
— effectif	1m2.08
Volume d'eau total	40 litres.
Par cheval nominal	17lit.7
— effectif	6lit,60
Volume de vapeur total	42 litres.
Par cheval nominal	18 litres.
— effectif	7 litres.
Volume à l'encombrement	1 mètre3
Par cheval nominal	0m3.444
— effectif	0m3.177

La chaudière marine, pour des puissances élevées, diffère dans la relation de ses dimensions de celle décrite ci-dessus, mais le principe de la construction est exactement le même.

Les générateurs de 240 chevaux, commandés à M. Belleville par la marine impériale, sont construits avec soin et justifieront, nous le croyons, la confiance qu'on doit avoir dans les meilleurs résultats que peut produire le système à circulation d'eau; mais il ne peut prétendre à une préférence sur les systèmes précédents.

Chaudières Rowan inexplosibles à circulation d'eau et à capacité tubulaire.

Quelques constructeurs anglais ont adopté l'idée des chaudières à capacité tubulaire dont l'introduction dans la pratique, sinon l'invention entière appartient, croyons-nous, à M. Belleville. Les essais n'ont pas été plus catégoriquement démonstratifs chez nos voisins que chez nous. De tâtonnement en tâtonnement M. Rowan, de Glascow, est arrivé à l'agencement dont la fig. 3, pl. 163, suffit pour faire comprendre l'ensemble.

La chaudière est composée principalement d'une série de doubles rangées de tubes verticaux T T, T' T', N N dont les extrémités supérieures communiquent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec les espaces fermés, à section rectangulaire R R, R' R', R'' R'', formant les parois de la boîte à feu et à fumée. Ces espèces de réservoirs d'eau et de vapeur communiquent par le bas à trois grands cylindres longitudinaux C, C', C'', formant le collecteur d'eau, et par le haut au cylindre D par l'intermédiaire des tubulures *b b*. Celui-ci est le collecteur de vapeur. Il porte les deux réservoirs cylindriques V V qui, logés dans le bas de la cheminée, font l'office de sécheur. Le fourneau F F est placé directement au-dessous des tubes courts T' T'. Les bouilleurs rectangulaires R'' R'' en limitent la hauteur; des cloisons en tôle 1, 2, 3, 4, placées entre les longs tubes verticaux de l'entre-deux des fourneaux F F, FF', dirigent les gaz chauds et divisent les espaces libres entre les longs tubes N N en trois courants de flamme verticaux suivis par ces gaz, comme l'indiquent les flèches (fig. 3).

Chaque corps de chaudière porte quatre fourneaux; sur les longs tuyaux extérieurs U U, communiquant avec les collecteurs C, C', C'' et D, sont placés les indicateurs du niveau de l'eau. Une maçonnerie de briques réfractaires consolidée par une enveloppe extérieure de tôle de fer contient l'appareil en entier.

La simplicité de la construction n'est pas évidemment dans la chaudière Rowan. Le constructeur breveté prévient du reste que le prix de premier achat est plus élevé que celui des chaudières *communes*, mais il affirme que l'économie de combustible qu'elle procure finit par compenser cette différence et les frais de réparation également très-coûteux. Nous ne possédons aucune donnée numérique ni expérimentale pour appuyer ou combattre cette appréciation.

Chaudière anglaise en fonte de fer, à anneaux creux.

Un appareil dont le titre ci-dessus énonce la particularité, et que la fig. 5, pl. 162, fait voir dans les détails de son arrangement, est exposé par un constructeur anglais, M. Green. A part la nature du métal, qui n'a été choisie évidemment que parce que l'emploi du fer creux aurait rendu le prix de revient beaucoup trop élevé par comparaison avec celui des chaudières d'un autre système, il est plus voisin de l'appareil Belleville qu'aucun de ceux figurant à l'Exposition. On peut donc lui appliquer les mêmes critiques, en y ajoutant celle de l'emploi d'un métal condamné par l'expérience dans la construction des parties contenantes d'un générateur de vapeur. Il est juste de reconnaître, toutefois, que la circulation de l'eau dans les chambres annulaires doit se faire bien plus facilement que dans les tubes du système Belleville, et que la suppression ou le remplacement d'un de ces anneaux ne peut présenter aucune difficulté. S'il est possible d'établir une pareille chaudière en fer creux et à un prix de revient peu différent de celui qu'exige le constructeur des appareils *inexplosibles* français, la préférence nous semblerait devoir lui être acquise.

Sur le collecteur inférieur C, à section circulaire, sont reliés par des tubulures et des joints *b b b*, des anneaux creux A A... A, dont la partie supérieure est tenue au collecteur supérieur C' par une disposition exactement pareille. Dans le cylindre supérieur D se rend la vapeur formée dans les chambres circulaires et dans le collecteur C'. Le fourneau *f* est établi à l'intérieur du cylindre formé par les anneaux.

Une maçonnerie, laissant des espaces libres à l'extérieur des anneaux pour former des carneaux de circulation à la flamme et aux produits gazeux de la combustion, contient tout l'ensemble.

L'encombrement en longueur de cette chaudière est le moins approprié, à bord des navires, aux exigences de l'arrimage de l'appareil situé au fond de la cale,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sauf dans quelques cas exceptionnels, celui, par exemple, de bateaux de rivière très-longs et à très-faible tirant d'eau.

Cette observation est la moins importante de toutes celles soulevées par la proposition de faire une chaudière marine de l'appareil dont il s'agit. L'enveloppe en maçonnerie, les dangers en cas de force majeure d'une alimentation à l'eau de mer, l'*impossibilité* du nettoyage intérieur des contenants de l'eau, les écarts brusques de pression par suite de la petite quantité d'eau contenue dans la chaudière, les montées ou les abaissements subits du niveau de l'eau dès que l'alimentation est mal réglée, toutes ces critiques fondées, auxquelles quelques systèmes décrits précédemment ont donné lieu, viennent s'appliquer ici.

Nous ne dissimulons pas notre préférence pour les chaudières à grand volume d'eau, à l'exclusion de celles à très-faible volume, bien que dans ces dernières les explosions soient presque sans danger pour les personnes, même tres-voisines de l'appareil explosionné. Mais nous ne voulons pas mériter le reproche de ne pas avoir mis sous les yeux de nos lecteurs les meilleurs arguments des constructeurs et des partisans des appareils à circulation, dits inexplosibles, pour le service à la mer.

1° *Prompte mise en pression*, 10 à 12 minutes après l'allumage des feux.

Cette faculté permet de porter rapidement des secours, — d'être à l'abri d'une surprise, — d'attendre ou d'observer l'ennemi sans se signaler par la fumée des foyers et sans user son approvisionnement de combustible pour se maintenir sous pression.

Pour les cas exceptionnels, les feux peuvent être préparés de telle sorte que la pression soit obtenue en 5 ou 6 minutes.

2° *Sécurité* résultant de l'impossibilité d'explosion, même dans un service forcé comme en temps de guerre, ou en campagne, alors que la visite et l'entretien des chaudières sont moins faciles.

3° *Réduction considérable de poids*. A surface égale de grille et de chauffe, le poids total, eau, cheminée et accessoires compris pour une pression de marche pouvant s'élever jusqu'à 10 *atmosphères*, est de 170 kilog. environ par cheval nominal, correspondant à 6 décimètres de surface de grille. Le poids des chaudières réglementaires si bien étudiées et qui ne sont construites que pour une pression de 3 *atmosphères* au plus, est de 470 kilog. environ, soit *soixante-trois pour cent* de différence de poids en faveur des générateurs inexplosibles.

4° *Économie importante de combustible* résultant de l'emploi de la haute pression, de la bonne utilisation de la chaleur par les appareils et de la production directe de vapeur sèche.

5° *La légèreté et la moindre consommation* permettent d'augmenter les approvisionnements soit en vivres et en munitions, soit en combustible dans le cas d'une navigation ou d'une croisière de longue haleine.

6° *Possibilité de chauffer sans danger* à une pression plus élevée que celle du régime normal pour un cas de péril ou d'extrême urgence, où il faut coûte que coûte user de toutes ses ressources comme vitesse.

7° *Pas d'ébullitions tumultueuses* ni de transports d'eau aux cylindres compromettant la sécurité des machines, comme il s'en produit parfois avec les chaudières à grande réserve d'eau notamment lors des gros temps.

8° *Facilité de réparation*. Les plus importantes peuvent être exécutées promptement par les seules ressources du bord et *sans relâcher*.

9° *Abaissement considérable des parties vulnérables*, c'est-à-dire des parties qui renferment la vapeur. Elles sont de 1m.300 moins élevées que dans les chau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dières réglementaires du type bas : il en résulte que pour les corvettes rapides de 450 chevaux nominaux, les générateurs inexplosibles à puissance égale se trouveraient de 1m.140 *au-dessous* de la flottaison alors que les chaudières réglementaires du type bas se trouveraient de quelques centimètres *au-dessus*, le plan de pose étant le même dans les deux cas.

4° *Si un projectile*, malgré cette condition favorable d'abaissement, venait après avoir traversé l'enveloppe d'un appareil, à pénétrer parmi les tubes, il n'en pourrait résulter qu'une fuite de vapeur et celle-ci s'échappant à l'intérieur de l'enveloppe serait entraînée dans la cheminée par le courant d'air. Cette fuite serait d'ailleurs de courte durée eu égard à la faible quantité d'eau contenue dans l'appareil atteint et à la promptitude avec laquelle il pourrait être isolé des autres par la fermeture des robinets spéciaux.

La même avarie se produisant dans une chaudière ordinaire aurait pour résultat de donner issue à un torrent de vapeur et d'eau bouillante qui, s'échappant *directement* dans la chambre de chauffe, y sèmerait la mort et jetterait la perturbation dans tout le bâtiment.

Chaudière Normand à haute pression et à moyenne pression.

L'emploi des machines à détente fixe d'après le système Wolff, c'est-à-dire détendant la vapeur dans un cylindre spécial, tend à se généraliser dans la navigation fluviale et maritime. L'idée de réchauffer la vapeur après son travail dans le cylindre à haute pression, et avant son introduction dans celui à détente, appartient à M. Normand fils, du Havre. Nous ignorons si de nouvelles applications en ont été faites depuis les premiers essais à bord du petit navire de commerce *le Furet* (1861). A notre avis, l'arrangement de la chaudière de M. Normand est préférable à la plupart des installations placées dans la cheminée de la chaudière, et qui sous le nom de surchauffeurs ou de sécheurs ont pour but de sécher, de surchauffer même la vapeur, immédiatement après sa sortie du générateur : l'encombrement du canal de la cheminée, l'accumulation du poussier et de la fumée sur les surfaces du sécheur, la formation d'une vapeur trop sèche, détériorant promptement les garnitures des presse-étoupe des tiges du piston et facilitant l'éraillement du cylindre par les garnitures métalliques du piston, les difficultés de réparation immédiate, si une déchirure ou simplement une fuite se produit dans le sécheur, tels sont en résumé les inconvénients de cette installation dans le plus grand nombre des cas.

L'appareil de M. Normand se compose de deux parties distinctes (pl. 167) :

1° Une chaudière à moyenne pression A' surmontant la première.

2° La chambre cylindrique A' constitue le réservoir de vapeur de la chaudière A ; la communication est établie par les manchons C, C, elle contient des tubes D D. La vapeur à haute pression (6 atmosphères), formée en A, va travailler dans le premier cylindre de la machine et s'y refroidit évidemment puisqu'elle y produit un travail ; elle sort du coffre à vapeur A' par le conduit PV ; elle revient après le premier travail par T', passe de B' dans les tubes DD où elle se réchauffe puisque ces tubes sont entourés de la vapeur à haute pression qui n'a pas encore travaillé, et s'en va ensuite par B et T'' travailler dans le deuxième cylindre de détente avec une pression moyenne qui correspond à 40 centimètres de mercure. A la sortie du cylindre de détente elle est évacuée au condenseur à surface refrigérante, afin de ne retirer que de l'eau douce de la condensation. Ce dernier résultat est indispensable pour l'emploi des hautes pressions dans les machines naviguant à la mer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudière pyrotechnique du docteur Payerne pour la navigation sous-marine.

La navigation sous-marine, dont l'usage est absolument limité aux circonstances de guerre maritime, a occupé très-récemment l'attention des inventeurs et a donné lieu à différentes propositions dont un très-petit nombre ont été adoptées pour une application à titre d'essai. L'idée qui paraît prévaloir, malgré l'insuccès des premières tentatives de mise en pratique, est de donner le mouvement à une ou plusieurs hélices propulsives par une machine à air comprimé à 13 atmosphères et emmagasiné dans plusieurs réservoirs cylindriques d'un volume total de 85 mètres cubes. — Un pareil approvisionnement de gaz moteur et respirable en même temps, pourrait fournir, d'après les calculs, une force de 70 chevaux pendant quatre heures. M. le docteur Payerne affirme avoir acquis la conviction que la locomotion sous-marine par l'air comprimé est *radicalement impossible* (ce qui, disons-le en passant, n'est rien moins que prouvé par quelques essais peu réussis), qu'elle peut être réalisée avec une machine à feu ordinaire, la vapeur d'eau étant produite dans une chaudière contenue dans le bateau sous-marin. Le Catalogue officiel de l'Exposition porte au n° 76 de la classe 66, groupe VI, la chaudière avec laquelle l'inventeur prétend obtenir ce résultat à l'aide d'agents pyrotechniques tenant lieu de combustible et de courant d'air atmosphérique. L'originalité, sinon la hardiesse de la proposition, nous sollicite à en donner ici quelques indications sommaires.

Dans un corps de chaudière cylindrique AA (fig. 2, pl. 167) est disposé un foyer E et des tubes F, comme dans la chaudière d'une locomotive ; au-dessus de la boîte à fumée G est placée la cheminée H, dont le conduit est fermé par des soupapes I, I, se soulevant pour donner passage aux produits gazeux de la combustion, lorsque la pression de ceux-ci est plus grande que celle exercée par la colonne d'eau chargeant les soupapes ; des portes E E garnies de briques réfractaires ferment hermétiquement le devant du fourneau et l'arrière de la boîte à fumée. Le combustible employé consiste en des boules creuses de bois bien sec J remplies d'azotate à base de potasse ou à base de soude ; dans le premier cas, le poids du bois doit être à celui de la substance pyrotechnique :: 28 : 100, et dans le second :: 35 : 100. L'introduction du combustible dans le fourneau se fait par l'entonnoir C et les deux vannes D D ouvertes et fermées à la main successivement. Le liquide à vaporiser est l'eau douce ou l'eau de mer, si l'appareil moteur est muni d'un condenseur à surface.

La chaudière Payerne donne-t-elle la solution désirée d'un problème que les expériences faites jusqu'à ce jour n'ont pas encore trouvée ? Il est difficile de l'admettre ; mais elle ouvre la voie dans un sens qui n'a pas encore été suivi par les inventeurs qui s'occupent de la navigation sous-marine.

Sécheurs et surchauffeurs de la vapeur.

Les chaudières à grand volume d'eau sont, pour ainsi dire, les seules en usage dans la navigation ; les appareils Belleville, à très-petite contenance de liquide, ne sont encore que très-exceptionnellement employés. Les premières produisent de la vapeur plus ou moins chargée d'eau ou *vapeur humide*, dont l'emploi ne peut être économique, puisque l'eau entraînée dans le cylindre emporte une certaine quantité de chaleur sensible et de chaleur latente, qui ne se change pas en travail utile. Ne produire que de la vapeur sèche et l'envoyer aux cylindres avec une température plus élevée que celle de la vapeur à l'état de saturation,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans augmenter la dépense de combustible, tel est le résultat qu'on se propose d'atteindre avec les sécheurs ou surchauffeurs adjoints à ces chaudières. Les générateurs du système Belleville comprennent, dans leur installation même, des sécheurs dont l'action régulière contribue fortement à maintenir la dépense de combustible au même chiffre que celle faite par la chaudière à production de vapeur humide; comme à ces dernières, on peut leur adjoindre un surchauffeur.

Les produits gazeux de la combustion, évacués dans l'atmosphère par la cheminée, peuvent n'avoir qu'une température moyenne de 350°, sans que le tirage naturel devienne trop lent pour l'appel de l'air frais dans la masse de combustible. Avec la disposition et les dimensions actuellement adoptées dans la construction des chaudières marines, cette température est de beaucoup dépassée; l'excédant va quelquefois jusqu'au double de ce nombre. Une source économique de la chaleur destinée à sécher ou à surchauffer la vapeur humide est donc toute trouvée; il ne s'agit plus que de placer dans la cheminée un appareil à circulation tubulaire ou à lames, dont les surfaces extérieures, touchées par les gaz chauds, transmettent la chaleur à la vapeur qui passe dans les circuits avant d'arriver aux conduits habituels de la chaudière à la machine.

C'est à M. le capitaine de vaisseau Delafond qu'est due, en France, la première application des surchauffeurs aux chaudières marines [1].

Parmi les nombreux systèmes essayés ou définitivement adoptés, nous mentionnerons ceux représentés fig. 3, 4 et 5, pl. 167, dont des spécimens figuraient à l'Exposition.

La figure 3 fait voir, en coupe verticale et horizontale, le surchauffeur à lames entièrement contenu dans la cheminée. Les lettres F et la direction des flèches marquent sur la coupe verticale le passage de la fumée entre les chambres de circulation de la vapeur; ces chambres sont marquées V V sur les deux vues. La vapeur humide arrive du coffre de la chaudière dans l'appareil par le tuyau S; elle en sort par le tuyau A, après avoir suivi la direction indiquée par les flèches sur la vue horizontale. Un surchauffeur de ce type est représenté planche IX (tome Ier), figure 1, 2 et 3; il est de même forme et de même construction que celui dont sont munies les chaudières du *Friedland;* il est fixé sur la chaudière et la cheminée est fixée sur lui; une chemise en tôle mince l'isole du contact de l'air. La fumée passe dans les ouvertures *ff*, et la vapeur passe dans les lames *vv* que des cloisons *nn* divisent en chambres; le courant se fait de A en B, où se trouve la soupape d'arrêt. Un tuyau met en communication l'intérieur du surchauffeur avec la soupape de sûreté contenue dans la boîte C; l'échappement par la soupape va de C en A, et monte le long de la cheminée. P, P et *p* sont des portes de visite et de nettoyage placées sur les chambres de vapeur.

La figure 4 représente un surchauffeur dont l'usage est très-répandu en Angleterre. Concentriquement à la cheminée HH est situé un cylindre creux en tôle de 10 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur; le tuyau F continue le conduit de fumée, et sa paroi extérieure, distante de la paroi intérieure de la cheminée d'environ 1/5 du diamètre du conduit central F, laisse un second espace libre à la sortie des gaz chauds. Par les tubulures de jonction 1, 2, la vapeur pénètre dans la chambre annulaire, où des cloisons étanches *nn* forment des compartiments de circulation disposés de telle sorte, qu'elle est forcée de monter en entrant dans la tubulure 1 et de descendre pour sortir par la tubulure 4 où vient aboutir le tuyau de vapeur de la machine. Un surchauffeur ainsi disposé arrête très-peu l'écoulement de la fumée; mais il retient moins la chaleur que ceux qui ont des surfaces

1. Voir *Annales du Génie*, 3e année, page 137, *Théorie et description de l'appareil de M. Delafond.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

planes ou cylindriques placées transversalement dans la cheminée, comme les appareils représentés fig. 3 et 4; c'est moins un surchauffeur qu'un sécheur de vapeur.

L'installation vue en plan et en élévation (fig. 5) est plus compliquée que les deux précédentes. Du coffre à vapeur V de la chaudière, la vapeur arrive dans le tuyau *t;* de là elle pénètre dans la série de tubes *b*, autour desquels circulent les gaz qui vont s'évacuer dans l'atmosphère; la série de tubes *c* fait communiquer la chambre 2 avec la chambre 3, et la série *d* la chambre 3 avec le compartiment 4, où vient prendre le tuyau de vapeur T muni d'une soupape d'arrêt S.

Si pour une raison quelconque la vapeur doit être employée sans passer par le surchauffeur, les soupapes qui se trouvent dans les boîtes *p*, *p'* et S sont fermées, et les soupapes qui sont en P, P, et qui prennent la vapeur directement dans le coffre de la chaudière, sont ouvertes, le courant à la machine se fait alors par ces derniers conduits.

Les surchauffeurs appliqués aux chaudières marines présentent au contact des gaz chauds une surface qui varie entre 0,8 et 2 fois la surface de la grille; dans la première limite, on a des sécheurs suffisamment efficaces; dans la dernière, on a des surchauffeurs trop puissants si les conduits de la vapeur au cylindre ont peu de surfaces refroidissantes. La vapeur trop chaude fait volatiliser les matières grasses destinées à la lubrification des tiroirs et des pistons, les surfaces de frottements de ces organes n'ayant plus alors ni l'humidité qui y dépose la vapeur humide, ni les corps gras qu'on y fait arriver habituellement par les graisseurs, s'éraillent, se grippent en peu de temps. Les garnitures des boîtes à étoupes durcissent et se brûlent, les tiges se liment, des fuites de vapeur ou des rentrées d'air sont la conséquence d'un excès de surchauffe. C'est afin d'éviter de semblables inconvénients que, dans les machines à trois cylindres du système Wolff et du type Dupuy de Lôme (*Friedland*), la vapeur circule autour des cylindres de détente avant d'arriver à celui de la vapeur affluente (voir ci-après, fig. 33).

La pression absolue de la vapeur humide et à l'état de saturation, formée dans les chaudières à moyenne pression actuellement en usage dans la navigation maritime, marque au manomètre 209 centimètres de mercure, ce qui correspond à une température sensible de 131 degrés; en passant dans les surchauffeurs qui ont une surface chauffante double de la totalité de surface de grille de l'appareil générateur, cette vapeur humide se sèche d'abord et atteint ensuite la température de 158 degrés; si elle restait à l'état de saturation, à cette dernière température correspondrait une pression de $5^{atm},8$, ou 441 centimètres de mercure. Mais, en réalité, sa pression n'augmente que de 0,09, le manomètre placé sur le conduit de vapeur du surchauffeur aux machines n'accusant que 227 centimètres de mercure. En somme, l'excès de chaleur donné par le surchauffeur est de 27 degrés; l'économie de combustible qui en résulte ne dépasse pas en moyenne le 10 p. 100. Ces résultats pratiques et les considérations relatives à des faits dont l'exposé ne peut trouver place ici, indiquent que l'appareil dont il s'agit joue le rôle d'une chaudière supplémentaire, et dans une proportion qui augmente avec l'élévation du niveau de l'eau dans la chaudière et avec la quantité d'eau entraînée.

Le rapport de l'accroissement d'un volume de vapeur surchauffée au volume initial de vapeur humide donne en tant p. 100 le bénéfice immédiat de la surchauffe. Des données expérimentales prises sur des chaudières à terre, on a déduit la formule empirique suivante :

$$P = 0{,}004732\,\frac{t + 273^{\circ}}{u} - 0{,}9246\,(1 + 0{,}3535\sqrt{u})\,.\,\frac{1}{u\sqrt{u}}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

P, pression de la vapeur surchauffée exprimée en atmosphères;
u, volume en mètres cubes d'un kilogramme de vapeur surchauffée;
$t + 273$ degrés, température absolue de la vapeur surchauffée.

P et t étant donnés par l'observation directe, il est facile de tirer la valeur de u, et d'établir, comme nous venons de le dire, le bénéfice donné par la surchauffe.

§. 4. Des appareils moteurs ou machines proprement dites.

Il y a trente ans au plus que les machines à vapeur sont appliquées avec succès à la propulsion des bâtiments de mer et de rivière. Nous avons dit au commencement de l'étude de ces machines, dont l'Exposition universelle nous fournit les principaux éléments, que les progrès à accomplir pour arriver à un certain état de perfection étaient encore très-nombreux en ce qui concerne les générateurs de la vapeur, tandis que la machine elle-même, le mécanisme qui reçoit et utilise la force dont la vapeur n'est pour ainsi dire que le véhicule, avait marché à grands pas vers les améliorations les plus importantes. Nous persistons dans cette opinion, malgré les critiques soulevées par les spécimens des nouvelles machines marines de toute provenance exposées en grandeur naturelle ou sous la forme de modèles réduits.

Disons tout de suite que ce qui frappe l'observateur compétent, c'est beaucoup moins la mise en fait d'idées nouvelles que la reprise de toutes celles qui ont été délaissées depuis plus ou moins longtemps, bien que présentant certains avantages évidents dont on n'avait pas trouvé alors les moyens de réalisation.

Ainsi, on revient à la machine du système de Wolff où la détente s'opère dans un cylindre à part, aux enveloppes de vapeur et aux condenseurs tubulaires.

La reprise de ces inventions, déjà vieilles par comparaison, fait voir une fois de plus combien il est important d'élargir le cercle des investigations quand on prétend juger les choses de la pratique par la théorie, et discerner parmi les inventions nouvelles celles qui ne peuvent aboutir qu'au succès momentané de la nouveauté, et celles qui doivent flotter et poursuivre leur route jusqu'à la stabilité que leur donnent les améliorations de détail inspirées par un long usage.

On nous permettra de ne pas suivre ici l'ordre méthodique indispensable dans un livre didactique et de faire la part à l'impatience de curiosité, en commençant par la machine la plus grande que les visiteurs de l'Exposition aient vu fonctionner. (Nous excepterons un petit nombre de visiteurs appartenant aux divers services des marines militaires.)

Quelques mots sont nécessaires pour rappeler le principe de la machine Wolff appliqué aux nouveaux moteurs à vapeur marins.

La vapeur venant de la chaudière est conduite par un tuyau t (fig. 32, page suivante) dans la boîte à tiroir d; le tiroir r la distribue au cylindre de *pleine vapeur* C, comme dans une machine du système ordinaire. L'évacuation se fait du cylindre C ni dans l'atmosphère ni dans un condenseur, mais dans le cylindre de détente C', et la vapeur évacuée de C passe pour arriver là à l'intérieur du tiroir r, dans la chambre o, dans le conduit x et dans la boîte à tiroir o' où se meut le tiroir en coquille r'. Du cylindre C', la vapeur est évacuée dans un condenseur ou dans l'atmosphère en passant par l'intérieur de la coquille et dans le conduit O'.

Si c'est le mécanisme qui donne le mouvement aux tiroirs et les fait marcher dans le même sens par rapport l'un à l'autre, c'est-à-dire les fait monter et descendre ensemble (il est facile de conclure que dans la machine figurée ci-dessus les choses se passent ainsi), les deux pistons montent et descendent également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en même temps, et comme ils ont la même course, ils agissent ensemble pour vaincre une résistance et produire un travail. L'arrangement des cylindres et des tiroirs, représenté fig. 32, fait supposer que les deux tiges des pistons doivent

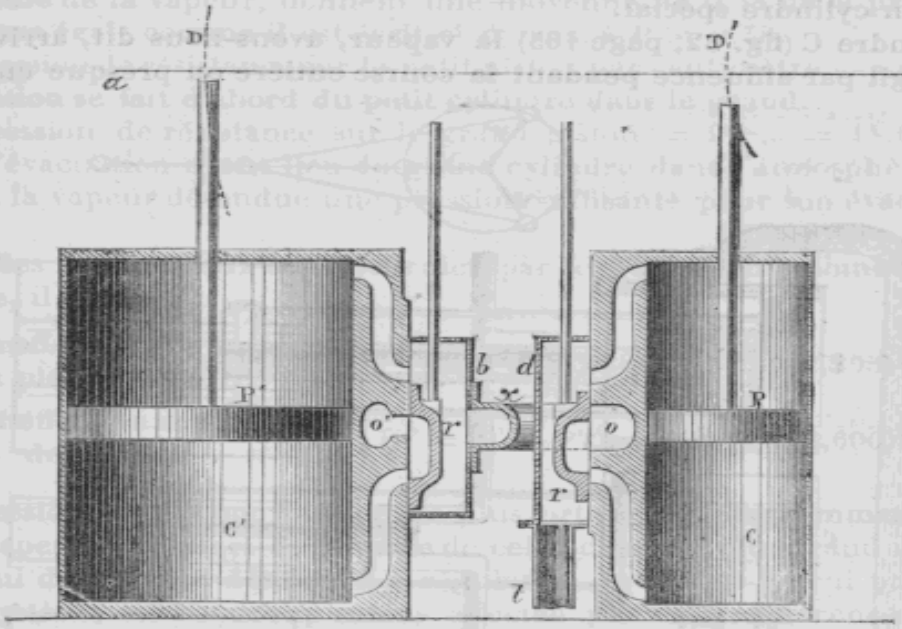


Fig. 32.

aboutir à une même longueur du bras d'un balancier, c'est-à-dire qu'aux extrémités d'une traverse fixée à l'extrémité d'un balancier sont attachées les bielles qui partent des tiges des pistons. Le balancier serait donc dans ce cas perpendiculaire au plan vertical figuré ici, passant par l'axe des tiroirs. Si on dispose les choses de telle sorte que l'axe longitudinal du balancier A *a* soit situé au-dessus des deux tiges, la course de chacun des pistons P P' devra être égale à la corde de l'arc décrit par le point d'attache de la bielle sur le balancier, c'est-à-dire que la course de P sera à celle de P' comme la corde de l'arc D est à la corde de l'arc D'.

Si la transmission de mouvement aux tiroirs est disposée de telle sorte que la distribution de vapeur se fasse dans un cylindre en sens contraire de la distribution dans l'autre, les pistons marcheront évidemment dans des directions différentes et opposées; dans ce cas, ils devront agir par l'intermédiaire de bielles sur un arbre portant deux manivelles placées à angle droit, l'une par rapport à l'autre.

Le parcours de la vapeur dans les nouvelles machines à trois cylindres se fait de la manière suivante : les chiffres graduellement croissant sur la fig. 33 ci-après en facilitent la lecture; de la chaudière, la vapeur arrivant dans le tuyau 1 suit les directions 2, 2, arrive dans la chemise circulaire 3, 3, qui entoure les deux cylindres de détente *c c*, passe de là dans la boîte à tiroir 4, 4 du cylindre à vapeur affluente C; le tiroir de ce cylindre la distribue au-dessus et au-dessous du piston et l'évacue par les conduits 5, 5 dans les boîtes 5', 5' des cylindres de détente *c c*. Dans ces cylindres, elle travaille avec une pression évidemment moitié moins élevée que dans le cylindre C, puisque le volume de ce dernier est égal seulement à celui de chacun des deux cylindres *c c*. Après avoir travaillé à nouveau dans ces deux derniers récipients, la vapeur est évacuée au condenseur par les grands conduits 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telle est en résumé la disposition des machines marines du système de Wolff, dont les appareils du *Friedland* (Pl. 42) sont un magnifique spécimen. Rappelons comment la détente de la vapeur est parfaitement utilisée lorsqu'elle se produit dans un cylindre spécial.

Dans le cylindre C (fig. 32, page 165) la vapeur, avons-nous dit, arrive de la chaudière et agit par affluence pendant la course entière ou presque entière du

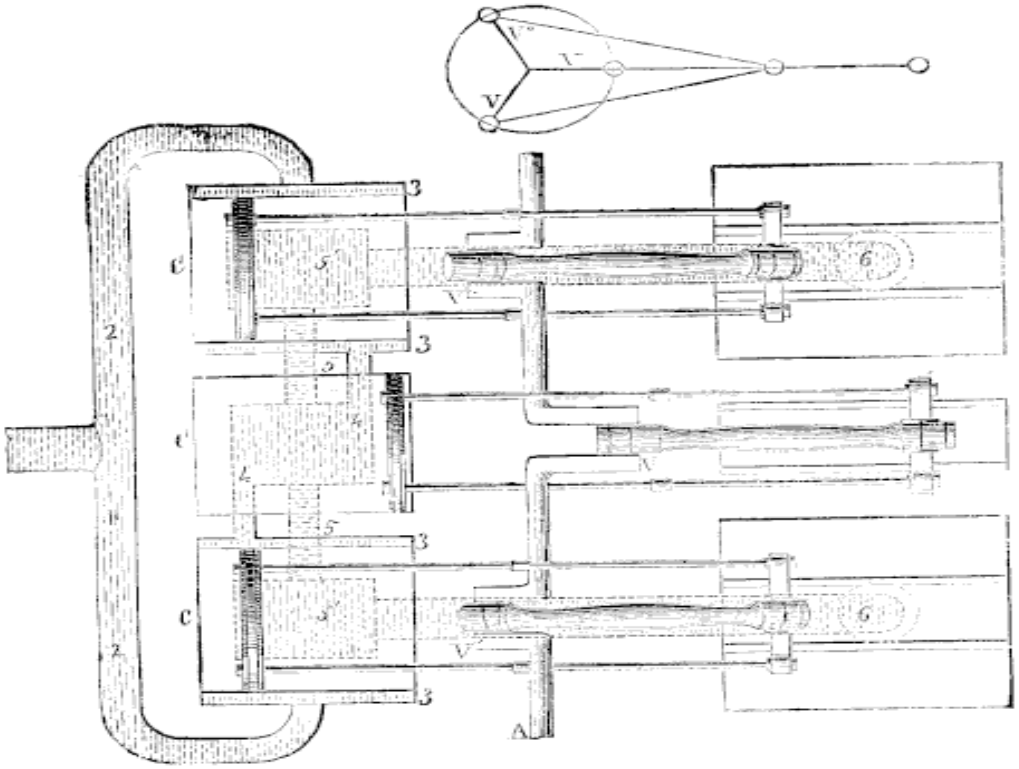


Fig. 33.

piston, et s'évacue dans le cylindre de détente; la surface de celui-ci est double de celle du premier, et, comme les courses des pistons sont égales, la vapeur évacuée vient travailler en se détendant dans un espace double du premier. Sa pression finale est alors moitié moins grande que celle qui a poussé le petit piston. Mais comme le grand piston a une surface double de celle du petit, la pression totale sur chacun d'eux devra être égale si la contre-pression est la même. Il n'en est pas ainsi dans la pratique, ce qui sera compris avec un exemple :

S. Surface du piston à pleine vapeur = 100^{cm2}.
s. — à détente = 200^{cm2}.

Les deux pistons ayant la même course, le volume V du cylindre à pleine vapeur sera 1, et celui V' du cylindre à détente sera $V = \frac{s}{S} = 2$.

P. Pression absolue de la vapeur sur le petit piston par centimètre carré de surface = 4 atmosphères et en kilogrammes 4^{k},132.

P'. Pression absolue de la vapeur par centimètre carré de surface du grand piston = 4^{k},132 × 0,58 = 2^{k},395.

Le rapport $\frac{V}{V'}$ étant 0,50, P' serait égal à P × 0,50 si l'on ne tenait pas compte de ce fait, que, dans le cylindre de détente, les dépressions sont successives, et que,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par suite, la pression moyenne agissant sur le grand piston doit être plus élevée que ne l'indique le nombre exprimant le rapport du volume à pleine vapeur au volume de détente. Les dépressions successives, pour une augmentation du double du volume de la vapeur, donnent une moyenne de 0,58 de la pression initiale ; P' est donc égal, comme il est écrit ci-dessus, à P × 0,58.

P. Pression de résistance sur le petit piston par centimètre carré = P', puisque l'évacuation se fait d'abord du petit cylindre dans le grand.

P'' Pression de résistance sur le grand piston = $1^{atm},3 = 1^{k}.600$ en nombre rond. L'évacuation ayant lieu du grand cylindre dans l'atmosphère, il faut conserver à la vapeur détendue une pression suffisante pour son évacuation dans ce milieu.

Avec les données qui sont fournies par le plus grand nombre des cas de la pratique, il viendra :

Pression effective sur le piston à pleine vapeur. $P^e = (P - P')S = (4,132 - 2,395)100 = 183^{k},70.$

Pression effective sur le piston de détente. $P^{e'} = (P' - P'')s = (2,395 - 1,600)200 = 159^{k},00.$

La pression serait donc dans ce cas plus forte de 24 kilogrammes sur le piston à pleine vapeur, et l'effort de poussée de celui-ci serait plus grand de 0,15 environ que celui du piston à détente. La régularité du travail fourni par une machine de ce système est beaucoup moins affectée par cette différence de la poussée des pistons que dans les machines où la détente s'opère dans le cylindre qui a d'abord admis directement la vapeur de la chaudière.

Machines du Friedland.

Cette machine est à trois cylindres, avec arrivée de vapeur dans le cylindre milieu seulement (voir page 166).

Fig. 1. Vue en élévation, face avant des cylindres.

Fig. 2. Coupe longitudinale verticale suivant l'axe du cylindre de détente.

Fig. 3. Plan de l'ensemble.

A. Arbre moteur d'une seule pièce de forge portant les 3 vilebrequins V, V', V''.

a. Arbre de tiroir mis en mouvement par la roue dentée M' engrenée avec la roue M fixée sur l'arbre moteur.

B. Grande bielle articulée sur les glissières G et sur le tourillon du vilebrequin de l'arbre moteur.

B'. Bielle de tiroir.

C. Cylindre à vapeur affluente.

C' C''. Cylindre à vapeur en détente.

c. (Fig. 2). Crosse menée par la tige inférieure du piston du cylindre de détente, communiquant le mouvement à la tige *t* de la pompe à air. Cette disposition existe sur chacun des pistons de détente (cylindres C' C'').

D, D. Conduit de vapeur de la chaudière aux chemises qui entourent les cylindres de détente. (Voir fig. 33, page précédente.)

D' D''. Conduits, aux cylindres de détente, de la vapeur évacuée par le tiroir du cylindre à vapeur affluente.

d. Tuyau d'admission directe de la vapeur venant de la chaudière, dans le cylindre extérieur ; l'admission directe doit être faite pour la mise en marche.

E, E. Conduits d'évacuation aux condenseurs.

e. Entre-toises de consolidation des bâtis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

G. Glissière du pied de bielle.

H et *h*. Bâche et son tuyau d'évacuation au dehors.

I I. Tuyau de prise d'eau d'injection.

J, K. Joint à la Cardan entre l'arbre moteur et la ligne d'arbres; il porte la roue dentée du vireur V.

L' L'. Tuyaux de refoulement des pompes de cale.

l, *l*, *r*. Tuyau de refoulement et récipient d'air des pompes alimentaires.

M, M. Roue dentée conduisant la roue M' de l'arbre des tiroirs *a*. La roue à manette *m* sert à manœuvrer à la main l'arbre des tiroirs pour la manœuvre de la machine. L'ensemble du mécanisme de mise en marche est du système dit Mazeline à train épycicloïdal, modifié par M. Dupuy de Lôme.

P. (Fig. 2). Vue d'un piston de détente.

P'. Pompe à air.

R. Tiroir de détente en D long, admettant la vapeur par les arêtes intérieures et l'évacuant par les arêtes extrêmes; il est conduit par la tige *t* guidée par un sabot se mouvant dans une glissière.

V, V' V''. Vilebrequins de l'arbre moteur; ils sont placés de telle sorte que celui du milieu fait un angle de 135° avec chacun des vilebrequins extrêmes, et par suite ces deux derniers font entre eux un angle de 90°. (Voir plus loin, figure 34.)

Organes conduits directement par les pistons. — La tige inférieure T de chacun des cylindres extrêmes (fig. 1) conduit un piston de pompe à air par le seul intermédiaire d'une crosse *c* (fig. 2), et chacun de ces pistons de détente porte une troisième tige *t''* qui mène le piston plongeur d'une pompe alimentaire située en P' (fig. 2) dans un renflement intérieur au condenseur. Le piston central C fait mouvoir les pistons de deux grandes pompes de cale situées sur le même plan horizontal que les pompes à air; pour cela, la tige du bas T porte une crosse, comme celle de la même tige du piston de détente et la petite tige *t'* placée au bas du cylindre, à droite (fig. 1), porte un piston de pompe à son extrémité. (C'est par erreur que, dans la fig. 1, la tige *t'* a été figurée en coupe transversale en haut, au-dessus de T; elle est située au bas au-dessous de T'.)

Les données numériques calculées ou mesurées sur les organes principaux sont les suivantes :

Diamètre des cylindres	$2^{mt},10$
Course des pistons	$1^{m},30$
Nombre de coups de piston par minute	56
Surface de chacun des pistons	$3^{mt2},46$
Vitesse des pistons par seconde	$2^{mt},42$
Volume de vapeur dépensé par minute dans le cylindre milieu où l'admission n'a lieu que pendant les 0,80 de la course	411^{mt3}
Pression effective sur les pistons, en centimètres de mercure.	84
Pression en kilogrammes par centimètre carré	$1^{k},136$
Puissance effective des machines en chevaux de 75 kilogrammètres sur les pistons	3800
Puissance nominale	950
Pompe à air, nombre	2
— diamètre	$0^{mt},63$
— course	$1^{mt},30$
— vitesse des pistons par seconde	$2^{mt},42$
— surface du piston	$0^{mt2},3117$
Section des passages à travers les clapets de pied	$0^{mt2},5049$
Section des passages à travers les clapets de tête	$0^{mt2},3150$
Rapport de la surface des clapets au produit de la surface du piston par la vitesse	0,36

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètre du tuyau d'évacuation de chaque pompe	$0^{mt},66$
Condenseurs, nombre	2
— volume d'un seul y compris les tuyaux d'arrivée de vapeur	$5^{mt3},655$
— section du tuyau d'évacuation (vapeur)	$0^{m2},3019$
Pompes alimentaires, nombre	2
— diamètre	$0^{mt},15$
— course et vitesse des pistons égales à celles des pompes à air	
Pompe de cale, nombre	2
— diamètre	0,60
— course et vitesse des pistons égales à celles des pompes à air	
Volume engendré par minute par les pompes	$82^{m3},335$
Section du tuyau d'arrivée de vapeur	$0^{mt2},3019$
Longueur des orifices d'arrivée et de sortie de vapeur sur les cylindres	$1^{mt},75$
Hauteur	$0^{m},175$
Course des tiroirs	$0^{mt},50$

Les indications nombreuses et détaillées que nous donnons sur cette nouvelle machine sont nécessaires pour établir la comparaison avec les systèmes dont l'emploi est plus général; elle a donné lieu à des critiques dont l'examen ne rentre pas dans le cadre des *Études sur l'Exposition*, mais que les lecteurs pourront étudier dans la note de M. Dupuy de Lôme insérée page 508 des *Annales du Génie civil*, année 1867, et dans celle de M. le vice-amiral Labrousse publiée dans la livraison de mars, année 1868. En résumant les appréciations diverses et les observations qui concluent aux progrès réalisés dans certaines installations de détail, nous mettons sous les yeux des lecteurs les questions dont la pratique seule donnera prochainement la solution décisive.

Les machines de grande puissance, à trois cylindres, avec introduction directe dans chacun d'eux, sont préférables aux machines à deux cylindres de même puissance, parce que la poussée des pistons sur les manivelles est bien plus régulièrement distribuée. Les pistons, les bielles et leur attirail étant moins lourds, puisque l'effort de la vapeur nécessaire pour le développement de la puissance est distribué sur trois pistons au lieu de l'être sur deux, les résistances dues à l'inertie, à chaque changement de la direction du mouvement rectiligne alternatif sont moins grandes et la marche de l'appareil peut être portée à une vitesse très-grande, sans qu'il s'y produise des chocs et des pertes de travail comme lorsqu'il ne comprend que deux cylindres. Si l'on apprécie qu'en raison du plus grand nombre de pièces mobiles qu'elles comportent, les avaries y seront plus fréquentes, il faut également apprécier que les frottements y seront moins grands en raison du poids moindre de ces pièces; par suite, l'usure des parties frottantes y sera moins grande et les dérangements qu'elle occasionne dans tout le système se produiront moins fréquemment; les réparations, dans tous les cas, seront moins longues et moins coûteuses.

Les machines à 3 cylindres du système Wolff présentent sur celles à introduction directe dans les trois récipients, le désavantage d'un travail très-inégal du piston milieu, comparé à la somme du travail sur les deux pistons de détente; les calculs établis à ce sujet accusent une irrégularité très-marquée de l'intensité des efforts sur les tourillons des villebrequins pendant une révolution de ces pièces. Une avarie qui paralyserait le mouvement du piston milieu paralyserait forcément celui des pistons de détente. L'économie de la détente opérée dans des cylindres à part, ne se maintient qu'à la condition d'employer une pression relativement élevée (112 centimètres à la chaudière); la fatigue et l'usure des chaudières en service à la mer, ne permet pas de produire bien longtemps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette pression sans risques d'accidents, et dès qu'elle descend à 100 centimètres à la chaudière, il y a perte de combustible et diminution très-grande de la puissance développée par la machine. A la température correspondant à 112 centimètres de pression, l'eau de génération, si elle est prise à la mer, dépose abondamment le sulfate de chaux qu'elle tient en dissolution ; l'augmentation du volume de l'extraction ne modifie que très-peu ce fâcheux résultat. La condensation par contact qui permet d'alimenter les chaudières avec l'eau distillée est indispensable à la durée et au bon fonctionnement de ces machines.

Le calage des manivelles de l'arbre moteur et de celles du tiroir dans les machines du *Friedland* est établi comme l'indique la figure ci-dessous où les lettres ont la signification suivante :

T M. Position de la bielle et de la manivelle du tiroir du milieu.
T A V. — — du tiroir de la machine de l'avant.
A A R. — — du tiroir de la machine de l'arrière.
P M. Position de la bielle et de la manivelle du piston du milieu.
P A V. — — du piston de la machine de l'avant.
P A R. — — du piston de la machine de l'arrière.

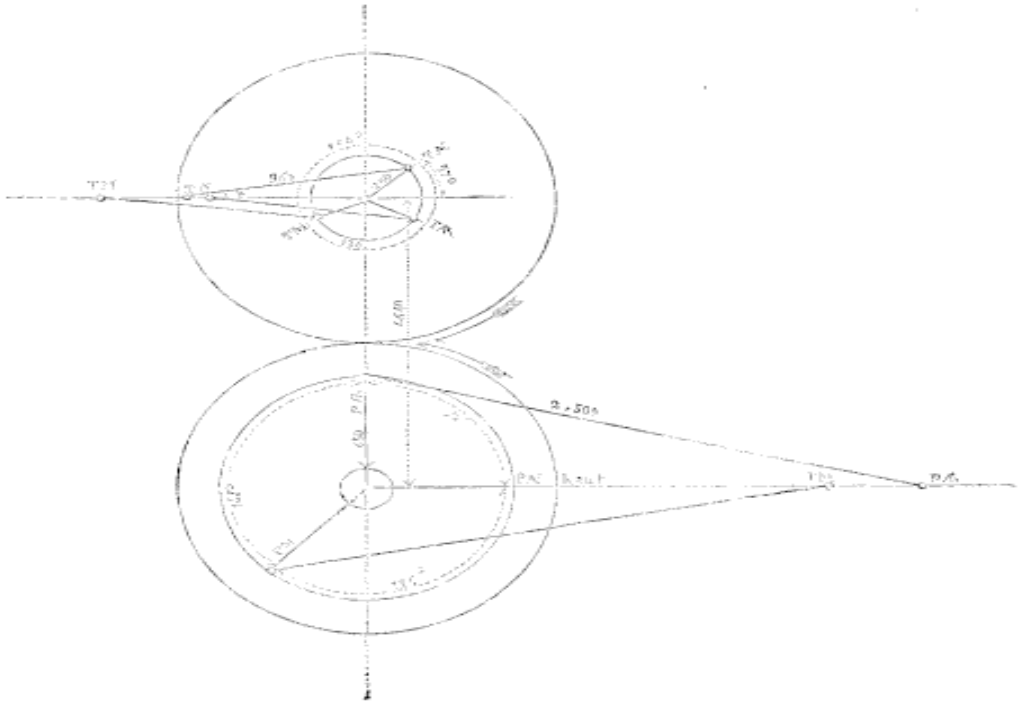


Fig. 34.

Ces données, et celles qui précèdent (page 09) suffisent pour faire l'épure de régulation des tiroirs et celle des efforts sur les tourillons des vilebrequins. On arrive à ce résultat, que le calage à 120° pour chaque manivelle de l'arbre moteur, donne une pression plus régulière sur les tourillons, mais que la distribution de vapeur dans les cylindres est telle, que la manivelle actionnée par le piston à pleine vapeur, celui du milieu, s'arrête à un point très-voisin du point mort sans toutefois dépasser ce dernier. Il s'ensuit que la machine se manœuvre difficilement, qu'elle est *capricieuse* pour ainsi dire, si au début on n'admet pas de la vapeur dans les trois cylindres à la fois.

A. ORTOLAN.
Mécanicien principal de la Marine impériale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LIII

LES MONNAIES

PAR M. **HECTOR DUFRENÉ**,
INGÉNIEUR CIVIL.

I. — Notice historique.

Parmi les peuples de l'antiquité, les Égyptiens et les Sidoniens sont les seuls qui n'aient pas connu l'usage de la monnaie. On sait cependant qu'en Égypte on se servait pour les échanges d'anneaux et de lingots d'or; on pense même que ces *scarabées* si nombreux dans nos musées tenaient lieu de monnaie.

Suivant la Genèse, la monnaie était connue des Hébreux au temps d'Abraham, c'est-à-dire dix-huit siècles environ avant notre ère. Les Chinois avaient aussi probablement inventé la monnaie de leur côté, à une date extrêmement reculée; néanmoins leur système actuel ne remonte qu'à 1120 ans avant Jésus-Christ.

Quoi qu'il en soit, en Europe, les Grecs entreprirent à peu près au milieu du septième siècle la fabrication de leurs premières pièces d'argent. Le titre en était très-élevé, mais la forme très-irrégulière qu'elles présentaient décèle une industrie dans l'enfance. L'empreinte était donnée au moyen de deux coins en bronze gravés, entre lesquels on plaçait le disque de métal découpé et rougi au feu. Pour maintenir son immobilité, pendant qu'on frappait sur le coin supérieur, le relief n'existait que de ce côté, et le coin inférieur portait des entailles en forme de figures géométriques dans lesquels le métal pénétrait, assujettissant ainsi le flan pendant l'action du marteau. Ces reliefs de la monnaie, auxquels on a donné le nom de *carrés creux*, subsistèrent longtemps à titre d'ornement, même quand leur utilité eut cessé, par suite des progrès apportés dans la fabrication.

Les premières monnaies grecques étaient en fer, du moins chez les Lacédémoniens et les Clazoméniens. Chez les Athéniens, l'étalon était l'argent; on regardait l'or comme marchandise, et le bronze, que l'on commença à employer en 450, ne servait que comme appoint. La *drachme* de 6 *oboles*, unité monétaire, en argent à peu près pur, pesait 4g,36 et valait par conséquent 92 centimes de notre monnaie. Cent drachmes formaient une *mine*, et 6,000 drachmes un *talent* attique, dont la valeur atteignait ainsi 5,560 francs. La pièce d'or la plus usuelle était

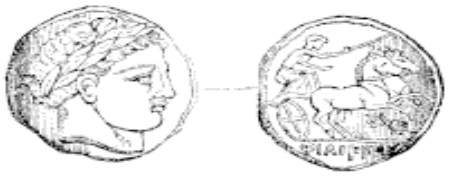


Fig. 1. — Stater d'or de Philippe.

le *stater*, qui valait 20 drachmes ou 18 fr. 50 c. Ces différentes monnaies diminuèrent beaucoup de poids et de titre dans les derniers temps de la république.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme indication de la valeur d'échange de la monnaie, nous dirons seulement que du temps de Solon on avait un bœuf pour 5 drachmes, que du temps d'Aristophane on échangeait un porc pour 3 drachmes, enfin que du temps de Démosthène un bœuf gras valait 80 drachmes.

Dès le sixième siècle, les Romains adoptèrent le bronze comme étalon ; mais les premiers *as* connus remontent seulement au quatrième siècle. Quelques-uns d'entre eux ont la forme d'un carré, et leurs premières empreintes sont celles d'une brebis, *pecus*, d'où est venu le nom de *pecunia* donné à la monnaie. L'as ou livre romaine était une monnaie de bronze fondu, pesant 327 grammes : il fallait des chariots pour transporter de faibles sommes. On diminua son poids sans réduire sa valeur, et en 217, l'as ne pesait plus que 27 grammes. Le *denier* d'argent fut frappé pour la première fois en 269 ; il valait 10 as ou 4 sesterces et pesait 3ᵍ,9, ce qui correspond à 82 centimes. Le titre en était à 980 millièmes environ sous les consuls; mais les empereurs l'abaissèrent peu à peu, de telle manière que, sous Galien, il n'était plus que de 200 millièmes. Il arriva même alors que l'armée fut payée en monnaie de bronze étamé, du module des deniers d'argent.

La monnaie d'or ne fut mise en circulation qu'en 209 avant Jésus-Christ; l'*aureus* du temps de César valait 100 sesterces et pesait 8ᵍ,85; l'or en était à peu près pur. La fabrication de toutes ces monnaies était la même que chez les Grecs; cependant beaucoup de pièces de bronze et d'argent étaient fondues. La galerie de l'histoire du travail renferme une série de moules en terre cuite exposés par M. Duquenelle, de Reims, et portant les empreintes des monnaies de Septime-Sévère, de Caracalla, etc.

Trois magistrats portant le nom de *triumvirs monétaires* étaient chargés de la fabrication ; les empreintes étaient à leur disposition, et ce fut seulement dans les derniers temps de la république que l'usage prévalut de frapper les monnaies à l'effigie des grands personnages.

L'an 300 de Rome, la loi Aleria estimait un bœuf 100 as ; du temps de Cicéron, le blé valait en Sicile 3 sesterces le boisseau ; enfin une loi de Valentinien III, 446 ans après Jésus-Christ, établit qu'on pouvait avoir 40 boisseaux de blé ou 200 livres de viande pour 1 aureus.

Les Gaulois, qui depuis une époque très-reculée fabriquaient des monnaies de fer ou de bronze, d'un modèle bizarre, dont on voit quelques spécimens (fig. 2),

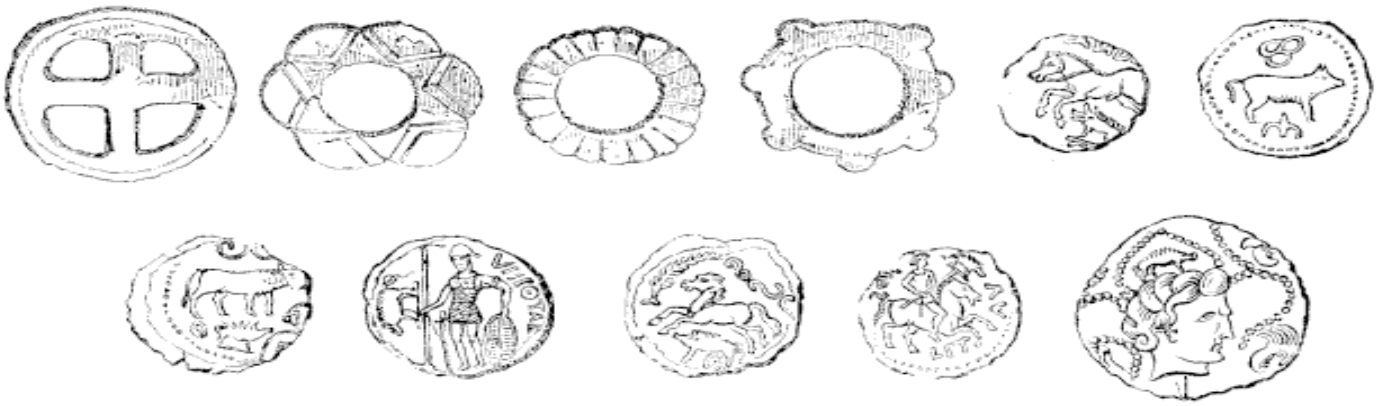


Fig. 2. — Anciennes monnaies gauloises.

commencèrent à contrefaire les *stater* d'or de Philippe II de Macédoine (fig. 1). Ils avaient rapporté du pillage de Delphes une immense quantité de numéraire grec, qui avait cours parmi eux, soit avec sa forme naturelle, soit après avoir été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frappé d'une estampille. La présence de l'or grec, le voisinage des colonies phocéennes, l'abaissement de la valeur de ce métal, l'essor donné par Philippe et surtout par Alexandre à l'exploitation des mines de Thrace, son extraction très-abondante alors dans les Gaules, déterminèrent naturellement nos ancêtres à le prendre pour étalon.

Cependant, par suite sans doute des invasions gauloises dans la vallée du Pô et de la présence des marchands italiotes dans les grandes villes, la fabrication des monnaies passa du système grec au système romain même avant l'invasion de César. La plus grande partie des pièces frappées à l'effigie des chefs principaux



Fig. 3. — Monnaie gauloise trouvée à Limes (Seine-Inf.)



Fig. 4. — Monnaies gauloises au Coq.

nous en offrent un exemple. Quand la soumission de la Gaule fut complète, toute autonomie cessa et les monnaies des conquérants s'imposèrent sur toute l'étendue du territoire. Tibère ordonna, 30 ans après Jésus-Christ, que Lyon serait la seule ville où il serait permis de battre monnaie.

Cette centralisation cessa naturellement lors de l'invasion des barbares, et la dissémination des ateliers monétaires fut telle, que l'on connaît aujourd'hui plus de 1,200 villes où furent frappées des monnaies aux temps mérovingiens.



Fig. 5. — Monnaies de Vercingétorix.

Au septième siècle, la monnaie d'or avait à peu près seule cours. Le sou d'or se divisait en 40 deniers d'argent, et la fabrication de ces deniers ne devint même importante qu'à la fin du règne de Clovis II (650). Les Francs avaient adopté les usages romains de la monnaie de Trèves, dont ils s'étaient emparés; leur denier ou *saïga* pesait 0g,141 ; 12 deniers faisaient 1 sou d'argent; 40 deniers, 1 sou d'or. Les pièces recevaient, d'un côté, l'image du comte, et de l'autre, l'effigie du monétaire ou fabricant : les ateliers étaient dirigés par un artisan portant ce nom. Ainsi Abbon [1], directeur de la monnaie de Limoges (622), était en même temps orfévre; il fut le maître d'apprentissage de saint Eloi, qui devint lui-même monétaire et trésorier du roi. La fig. 6, qui représente le spécimen de

1. *Publicam fiscalis monetæ officinam gerebat* (du Cange).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la monnaie de Clovis II et de saint Éloi, montre qu'il n'a pas laissé dans cette fabrication les traces du goût artistique qu'il a déployé ailleurs.



Fig. 6. — Specimen de la monnaie de Clovis II.

Un fait curieux, rapporté par de Sacy, atteste qu'à la fin du septième siècle le calife Abd-el-Melek allouait aux monnayeurs, pour les frais de fabrication, un pour cent des pièces frappées. A la même époque, les frais en France étaient beaucoup plus considérables. Sous Pepin-le-Bref [1], la livre était composée de 22 sols, mais un sol était retenu par le monnayeur pour son salaire (*droict de braissage*) et un autre pour le propriétaire des lingots portés à la monnaie. La prime payée par le trésor royal était alors considérée comme représentant le *droict de seigneuriage*.

Le système monétaire changea à l'avénement de Charlemagne ; la monnaie d'or cessa d'être frappée et l'argent seul eut un cours légal. Les pièces furent fabriquées sans alliage ; on en revint au système grec et la livre poids, identifiée avec la livre monnaie, fut portée à 7,680 grains. Celle-ci était divisée en vingt sous; le sou valait 12 deniers et le denier 2 oboles. En réalité, le denier et l'obole étaient les seules monnaies effectives. Le denier d'argent, qui pesait 1 gramme 70 centigr., c'est-à-dire 37 centimes de notre monnaie, représentait 24 livres de pain.

Le palais de l'empereur devint, en 805, le siége exclusif de la fabrication ; les coins furent gravés au burin ; les flancs s'amincirent, et la fabrication devint notablement meilleure. La figure 7 représente une des monnaies de Charlemagne.

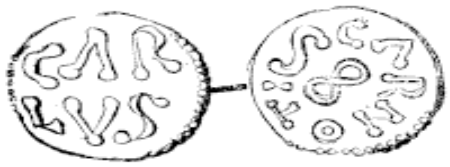


Fig. 7. — Monnaie de Charlemagne.

L'œuvre du grand empereur ne fut qu'éphémère et le désordre recommença sous ses successeurs; néanmoins, en 845, Charles le Chauve voulut rétablir l'uniformité des monnaies dans toute l'étendue du territoire placé sous sa domination, mais cette tentative prématurée n'eut aucun succès : l'hérédité des bénéfices, qui avait créé la féodalité, avait aussi facilité l'établissement des monnaies locales. Le Palais, Quentovic en Ponthieu, Rouen, Reims, Sens, Paris, Orléans, Châlon-sur-Saône, Melle, Narbonne, étaient les seuls ateliers monétaires impériaux (864). Dès cette époque commence cette altération des monnaies qui fut la plaie du moyen âge.

En 1076, Philippe Ier établit le poids dit *marc* pour les monnaies et l'orfévrerie ; on ne s'était servi jusque-là que de la livre usuelle divisée alors en 12 onces. En 1204, Philippe-Auguste réorganisa la fabrication et fonda ou plutôt fit prévaloir le système *parisis* et surtout le système *tournois*, dont l'existence se prolongea jusqn'en 1795. La monnaie parisis avait cours dans le Nord-Est, de

1. Cap. 5. — *De moneta*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bourges à Saint-Omer; les deniers tournois, dont la valeur était plus faible d'un cinquième, se répandaient principalement dans la Touraine, la Normandie et la Bretagne. C'était le système adopté à l'atelier monétaire de Saint-Martin de Tours, depuis l'époque mérovingienne : il devait bientôt l'emporter sur le système *parisis*.

Dans un bail passé en 1252 entre le comte de Poitou et de Toulouse et messires Bernard Regnault et Bertrand de Croisses, on trouve la valeur du droit de seigneuriage sur le « poids et loy des monnoyes du Roy. » Le comte percevait seize livres par mille livres fabriquées; cette redevance est portée à trente livres dans le bail de la monnaie d'Alby, qui appartenait à l'évêque de cette ville (1278).

Saint Louis ramena les monnaies altérées à un titre plus élevé et recommença à faire frapper des pièces d'or (voir fig. 8). En 1262, parut une ordonnance qui, établissant le cours légal de la monnaie royale sur tout le territoire, ne reconnut à chaque baron que le droit de faire circuler la sienne dans l'étendue de sa souveraineté. On frappa sous son règne des monnaies d'argent fin de 1 et de 2 deniers, et comme à cause de leur légèreté il était difficile de les manier[1], on donna



Fig. 8. — Monnaie de Louis IX.

à ces pièces la forme d'un clou traversant une rondelle de cuir. On le rivait des deux côtés, puis on le marquait d'une fleur de lys : c'est ce qui a fait dire que la monnaie de cuir avait eu cours à cette époque.

Philippe le Bel fut peut-être celui de nos anciens rois qui altéra le plus la monnaie. A cette époque, l'argent manquait pour la fabrication, et le roi obligea, en 1294, tout homme ayant moins de 6,000 livres de revenu à faire porter aux ateliers monétaires au moins un tiers de sa vaisselle d'argent. Il est curieux de remarquer que l'affaiblissement des monnaies, sous Philippe IV, avait été annoncé d'avance par le roi comme une nécessité financière; c'était un véritable emprunt contracté sous promesse de remboursement et ayant pour garantie une hypothèque sur les apanages et revenus de la reine.

Le pouvoir royal, toujours en lutte avec les seigneurs, chercha à établir, en 1315, une sorte d'uniformité relative, en interdisant les écarts de fabrication des monnaies féodales. L'ordonnance de Lagny[2], en prescrivant à chaque seigneur terrien un type et une loi immuables, restreignit considérablement au profit de la monnaie royale l'importance des ateliers seigneuriaux.

Comme point de comparaison, nous dirons ici que le marc d'argent, 0k,245, valait alors 6 livres monétaires, et le blé 15 à 16 sous le setier (1 hectolitre 55 litres.)

L'essai des métaux précieux semble prendre à cette époque une forme plus précise, et la coupellation, connue depuis longtemps[3], est pratiquée d'une ma-

1. La plus petite ne pesait que 0g,945.
2. Précédée par une ordonnance analogue de Philippe IV (juin 1313).
3. V. *Strabon*, L. III, 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nière officielle. On lit, en effet, dans une ordonnance de Philippe de Valois, en 1343 : « Le général essayeur doict avoir bon plomb et net et de celuy doict faire essay et sçavoir que tient le plomb pour en faire contrepoids à porter son essay. »

Quelques années après, en 1355, le roi Jean fit frapper pour la première fois des *francs* (voir fig. 9), dont le nom fut donné plus tard au type de notre système



Fig. 9. — Monnaie de Jean II.

monétaire décimal. Lors de l'invasion anglaise de 1355, en instituant la gabelle sur le sel, il promit, entre autres choses, en son nom et en celui de ses successeurs, de ne jamais dénaturer les monnaies. Voici les termes de l'ordonnance du 28 décembre 1355 : « Nous et nos successeurs feront doresnavant perpétuellement bonne monnoye et estable en notre royaume ; c'est assavoir deniers de fin or de cinquante et deux au marc et monnoye blanche d'argent à la venant tele que nous ne puissions traire que six louis tournois du marc d'argent et au-dessous afin que lon n'ait cause de haucier la monnoye d'or. » La monnaie de billon ou « noire monnoye » se faisait alors dans les mêmes ateliers et au moyen des mêmes ouvriers que les autres ; aussi était-on obligé d'interrompre la fabrication de la monnaie d'argent. « Nous voulons, dit l'ordonnance de 1355, que ladite noire monnoye l'en forge chascune sepmaine un jour. » Les événements de 1356 et la cupidité des rois ses successeurs devaient mettre à néant les promesses de Jean II. L'affaiblissement des monnaies a été en effet la tendance générale de cette époque, mais il faut remarquer que ce sont surtout les monnaies les plus usuelles, c'est-à-dire les pièces d'argent, qui ont subi la plus forte altération. C'était là, du reste, un véritable calcul, et Dresme, qui fut précepteur de Charles V et depuis évêque de Lisieux, le dit en propres termes dans son *Traité de l'affaiblissement des monnaies*, chapitres VIII et XIII (1360). Un mandement curieux de Philippe de Valois aux officiers des monnaies leur enjoint, en 1350, de tenir secret l'abaissement du titre sous des peines fort sévères. « Se aucun demande à combien les blancs sont de loy, feignez qu'ils sont à 6 deniers, » ils avaient été abaissés à 4 deniers, 12 grains, c'est-à-dire à 375 millièmes.

La juridiction suprême fut confiée, en 1358, aux maîtres des monnaies qui avaient succédé aux monétaires de l'époque mérovingienne ; leur pouvoir dura jusqu'à l'établissement de la cour des monnaies, en 1551.

L'application au départ de l'or de l'acide azotique introduite par Albert le Grand, vers 1350, fut pratiquée industriellement au commencement du quinzième siècle, et des lettres patentes furent octroyées à Dominique Honesti, le 18 septembre 1403, pour l'exploitation exclusive de ce procédé.

En 1430, le roi abandonna le bénéfice éventuel de la fabrication des monnaies ; l'établissement régulier de l'impôt lui en tenait lieu : « et oncques pays que le roy meit les tailles, des possessions des monnaies ne luy chalut plus » (le président Brisson).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au milieu du quinzième siècle, vers 1444, le marc d'argent valait 7 livres 10 sous et la valeur du setier de blé ne dépassait pas, année moyenne, un neuvième du marc.



Fig. 10. — Monnaie de François Ier.

Ce fut sous François Ier, en 1580, que l'on remplaça les *points secrets* placés sous les lettres de la légende et indiquant l'atelier où la pièce avait été frappée par les lettres qu'on voit encore aujourd'hui. L'usage des points secrets remontait au règne de Charles VI. Le règne de Henri II a été l'époque de la véritable réforme



Fig. 11. — Monnaie du roi François I, duc de Bretagne.



Fig. 12. — Monnaie de François II.

monétaire en ce qui concerne les procédés de la fabrication. Vers 1553, le laminoir inventé par Aubin Ollivier fut employé pour la première fois en même temps que le découpoir [1] et une sorte de balancier, ou plutôt de mouton, que Nicolas Briot devait perfectionner soixante ans plus tard. Cet ensemble constituant, on le voit, un système tout nouveau, on lui donna le nom de fabrication au *moulin*, par opposition au terme de fabrication au *marteau*, par lequel on désignait l'ensemble des opérations alors en usage et qui devaient se perpétuer encore près d'un siècle.

En effet, par l'ordonnance de juillet 1553, Henri II avait ordonné que la fabrication au moulin fût installée au palais du Louvre, dans le jardin des Étuves, et Henri III, par suite probablement de son insuccès ou de l'opposition des officiers des monnaies, rétablit l'ancienne méthode en 1585, en conservant le procédé au moulin pour les jetons, pièces de plaisir, etc. Certaines pièces de cette époque, d'un relief considérable et portant des inscriptions saillantes sur la tranche, font penser que la virole brisée n'est pas une invention aussi récente qu'on le croit communément.

En 1560 reparurent les pièces de cuivre pour la première fois depuis les Mérovingiens. Par suite des importations énormes des métaux précieux du nouveau monde, la valeur de la monnaie s'abaissa beaucoup, relativement aux objets de

1. On pense cependant que le découpoir fut inventé en 1608, par Antoine Ferrier, horloger de Paris. (Advertissement de Poullain, conseiller à la cour de Monnoyes, à M. Dolé, conseiller du roy.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consommation. Si on rapporte la valeur de l'argent à celle du blé, en 1577, on trouve que le setier de blé qui, année moyenne, s'échangeait pour un neuvième du marc d'argent depuis plusieurs siècles, avait alors pour équivalent le tiers du marc, lequel valait 21 livres 5 sous et 8 deniers ; l'argent était donc tombé au tiers de sa valeur d'échange.

Sous Henri IV, on remarque une fabrication plus soignée, faisant prévoir les réformes du règne suivant ; c'est en effet sous Louis XIII que furent frappées nos



Fig. 13. — Pièce de plaisir de Louis XIII.

plus belles monnaies. Dupré et surtout Warin, qui de faux monnayeur était devenu graveur du roi, exécutèrent alors de véritables chefs-d'œuvre. Il en était de même en Angleterre, à peu près à la même époque. Simon, qui grava le premier des coins d'acier dans ce pays, ne le cède pas à Warin sous le rapport de l'exécution.



Fig. 14. — Monnaie de Louis XIII.

Ici vient se placer l'adoption du balancier, la plus grande invention relative au monnayage antérieure à notre époque. L'auteur de cette découverte fut Nicolas Briot, graveur ou tailleur général des monnaies. Beaucoup d'auteurs ont confondu la fabrication au moulin avec le monnayage au balancier et font vivre Briot sous Henri II, ce qui est matériellement impossible. Une expertise provoquée par Nicolas Briot, qui se vantait de faire avec sa machine l'ouvrage de dix ou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vriers fabriquant au marteau, et par l'opposition de ces derniers, eut lieu le 30 janvier 1617, en présence de MM. de Boissire et de Marillac, conseillers d'État. Le rapport ne fut pas favorable, et l'esprit étroit de la corporation des monnayeurs finit par l'emporter. L'inventeur repoussé passa en Angleterre, où l'on s'empressa d'adopter son système à l'aide duquel furent frappées les belles monnaies de Cromwel.

L'influence du chancelier Séguier parvint cependant, un peu plus tard, à vaincre l'inertie du corps des officiers monnayeurs, et le balancier fut définitivement adopté en 1640. Quelques années après, Castaing, ingénieur du roi, inventa sa machine à façonner la tranche des flans, et la Monnaie de Paris commença à s'en servir en 1645. Nous reproduisons (fig. 15) une vieille estampe

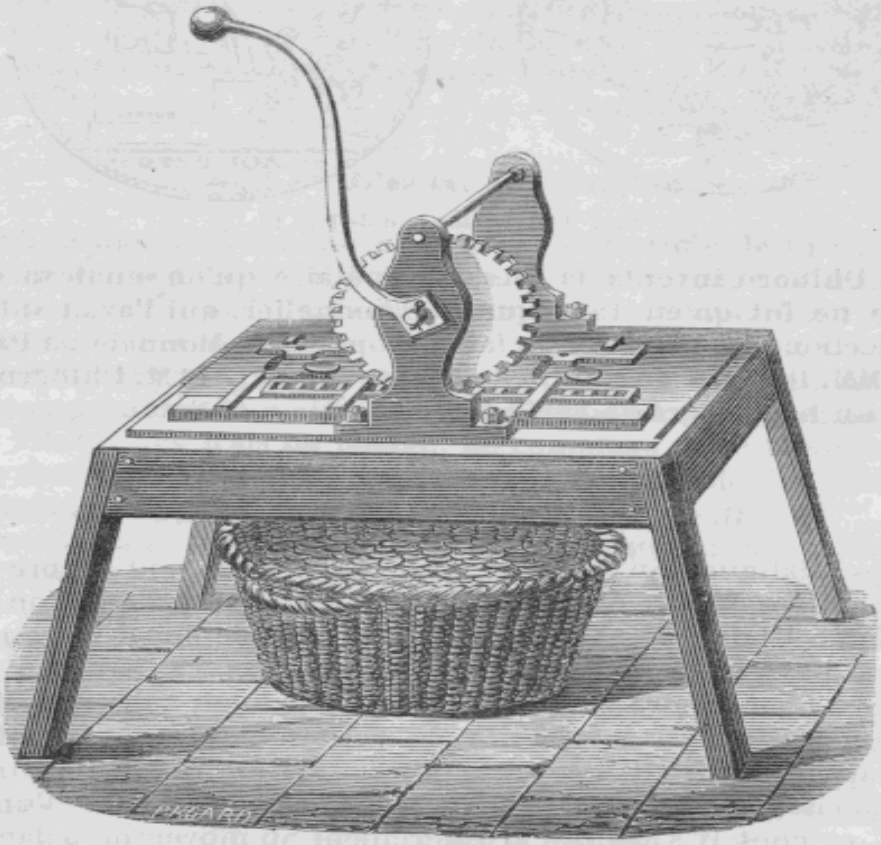


Fig. 15. — Machine de Castaing.

représentant cette machine. La fabrication de la monnaie à la main ou au



Fig. 16. — Monnaie de Louis XIV.

balancier continue sans changement jusqu'en 1788. On installa alors en Angleterre, à la Tour de Londres, les premiers appareils à vapeur. Watt et Boulton ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tinrent le droit de battre monnaie pour les États étrangers et arrivèrent à frapper dans leurs ateliers de Soho jusqu'à quarante mille pièces à l'heure.

En 1795, le système décimal succéda en France au système tournois et nos monnaies prirent la forme qu'elles ont conservée jusqu'ici. La fabrication au balancier continua jusqu'en 1840, et, pendant ce laps de temps, on ne peut signaler que les perfectionnements apportés par Gingembre au balancier et à la machine de Castaing et par M. Puymaurin aux fours à recuire.



Fig. 17. — Monnaie de l'an II.

En 1828, M. Uhlhorn inventa la presse monétaire qu'on employa de suite en Allemagne; ce ne fut qu'en 1840 que M. Thonnelier, qui l'avait introduite en France et perfectionnée, parvint à la faire adopter à la Monnaie de Paris. Depuis cette époque, MM. Bouchet de Montuel, Fossey, Gail et Ce et M. Uhlhorn lui-même l'ont portée à un haut degré de perfection.

II. — La monnaie au marteau.

Les monnaies asiatiques qu'on a pu voir à l'Exposition sont encore frappées au marteau. Nous allons décrire en quelques mots les procédés que l'on suivait vers la fin du seizième siècle : ce sont ceux qu'on emploie encore au Japon et dans quelques autres pays.

On commençait par fondre le métal, puis on le coulait dans une lingotière en fer cloisonnée de manière à produire de petites barres d'or ou d'argent. La seconde opération consistait à *escopeler* ou couper les lingots : pour cela, l'ouvrier, muni de cisailles, découpait des morceaux carrés du poids d'un flan ou un peu plus fort, ce dont il s'assurait grossièrement au moyen de balances. On battait ensuite au marteau ces *quarreaux* les uns après les autres, puis on les passait au feu. Les *recuitteurs* les plaçaient dans un vase en fer pêle-mêle avec des charbons de bois incandescents. On vannait alors le tout en l'éventant avec une sorte de plumeau, de manière à faire tomber peu à peu les charbons devenus légers. Quand tout était consumé, les flans étaient versés à terre et laissés à refroidir. On procédait ensuite à l'ajustage, en rognant les quarreaux avec des cisailles, jusqu'à ce que le poids fût exact. Les flans étant à peu près ronds, on achevait de les régulariser au moyen d'un marteau appelé *rehaussoir*, ayant une forme analogue à celle d'une doloire de tonnelier. Comme cette régularité n'était pas encore suffisante, on réunissait une pile de flans au moyen de tenailles appelées *escuques* et on la battait sur l'enclume de manière à lui donner la forme d'un cylindre du diamètre des disques. Ceux-ci étaient ensuite repris l'un après l'autre et battus de nouveau au marteau à *flatir*[1]; on arrivait ainsi à leur

1. De *πλάσσω*, comprimer. — Flan, autrefois écrit *flaon*, a la même étymologie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner leur forme définitive, après une série de recuits destinés à détruire l'écrouissage communiqué au métal par l'action du marteau. Avant de les mettre à blanchir ou à décaper, on les assemblait en pile et on frappait cette pile d'un seul coup de marteau. Cette opération, qui avait pour but de planer les flans, portait le nom de *bouage*.

Après le décapage, les flans étaient portés au *monnoyer*, dont la fonction consistait à leur donner l'empreinte voulue. Il avait devant lui une pièce de bois enfoncée en terre et percée d'un trou recevant la *pile*, morceau de fer ou d'acier terminé d'un côté par une queue enfoncée dans le trou de la pièce de bois nommée *repeau* et de l'autre par le coin portant l'empreinte gravée en creux. Le flan étant placé sur la pile, l'ouvrier saisissait d'une main le *trousseau* ou coin supérieur et frappait dessus au moyen d'un marteau pesant environ trois livres. (Un outillage de ce genre est exposé dans la galerie de l'histoire du travail par MM. Rollin et Feuardent, royaume d'Italie, n° 122.)

III. — L'essai des lingots.

En France, la monnaie est fabriquée sous le contrôle de l'État par un entrepreneur qui porte le titre de directeur de la fabrication. Les frais qui lui sont alloués sont supportés par les personnes qui viennent vendre à l'hôtel des Monnaies les lingots destinés à être convertis en pièces ayant cours. Ces frais s'élèvent à 1 fr. 50 par kilogramme d'argent et à 6 fr. 70 par kilogramme d'or au titre officiel. Ils comprennent la main-d'œuvre, l'entretien des machines et appareils, les coins et viroles, les frais de pesage, de comptage et de vérification. La Commission des monnaies et médailles est chargée du contrôle de la fabrication dans toute la France.

Quand les lingots parviennent à la Monnaie, la première opération qu'ils ont à subir est l'essai au moyen duquel on détermine leur titre absolu et leur valeur vénale. Cet essai, dont nous ne dirons qu'un mot, est différent, suivant qu'il s'agit de matières d'or ou de lingots d'argent.

L'essai de l'argent se faisait autrefois par la méthode dite de *coupellation*, aujourd'hui abandonnée et remplacée par la méthode par voie humide due à Gay-Lussac, beaucoup plus exacte et plus rapide. Voici en quoi elle consiste : on dissout dans l'acide azotique une quantité d'alliage telle que, son titre approximatif étant connu d'avance, par exemple au moyen de la coupellation, le poids de l'argent qui y est contenu soit égal ou à peu près égal à 1 gramme. Quand cette dissolution est terminée, on ajoute à la liqueur une quantité de chlorure de sodium dissous dans l'eau distillée telle qu'elle précipite exactement un gramme d'argent à l'état de chlorure : on l'appelle *liqueur normale*. Si le titre de l'alliage est supérieur au titre présumé, il doit rester de l'argent dans la liqueur ; on y verse alors un centimètre cube d'une dissolution de chlorure de sodium, précipitant rigoureusement un milligramme d'argent (*liqueur décime*). S'il se produit un précipité, on ajoute un second centimètre cube et toujours ainsi de suite, jusqu'à ce qu'aucun trouble ne se manifeste dans la liqueur. Il est clair qu'il faut ajouter à la quantité d'argent présumée autant de milligrammes qu'on a versé de centimètres cubes de cette liqueur décime. Si, au contraire, le titre était inférieur au titre approximatif, on pourrait agir en sens inverse et verser peu à peu une liqueur contenant un milligramme d'argent par centimètre cube (*liqueur décime d'argent*); mais, dans ce cas, les liqueurs s'éclaircissent mal et on préfère verser d'un coup dix centimètres cubes de cette liqueur et reverser par des additions successives la liqueur décime salée. On arrive ainsi à déter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miner le titre exact à un demi-millième près : la coupellation ne permet pas de répondre de plus de deux ou trois millièmes.

Les matières d'or ne peuvent être essayées à la coupelle principalement, parce qu'elles contiennent le plus souvent un peu d'argent. On emploie, dans ce cas, la méthode suivante : on commence par évaluer à la pierre de touche le titre approximatif de la pièce d'essai, puis on lui ajoute une quantité d'argent telle que l'alliage définitif contienne trois parties d'argent pour une d'or environ. Cette proportion est nécessaire pour que, dans l'opération suivante, le traitement par l'acide azotique enlève bien tout l'argent et laisse l'or dans un état de cohésion suffisant. Une proportion d'or trop grande entraverait la dissolution de l'argent, une trop grande quantité d'argent ferait obtenir l'or à l'état pulvérulent.

L'argent et l'or sont coupellés pour enlever les autres métaux, s'il y en a, puis le bouton est laminé. La petite plaque produite, roulée en cornet, est mise en contact avec de l'acide azotique à 22° B. qui dissout l'argent sans changer la forme de la pièce d'essai. Avec quelques précautions, le cornet est placé dans un petit creuset, puis chauffé et pesé.

Quand le titre des lingots est connu, il faut faire les mélanges nécessaires pour arriver à obtenir des produits dont le titre soit celui indiqué par la loi. Pour la monnaie d'or, il est de 900 millièmes et pour la monnaie d'argent 835 millièmes, avec une tolérance de 2 millièmes pour l'or et de 3 millièmes pour l'argent. Les pièces de cinq francs d'argent seules sont à 900 millièmes avec une tolérance de 2 millièmes. L'abaissement du titre de la monnaie d'appoint date de la convention monétaire du 23 décembre 1865 avec la Suisse, l'Italie, la Belgique et les États-Pontificaux.

IV. — La fusion.

La fusion s'exécute pour les matières d'argent dans des creusets en fer. La figure 18 représente une coupe transversale suivant MN, et la figure 19 une coupe

Fourneau à fondre l'argent.

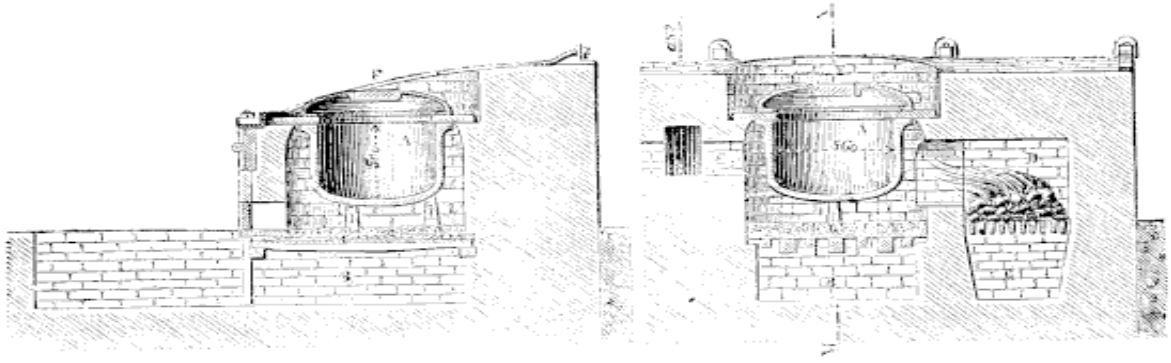


Fig. 18. Fig. 19.

longitudinale d'un four à fondre l'argent. Les creusets qui pèsent plus de 400 kilogrammes sont en fer forgé ; on peut en voir un spécimen exposé par MM. Petin, Gaudet et Ce ; ils peuvent contenir chacun environ 1000 kilogrammes d'argent. On les fait reposer sur trois appuis en fer I, soutenus par une grille sur laquelle on place une plaque de tôle mince et une couche de sable fin G. En cas de perte, l'argent est recueilli dans la chambre B ; D est le foyer, C le cendrier ; les gaz de la combustion, après avoir entouré le creuset, s'échappent par une cheminée E, commune à deux fours accouplés. Quand les creusets sont pleins, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

active le feu, et au bout de quatre heures environ, on peut couler le métal. Pour cela, on enlève le couvercle F et on plonge dans l'intérieur des poches au moyen desquelles on remplit les lingotières.

En Angleterre, les creusets sont plus petits; ils n'ont guère que 0m.30 de diamètre sur 0m.37 de profondeur.

A la monnaie de Stockholm, on emploie des creusets en fonte qui contiennent environ 720 kilogrammes d'argent. Ils peuvent supporter environ 18 fusions. Un perfectionnement qui figure à l'exposition suédoise [1] consiste en un fourneau en bois, à courant d'air forcé. La flamme, après avoir chauffé le creuset, passe sur une sole de four à réverbère où sont disposés les lingots qui doivent servir à la fusion suivante. De cette façon, ils sont d'avance portés au rouge, et il en résulte une économie assez notable de temps et d'argent.

La fusion des matières d'or s'exécute dans des creusets de plombagine de petite dimension. Les fourneaux où on les chauffe ne diffèrent pas de ceux qu'on emploie dans les fonderies de cuivre. La coulée se fait dans des moules composés de deux plaques de fonte épaisse, formant les côtés de l'espace destiné à être rempli par le métal fondu. Ces moules sont ordinairement placés sur la circonférence d'une plate-forme tournante, et disposés de façon à pouvoir être ouverts ou fermés à volonté, au moyen d'un levier à main. Cet arrangement n'a d'autre but que d'accélérer l'opération en permettant aux ouvriers d'avoir à leur portée les moules où ils doivent verser le métal à l'aide des poches dont nous avons parlé.

V. — Préparation des flans. — Laminage et étirage.

Quand les bandes de métal sont retirées des moules, on les fait passer au laminoir, pour les amener à l'épaisseur réglementaire. A la Monnaie de Paris, les plaques ont une épaisseur peu différente de celle des flans destinés au monnayage; les laminoirs sont petits et animés d'une faible vitesse. A Londres, on fond les bandes à une épaisseur de 25 millimètres, de sorte qu'il reste beaucoup plus à faire au laminage; aussi emploie-t-on des appareils plus puissants et marchant à une vitesse plus considérable.

Les appareils dont on se sert dans les ateliers monétaires diffèrent peu de ceux qu'on emploie en métallurgie; néanmoins il est indispensable de régler l'écartement des cylindres par des moyens plus précis. La figure 20 représente une élévation, et la figure 21 une coupe transversale du type dont on se sert en France; A est un bâti en fonte assujetti sur un cadre en charpente, qui lui-même repose sur une fondation en maçonnerie. Les cages P, fixées au bâti, reçoivent les cylindres B et C, entre lesquels doivent passer les bandes. Le cylindre inférieur fixe est relié à la transmission par un moyen quelconque; mais le cylindre supérieur est mis en mouvement par un manchon, qui peut lui-même s'incliner sans entraîner en même temps l'arbre de commande. L'écartement des cylindres est limité au moyen des vis de pression Q, qui s'appuient sur les coussinets supérieurs par l'intermédiaire d'une cale en fer, et pour que le mouvement des deux vis se fasse simultanément; elles sont mues par deux roues E, de même diamètre, engrenant avec un pignon M, qu'on fait tourner à la main au moyen des poignées F. On conçoit que l'écartement pourra être réglé d'avance d'une manière rigoureuse en connaissant le rapport entre le pas de la vis et le nombre de tours du pignon central. Une fraction de tours est estimée au moyen d'un petit cadran et d'une aiguille R. Quand il s'agit de régler le cy-

1. Exposé par M. Werman, cl. 47, n° 16.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lindre, il suffit de faire tourner le pignon central en sens inverse. Une traverse en fonte G, fixée sur les deux vis Q, porte à la fois l'axe qui fait tourner le pignon M et les quatre oreilles K, auxquelles sont adaptées quatres tiges verticales S.

Laminoir pour la monnaie.

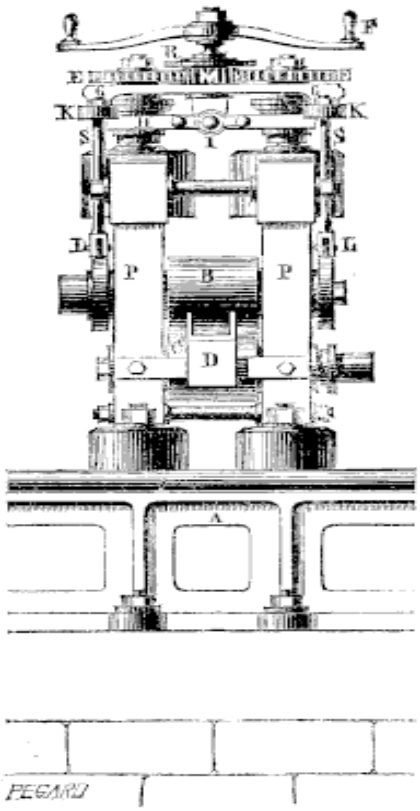


Fig. 20.

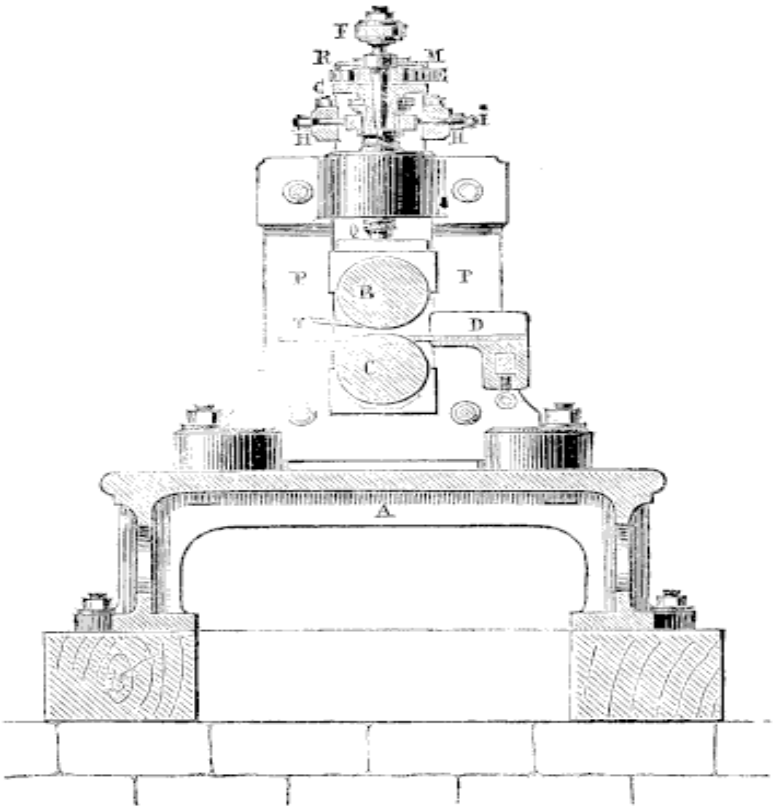


Fig. 21.

Ces tiges, réunies deux à deux en L, portent une bague embrassant les tourillons du cylindre B. De cette manière, le cylindre se soulève en restant parallèle à lui-même.

Comme il est nécessaire que les vis restent immobiles pendant le travail, on dispose deux barres H serrées ensemble au moyen de l'écrou à poignée I. La pression s'exerce sur les vis mêmes et les empêche de tourner. Cette sorte de frein doit être serré ou desserré à chaque fois qu'on veut faire varier l'écartement des cylindres.

Quand il s'agit de laminer, on introduit en T l'extrémité de la bande; elle est reçue en D sur une platine à jour, puis repassée au laminoir, qui la présente de nouveau; on rapproche le cylindre à chaque fois, jusqu'à ce que l'épaisseur voulue ait été atteinte. On passe alors au laminoir finisseur, qui ne diffère des précédents que par un mode de réglage encore plus précis. Les cylindres doivent être ajustés avec beaucoup de soin, tourner parfaitement rond et conserver un beau poli. Parmi les fabricants qui en ont exposé, nous citerons, en France, MM. Kurtz [1] et Delahaye [2], et en Prusse, M. Krupp [3].

On s'est longtemps contenté du travail du laminoir pour la fabrication des

1. Cl. 40, n° 103.
2. Cl. 60, n° 17.
3. Cl. 54, n° 21.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bandes destinées à fournir les flans ; un inconvénient grave a forcé de leur faire subir une opération de plus. On a remarqué, en effet, que l'action du laminoir n'était pas parfaitement constante, et que les variations dans l'épaisseur étaient assez considérables pour faire rejeter dans la même bande certaines pièces comme trop pesantes et d'autres comme trop légères.

C'est à la Monnaie de Londres qu'on a eu l'idée de se servir du banc à tirer. L'appareil ne diffère pas essentiellement de celui qu'on emploie dans la tréfilerie ; la filière seule est construite avec plus de précision, afin de donner aux bandes une régularité absolue. L'usage du banc à tirer a introduit dans la fabrication de la monnaie un élément très-propre à en écarter les produits défectueux ; aussi la combinaison de ces deux instruments est-elle maintenant adoptée dans tous les ateliers monétaires. Au sortir du laminoir, les bandes sont introduites par une de leurs extrémités dans les tenailles de l'appareil et passées dans la filière.

Comme ces différentes opérations ont pour effet d'écrouir considérablement le métal, il est nécessaire de le recuire de temps en temps pendant l'opération du laminage. Pour cela, on réunit ensemble un certain nombre de bandes et on les place roulées dans un réservoir en cuivre, fermé d'une manière à peu près hermétique, qu'on pousse dans le four à réchauffer. Quelques heures suffisent à l'opération, et les réservoirs ainsi que leur contenu sont retirés et plongés dans l'eau froide.

Le laminage et l'étirage ayant fourni des bandes d'une épaisseur parfaitement régulière, on s'assure que les flans qu'on doit en tirer auront le poids voulu ; pour cela, on les poinçonne les unes après les autres, et on pèse la pièce d'essai. La bande ainsi éprouvée n'est remise aux découpeurs qu'après qu'on s'est ainsi assuré que son épaisseur est réglementaire.

VI. — Découpage.

Le découpage des flans ne s'exécute pas tout à fait de la même manière à Paris et à Londres. A la Monnaie anglaise, les découpoirs sont placés dans une chambre circulaire, au milieu de laquelle se trouve un arbre vertical portant un volant. Douze découpoirs sont disposés autour de cette chambre, et leurs vis portent un système de leviers placés à la hauteur de la jante du volant. Douze cames disposées sur cette jante, venant à rencontrer les leviers des découpoirs, leur impriment un mouvement de rotation qui soulève les vis et les poinçons à la hauteur voulue, et en même temps les pistons de pompes à air faisant le vide. Quand l'action des cames a cessé, la pression atmosphérique, jointe au poids des vis et des tiges, fait retomber le tout et opère le poinçonnage.

Les bandes sont poussées par des enfants, de sorte que la quantité dont s'avance la pièce à chaque coup dépend de l'habileté de l'ouvrier, et que le nombre de flans qu'on retire d'une longueur donnée de bande n'est pas aussi grand que possible, l'ouvrier étant nécessairement porté à avancer un peu trop, afin de ne pas produire de flans échancrés.

A Paris, ce n'est pas ainsi qu'on procède : les poinçonneuses, qui du reste n'ont rien de particulier, sont mues par des arbres à excentrique. L'arbre donne, au moyen d'un encliquetage, le mouvement à deux paires de cylindres, placées l'une en avant, l'autre en arrière du poinçon. On engage la bande entre les rouleaux, et le mouvement intermittent de ceux-ci fait avancer la bande de la quantité rigoureusement nécessaire pour que le poinçonnage de deux flans consécutifs produise sur la bande deux cercles tangents l'un à l'autre ; de cette façon, la perte est réduite au minimum.

Un de ces découpoirs est exposé par M. Kurtz[1].

1. Cl. 40, n° 103.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VII. — Cordonnage.

Le cordonnage des flans est l'opération qui consiste à refouler le métal à sa circonférence, de manière à produire une légère surépaisseur autour de la pièce. On sait que toutes les monnaies portent sur le bord une saillie assez grande ayant pour but de diminuer l'usure de l'empreinte. En effet, si la saillie de l'empreinte excédait celle des bords, on ne pourrait mettre facilement la monnaie en pile, et comme les pièces se toucheraient par la convexité centrale, l'usure serait très-rapide, et elles ne tarderaient pas à s'aplanir entièrement.

Il est évident que cette saillie marginale pourrait être obtenue, comme l'empreinte elle-même, au moyen de la presse ou du balancier; mais on augmenterait ainsi singulièrement les difficultés de l'opération, et on préfère cordonner préalablement, au moyen d'une machine spéciale.

Toutes les machines à cordonner reposent sur le même principe que celle de Castaing, dont nous avons parlé dans l'introduction : on fait tourner la pièce sur elle-même au moyen de deux surfaces d'acier, qui la pressent fortement de la circonférence au centre, de manière à en refouler les bords. Nous allons décrire la plus récente, celle de M. Jones, ingénieur à la Monnaie de Londres. Elle se compose d'un disque mobile, sur lequel on dispose un anneau d'acier portant une rainure, dans laquelle s'engage le flan à cordonner. Vis-à-vis de ce disque, une plaque d'acier fixe porte également une rainure disposée circulairement autour du même axe que la première. On comprend qu'un flan, étant engagé dans ces deux rainures, s'il a un diamètre un peu plus grand que la distance qui les sépare, sera entraîné dans le mouvement et pressé de la circonférence au centre, de telle façon que l'épaisseur du bord s'augmentera par suite de ce refoulement.

Machine à cordonner.

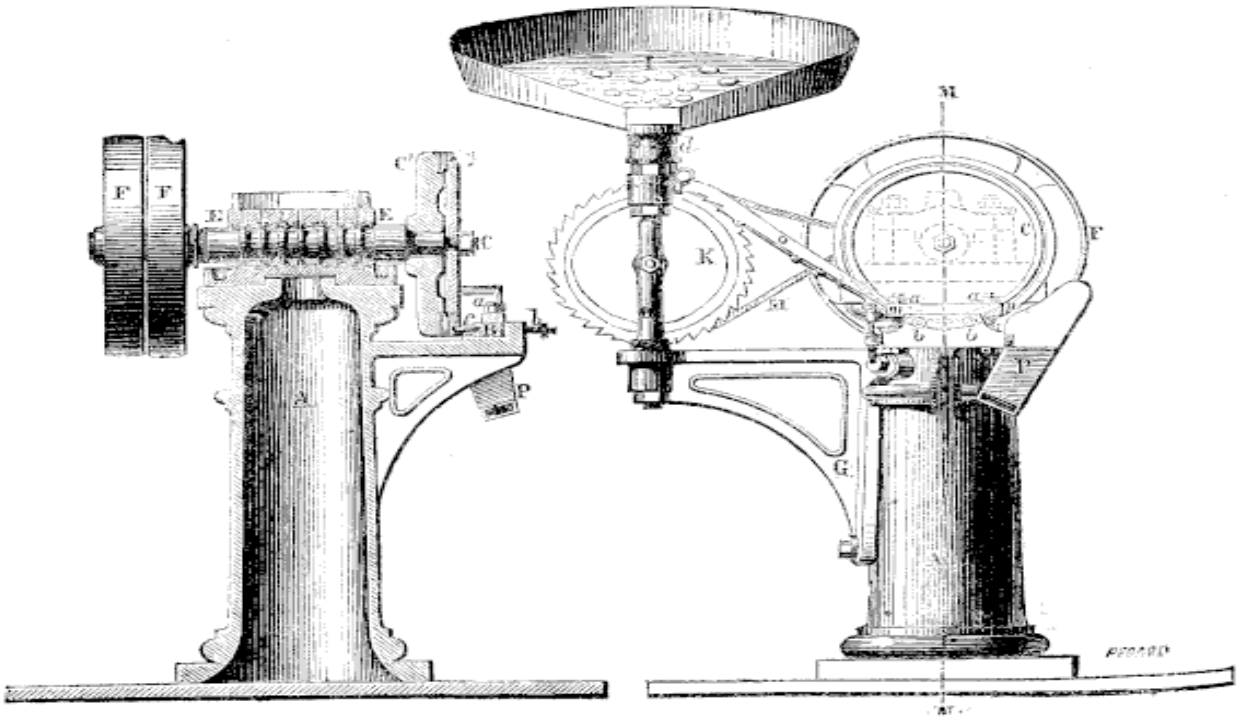


Fig. 22. Fig. 23.

La figure 23 montre une élévation, et la figure 22 une coupe verticale de cette machine suivant MN. A est le bâti supportant l'appareil, et B la plaque d'acier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixe supportant une des rainures. Elle est maintenue par des boulons *a*, et peut être rapprochée ou éloignée au moyen de la vis de pression *b*. L'anneau en acier portant la deuxième rainure est figuré en C et est assujetti au plateau de fonte C′ au moyen de l'écrou *e*. L'arbre B, sur lequel ce plateau est claveté, tourne dans un palier E, assez long pour permettre le double porte-à-faux des poulies F et du plateau C′, et construit de manière à résister à la pression exercée par les flans.

La fig. 22 montre la manière dont se fait la distribution : les flans sont placés dans la trémie I, et un ouvrier les pousse vers une ouverture cylindrique D, de manière à l'emplir en formant une pile dont la base descend sur la circonférence d'une roue K. Cette roue, garnie de dents très-inclinées, entraine en tournant autant de flans qu'il passe de dents sous la pile. Ces flans, quittant naturellement la circonférence de la roue, tombent dans le conduit O, sur la paroi inférieure duquel ils glissent. Arrivés au point *m*, où cette paroi cesse, ils s'engagent tangentiellement dans les deux rainures opposées des disques C et de la plaque B, et subissent, en tournant, la pression qui doit les cordonner. Cette pression cesse au point *n*, et de là ils sont lancés dans la trémie P, qui les laisse tomber dans un panier placé au bas de l'appareil.

Détail de la machine à cordonner.

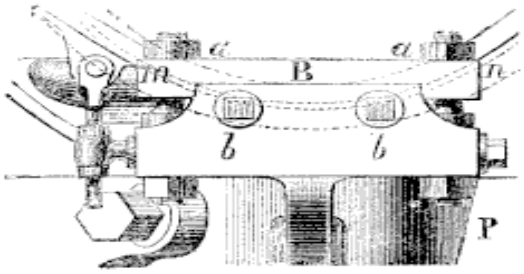


Fig. 24.

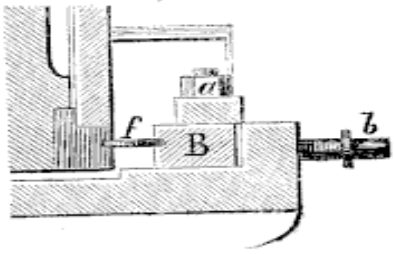


Fig. 25.

Les figures 24 et 25 représentent à une plus grande échelle la manière dont se fait le cordonnage.

Cette machine, dont l'invention est toute récente, est celle qui fonctionne actuellement à la Monnaie de Londres.

VIII. — Le balancier et la presse.

Quand les flans ont été cordonnés, avant de leur donner l'empreinte qui doit les rendre propres à la circulation, on procède au décapage, afin d'enlever la couche d'oxyde superficielle. Les pièces d'or sont jetées dans un bain d'acide sulfurique étendu et chauffé dans un four à réverbère. Les flans d'argent sont soumis à l'ébullition dans une dissolution de crème de tartre. En sortant du bain, on les sèche au feu au moyen de sciure de bois, et on les livre aux machines à frapper, au balancier ou à la presse.

Quand il est manœuvré à la main, le balancier a le désavantage d'exiger un grand nombre d'ouvriers et d'être difficile à conduire. Il frappe un assez petit nombre de pièces à l'heure, et, son action ne pouvant pas être arrêtée à temps, il peut arriver que, faute d'introduire un flan au moment voulu, les coins se rencontrent et se brisent. A Paris, on conserve l'usage du balancier pour fabriquer les médailles et les jetons. Si la monnaie, dont l'empreinte est peu saillante

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est toujours frappée d'une seule fois, les médailles, dont le relief est toujours considérable, exigent un nombre considérable de coups de balancier et de recuits successifs pour arriver à un modelé parfait. L'atelier monétaire de Londres a conservé l'usage du balancier, et ceux qui y fonctionnent ont été montés par Watt en 1788 ; ils sont mis en mouvement par une machine à vapeur et marchent automatiquement. A cet égard, ils sont à l'abri de la plupart des reproches que nous venons d'adresser aux balanciers à la main.

La presse monétaire dont on se sert aujourd'hui partout, excepté en Angleterre, a passé, avant d'être adoptée, par les épreuves dont nous avons parlé en faisant l'histoire du balancier. Au lieu d'être produit par un choc brusque, comme dans cette dernière machine, le monnayage est obtenu dans la presse à l'aide d'une pression énergique. Ses avantages principaux sont de produire beaucoup plus que le balancier et d'éviter, par suite de sa marche automatique et d'un débrayage convenable, que les coins ne se rencontrent en cas de dérangement de l'appareil d'alimentation ; enfin elle est facilement mise en mouvement au moyen d'une courroie et d'une poulie.

L'Exposition ne renferme que deux presses monétaires : l'une, dans la partie française, présentée par MM. Cail et Cie ; l'autre, dans la section espagnole, envoyée par M. Fossey ; toutes deux connues depuis plusieurs années et ne présentant pas de perfectionnements récents. Nous avons regretté de n'y pas voir figurer celles de M. Uhlhorn, de Grevenbroich près de Cologne, qui sont généralement employées à l'étranger.

Tout ce que nous venons de dire relativement aux monnaies d'or et d'argent s'applique également aux monnaies de cuivre ; seulement on emploie alors moins de précautions, et la tolérance laissée au titre et au poids est plus considérable.

IX. — Pesage.

Une fois frappés, les flans passent à l'état de monnaie courante ; mais, pour être livrés à la circulation, leur poids doit être vérifié soigneusement, pièce par pièce, de manière à constater qu'il est compris dans les limites fixées par la loi. Cette opération se faisait autrefois à la main, à l'aide de balances ordinaires, d'une sensibilité suffisante ; mais aujourd'hui, la plupart des ateliers monétaires ont adopté la balance automatique de J. Murdoch Napier, instrument extrêmement ingénieux, qui donne une économie considérable de temps et de main-d'œuvre.

Nous allons décrire la balance automatique que construisent MM. Napier et fils, de Londres, et que nous n'avons pas vue à l'Exposition.

La fig. 26 montre une élévation du type adopté par la Monnaie anglaise. Cette balance se compose d'un fléau ordinaire, à l'une des extrémités duquel se trouve le plateau peseur, placé au-dessus du couteau de suspension. Au-dessus de ce plateau se trouve une ouverture B munie d'une glace permettant d'examiner le jeu de la balance. Les tiges M et N, suspendues au couteau du fléau, descendent jusqu'au bas de l'appareil ; là elles sont munies d'ouvertures à travers lesquelles passe la barre L reliée à la tige K. Un levier T, sur lequel s'appuie en S une tige R, porte à son extrémité un couteau U pouvant s'engager dans une des trois entailles d'une pièce adaptée au conduit C oscillant autour du point D. L'autre tige N supporte en P un contre-poids fixe, égal au minimum de la tolérance, et peut, en se soulevant, entraîner dans son mouvement un fil de platine placé sur les appuis Q. Ces deux poids réunis doivent être égaux au poids maximum de la tolérance. Les pièces sont mises dans le tuyau d'alimentation A, et le mouvement est donné à la roue J commandant les trois roues G, H, I, lesquelles portent des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cames déterminant les mouvements nécessaires. La roue I, en tournant, fait osciller le levier D, et son extrémité supérieure vient pousser sur le plateau peseur la pièce la plus basse. Pendant ce temps, la balance est tenue immobile au

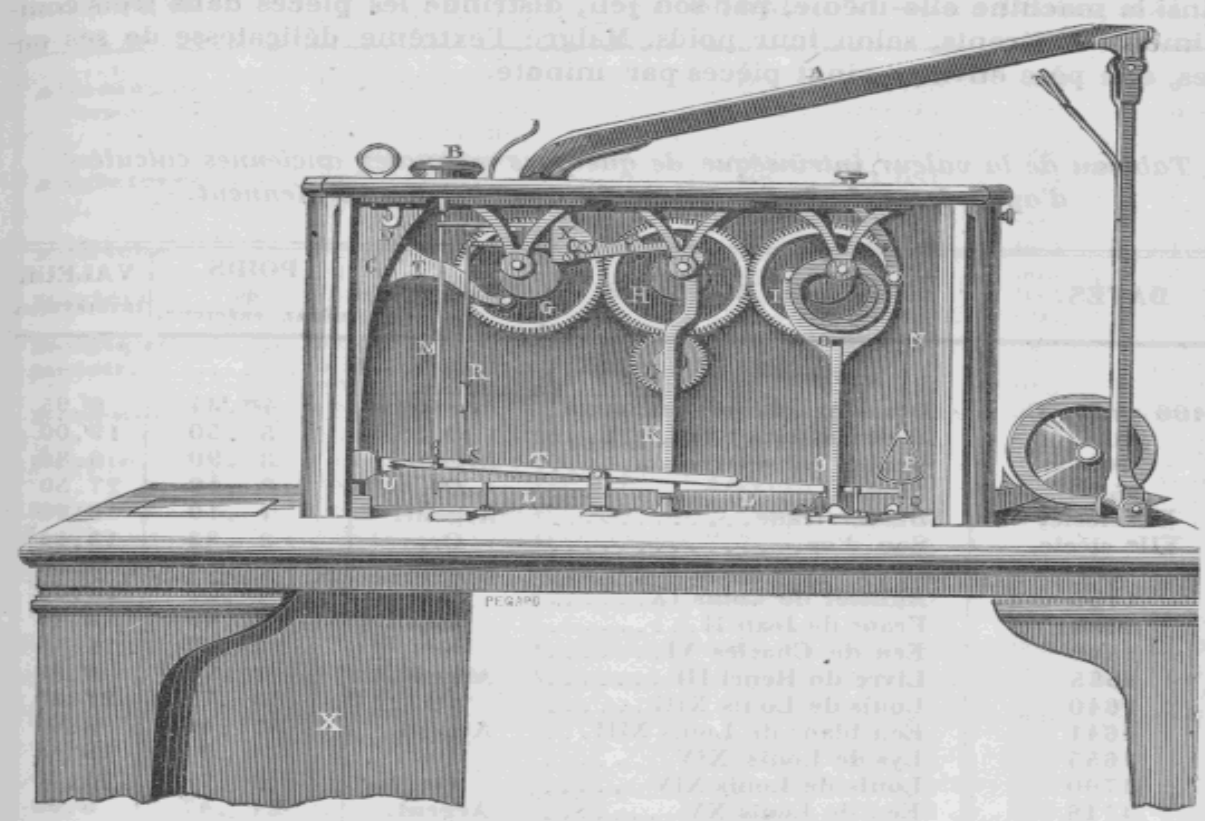


Fig. 26. — Balance automatique.

moyen d'une sorte de pince mise en mouvement par la roue H. Aussitôt que la pièce est arrivée sur le plateau, la roue H continuant à tourner donne la liberté à la tige M et soulève la barre en forme de Té KL, de sorte que le levier peut osciller librement.

Il peut arriver trois cas : premièrement, la pièce est plus légère que la tolérance ne le permet, alors le contre-poids l'emporte immédiatement, et la tige M s'élève. — Secondement, la pièce est comprise dans les limites de la tolérance ; dans ce cas, le fléau reste sensiblement horizontal, parce que la tige M ne peut ni s'élever notablement ni s'abaisser au-dessous du point où le prolongement inférieur de la tige N rencontre le fil de platine. — Troisièmement, la pièce est plus lourde que la limite maximum de la tolérance, alors c'est la tige N qui monte en entraînant le fil de platine.

Il résulte donc de là trois niveaux différents dans la position de la tige M. Voyons comment s'effectue alors la distribution des pièces.

Le conduit C est conique ; il est, à sa partie supérieure, à fleur du plateau peseur, et, à sa partie inférieure, il peut correspondre, en raison de sa mobilité, à trois ouvertures différentes E communiquant avec trois divisions du coffre X au point U. Ce conduit, dans son oscillation produite par l'intermédiaire de la pièce F, peut venir buter contre l'arrêt V à trois niveaux différents et porte trois encoches qui déterminent sa position relativement aux ouvertures E. La descente des pièces s'opère au moyen du mécanisme qui le pose sur le plateau peseur ; une nouvelle pièce chasse l'autre dans le conduit, et comme à ce moment la pince a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saisi la tige M, et que le tout est immobile, la tige R s'est abaissée et a fait buter le levier T sur un arrêt de la tige M, ce qui a déterminé le niveau du couteau I' et, par suite, la position du conduit C.

Ainsi la machine elle-même, par son jeu, distribue les pièces dans trois compartiments différents, selon leur poids. Malgré l'extrême délicatesse de ses organes, elle pèse environ vingt pièces par minute.

Tableau de la valeur intrinsèque de quelques monnaies anciennes calculées d'après le poids de l'or ou de l'argent qu'elles contiennent.

DATES.	NOM DES MONNAIES.	MÉTAL.	POIDS du MÉTAL PRÉCIEUX.	VALEUR INTRINSÈQUE.
400 av. J.-C.	Drachme attique ancienne.	Argent.	4gr.34	0f.95
id.	Stater attique.....	Or.	5 .50	19.00
100	Denier consulaire.....	Argent.	3 .90	0.86
50	Aureus	Or.	8 .10	27.50
VIe siècle.	Denier franc.....	Argent.	1 .10	0.25
VIIe siècle.	Sou d'or.....	Or.	3 .82	13.14
800	Denier de Charlemagne...	Argent.	1 .63	0.36
1250	Agnelet de Louis IX.....	Or.	4 .09	13.95
1350	Franc de Jean II.....	Or.	3 .88	13.35
1400	Ecu de Charles VI.....	Or.	3 .37	11.14
1585	Livre de Henri III	Argent.	3 .73	0.83
1640	Louis de Louis XIII.....	Or.	6 .75	21.30
1641	Écu blanc de Louis XIII...	Argent.	27 .45	5.60
1655	Lys de Louis XIV.....	Or.	4 .04	13.50
1700	Louis de Louis XIV	Or.	6 .75	21.30
1718	Écu de Louis XV	Argent.	24 .47	5.00
1726	Louis de Louis XV.....	Or.	8 .15	25.77
1785	Louis de Louis XVI.....	Or.	7 .64	24.15
1791	24 livres.....	Or.	7 .64	24.15
1791	Écu au génie.....	Argent.	29 .48	6.01

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau de la valeur réelle des monnaies françaises et étrangères.

PAYS.	NOM DE LA MONNAIE.	MÉTAL.	POIDS.	TITRE.	VALEUR [1].
Allemagne (Depuis 1857.)	Couronne	Or.	11.120	900	34.39
»	Thaler (1re zone)	Argent.	18.517	900	3.68
»	Florin (2e zone)	Argent.	12.345	900	2.45
	Florin (3e zone)	Argent.	10.606	900	2.10
Angleterre	Souverain	Or.	7.981	916	25.12
»	Couronne	Argent.	28.250	925	5.60
»	Schelling	Argent.	5.650	925	1.12
Autriche	Krosse	Or.	11.120	900	34.39
»	Florin	Argent.	12.340	900	2.45
Bavière	Ducat	Or.	3.490	986	11.75
»	Gulden	Argent.	10.600	900	2.10
Belgique	Monnaie française	»	»	»	»
Brésil	5000 Reis	Or.	4.486	916	14.07
»	2000 Reis	Argent.	25.495	916	5.15
Danemark	Christian	Or.	6.730	903	20.90
»	Rixdaler	Argent.	14.400	879	2.79
Égypte	Cinquante piastres	Or.	1.250	874	12.76
»	Piastre	Argent.	1.250	900	0.25
Espagne	Doublon	Or.	8.387	900	25.95
»	Escudo	Argent.	12.980	900	2.57
»	Real	Argent.	1.298	810	0.23
États-Unis	Dollar	Or.	1.671	900	5.17
	100 cents	Argent.	26.729	900	5.31
	Cent francs	Or.	32.258	900	100.00
	Cinquante francs	Or.	16.126	900	50.00
	Vingt francs	Or.	6.456	900	20.00
	Dix francs	Or.	3.226	900	10.00
France	Cinq francs	Or.	1.613	900	5.00
	Cinq francs	Argent.	25.000	900	5.00
	Deux francs	Argent.	10.000	835	2.00
	Un franc	Argent.	5.000	835	1.00
	Cinquante centimes	Argent.	2.000	835	0.50
	Vingt centimes	Argent.	1.000	835	0.20
Hollande	Guillaume	Or.	6.729	983	20.79
»	Florin	Argent.	10.000	945	2.08
Indes Anglaises	Pagode	Or.	2.916	916	9.18
»	Roupie	Argent.	11.664	916	2.36
Italie	Monnaie française	»	»	»	»
Mexique	Pistole	Or.	6.750	875	20.29
»	Piastre	Argent.	27.000	903	5.35
Portugal	Couronne de 1000 reis	Or.	1.774	917	5.59
»	Reis	Argent.	2.500	917	0.50
Prusse	Frédéric	Or.	6.682	903	20.60
»	Thaler	Argent.	22.271	750	3.60
Rome	Monnaie française	»	»	»	»
Russie	Demi-impériale	Or.	6.545	916	20.60
»	Rouble de 100 kopecks	Argent.	20.511	868	3.92
Saxe	Krosse	Or.	11.120	900	34 39
»	Thaler	Argent.	22.271	750	3.75
Suède	Ducat	Or.	3.482	970	11.66
»	Rigsdaler	Argent.	33.925	750	5.61
Suisse	Monnaie française	»	»	»	»
Turquie	Sequin	Or.	3.575	915	11.24
	Piastre	Argent.	1.200	950	0.17
Wurtemberg	Ducat	Or.	3.490	980	11.75
	Gulden	Argent.	10.606	900	2.10

1. A l'exception des pièces françaises, italiennes, suisses, belges et romaines, la valeur cotée ici est celle de l'or ou de l'argent réellement contenu dans les monnaies; c'est le prix que l'on en recevrait, en les présentant à l'atelier monétaire de Paris. La valeur de circulation est nécessairement un peu plus élevée, mais elle est variable d'un jour à l'autre et d'un pays à l'autre et dépend de l'abondance ou de la rareté du numéraire d'une provenance donnée dans un pays donné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSECTES

UTILES ET NUISIBLES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

Par M. **A. GOBIN**,

PROFESSEUR DE ZOOTECHNIE.

II

DEUXIÈME PARTIE.

INSECTES NUISIBLES.

Nous l'avons dit, dès le début de ce travail, il n'y a presque aucun être organisé, animal ou plante, qui n'ait un ennemi parmi le monde des insectes. Les uns vivent sur nous-mêmes, de notre sang ou de nos humeurs, les autres habitent sur nos animaux, ou même dans leurs organes internes, ceux-ci tirent leur existence de nos grains et graines, de nos plantes d'ornement ou de produit, des arbres de nos forêts, etc. Tous se multiplient avec une effrayante promptitude et leurs œufs très-petits d'ailleurs sont en outre cachés avec un admirable instinct par la femelle; que dis-je, quelques-unes mêmes sont ovovivipares et se reproduisent durant plusieurs générations sans même être fécondées par les mâles! Il en résulte que nous sommes trop souvent impuissants à les détruire directement; mais il nous reste la ressource de multiplier les ennemis de nos ennemis, c'est-à-dire les autres animaux qui nous peuvent servir d'auxiliaires, et aussi d'entretenir nos cultures dans le meilleur état, pour qu'elles offrent moins d'abris aux insectes ou supportent leurs dégâts avec moins de dommages, ce que nous ne faisons pas assez.

Nous avons rencontré à l'Exposition un certain nombre de collections entomologiques, presque toutes classées par ordres, mais sans aucune dénomination individuelle, sauf les rares exceptions que nous aurons soin de signaler. Comme c'est d'entomologie appliquée que nous nous occupons spécialement ici, nous devons abandonner la classification scientifique qui ne nous conduirait qu'à une stérile revue, et nous adopterons naturellement la division en cultures sur lesquelles nos insectes dirigent particulièrement leurs ravages. Nous aurons soin, autant que possible, d'indiquer les moyens à l'aide desquels on peut détruire les insectes à leurs divers états, limiter leur propagation en nombre, ou soustraire nos champs à leurs dégâts.

1° Insectes nuisibles aux arbres des forêts et plantations.

Parmi ceux-ci, que l'Allemand Ratzbourg a spécialement étudiés et décrits, et dont l'École impériale forestière de Nancy possède une si complète collection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que nous regrettons de n'avoir pas trouvée dans la salle qui lui était affectée au palais du Champ de Mars, se trouvent surtout des *coléoptères* et des lépidoptères.

A la tête des premiers, nous placerons le Hanneton commun (*melolontha vulgaris*), des méfaits duquel nous aurons à parler en bien d'autres places encore. Celui-là, tout le monde le connaît, lui et sa larve, le Ver blanc ou Man, qui ronge les racines et fait souvent périr les arbres. Cette larve, qui atteint jusqu'à 0m.045 de longueur, pénètre, dans les terres légères, jusqu'à 1m.50 de profondeur; il est donc difficile de l'atteindre; dans nos jardins, où la fraicheur est soigneusement maintenue, elle reste auprès des racines des plantes qu'elle affectionne, comme l'oseille, la laitue, les fraisiers, qui peuvent ainsi servir d'appât pour l'attirer et la retenir. Mais dans les forêts, on n'a d'autres ressources que d'attendre qu'elle ait passé à l'état de hanneton; c'est alors qu'on devrait procéder à sa destruction. Les propriétaires de forêts, les communes riveraines des bois, les cultivateurs dont les terres bordent les plantations étendues devraient exécuter le hannetonnage; je dirai plus, cette destruction devrait faire l'objet d'une mesure régulière de police rurale comme l'échenillage, que la plupart du temps on exécute si mal. Moyennant une faible prime, femmes et enfants se mettraient volontiers en campagne, et si la mesure était générale et sérieusement surveillée, surtout dans la période triennale où les hannetons sont le plus nombreux, on réduirait singulièrement le nombre de ces insectes qui deviennent déjà un véritable fléau, notamment aux environs de Paris. De leurs cadavres desséchés et réduits en poudre, on peut faire un énergique engrais; en Allemagne, cette poudre, mélangée avec de l'eau et de la farine de maïs, sert à l'éducation des faisans et de la volaille. On devrait en même temps veiller à la conservation de la martre, de la fouine, du blaireau, de la chauve-souris, du hérisson, du moineau, de l'engoulevent, de la corneille, du hibou, de la chouette, des buses et busards, de la crécerelle, de l'émouchet, et, dit-on aussi, de la taupe, qui détruisent le hanneton soit à l'état parfait, soit à l'état de larve.

Depuis longtemps déjà, M. Eug. Robert, inspecteur des promenades et plantations de la ville de Paris, s'est occupé des Xylophages, rongeurs de bois, et des moyens de les détruire. Au nombre des plus redoutables de ces insectes, il faut placer le Bostriche (typographe), qui s'attaque plus particulièrement au sapin; le Bostriche (du pin silvestre), dont la larve vit sous l'écorce de cet arbre; le Scolyte (destructeur), dont la larve creuse le liber de l'orme, interrompant la circulation de la séve. Les deux premiers ne se peuvent efficacement détruire qu'en abattant au plus tôt les arbres morts ou mourants et les enlevant de suite pour les livrer au feu. Pour le dernier, M. Eug. Robert fait pratiquer à l'automne l'enlèvement de l'écorce, complétement sur les vieux arbres, par bandes longitudinales sur les jeunes, et il fait recouvrir le liber ainsi mis à nu avec une bouillie composée de deux parties de chaux éteinte, une partie de terre glaise et une suffisante quantité d'eau. Les larves découvertes meurent ou sont détruites; les autres, arrêtées dans la progression de leurs galeries circulaires, périssent de faim lorsqu'elles parviennent à l'endroit d'où a été enlevée l'écorce. Sur les chênes âgés déjà dépérissants, on trouve encore, cachée entre l'écorce et le liber, la larve du Cerf-volant (*Lucanus cervus*) et aussi celle du grand Capricorne (*Cerambix heros*); mais elles sont toujours isolées, tandis que celles du Scolyte vivent en familles. Mentionnons enfin les larves du Rynchœne du pin, qui tantôt s'introduit dans la moelle des bourgeons de cet arbre, et tantôt ronge son liber; de la Chrysomèle du peuplier et de celle de l'aune, qui, à l'état de larve et parfait, causent de grands dégâts dans les pépinières et les plantations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la classe des *Orthoptères*, nous n'avons à parler que de la Courtilière commune, dont les dévastations s'exercent dans les pépinières plutôt que sur les arbres adultes, et dont nous aurons occasion de reparler un peu plus loin.

Quelques *Hyménoptères*, la Tenthrède du pin et celle des champs, nous arrêteront peu; leurs larves vivent sur le pin silvestre dont elles dévorent les feuilles; au moment où elles se laissent tomber à terre pour s'y enfoncer et y filer leurs cocons, on peut conduire dans les bois des troupeaux de porcs qui s'en montrent très-avides. Les larves de plusieurs Galles (*Cynips*) attaquent les bourgeons, les branches, les fruits du chêne, du marronnier, etc. C'est la piqûre de la femelle d'un de ces cynips sur les feuilles d'un chêne de l'Asie Mineure qui produit la noix de galle, substance tinctoriale qu'on n'a pas remplacée encore et qui est la base de nos encres à écrire. Les Urocères ou Sirex géant (*Juvencus* et *Spectrum*), vivent à l'état de larves dans les troncs des arbres résineux (épicéa, pin, sapin) et du hêtre, sur pied ou employés en construction, et y exercent de notables ravages.

Parmi les *Diptères*, nous n'aurons à citer que la Cecydomie du hêtre (*cecydomia seu tipula fagi*), dont la larve coupe au printemps le pétiole des feuilles du hêtre.

C'est parmi la classe des *Lépidoptères* que les forestiers rencontrent leurs plus dangereux ennemis, qui tous exercent leurs ravages à l'état de larves (chenilles). Les unes vivent sur les arbres résineux; ce sont : le Sphynx du pin (*Sphynx pinastri*), qui ronge les feuilles de cet arbre; le Bombyx dissemblable (*Bombyx dispar*), qui se nourrit indistinctement d'arbres verts et feuillus; de même le Bombyx moine (*Bombyx monacha*) sur les épicéas, pins et sapins, sur les chênes, hêtres, charmes et bouleaux; le Bombyx du marronnier et celui du saule (*B. æsculi*, *salicis*) sur les feuilles de ces deux arbres surtout; les Bombyx chrysorrhée et auriflue (*chrysorrhea*, *auriflua*), dont les larves attaquent les fleurs et les fruits du chêne, de l'orme, du charme, du tremble, etc. Le Bombyx processionnaire (*B. processionea*) est de tous le plus redoutable; ses chenilles vivent en société, cheminant d'arbre en arbre, dépouillant les forêts de verdure, faisant périr les jeunes plants, réduisant à de faibles limites l'accroissement annuel du bois; elles ne s'attaquent guère qu'aux chênes. Le B. processionnaire du pin (*B. pityocampa*) a des mœurs analogues, mais on ne le rencontre en grand nombre que dans le Midi (Gascogne, Provence) et en Algérie, en Espagne, en Italie, en Grèce, Turquie, Asie Mineure, etc.; il attaque non-seulement les feuilles, mais surtout les bourgeons. Le B. livrée (*B. Neustria*), bien que sa chenille vive en sociétés moins nombreuses, fait aussi un tort considérable en dévorant les feuilles de tous les arbres non résineux. Le B. pudibond (*B.* ou *Orgia pudibunda*) se nourrit non-seulement sur les arbres feuillus, mais encore sur le mélèze. Le B. à tête de bœuf (*B.* ou *Pygæra bucephala*), dont la chenille préfère les feuilles du chêne, du hêtre et du tilleul, produit un de nos plus beaux papillons indigènes.

Le genre Phalène nous présente les espèces suivantes : P. du bouleau (*Phalæna betuli*), P. piniaire (*P. piniaria*), P. du sureau (*P. sambuci*), dont les noms dénotent le régime. Puis vient la tribu des Tinéites : la Teigne des pins (*Tinea abietella* — épicéas), la T. des forêts (*T. sylvestrella* — pins); la T. de l'olivier (*T. oleella*); celle de l'olive (*T. olivella*). La tribu des Tordeuses est plus abondante encore en ennemis : nous y compterons la Tordeuse ou Pyrale verte (*Tortrix viridana*), qui dévore les bourgeons d'abord, puis les feuilles du chêne, au printemps: la Tordeuse ou Pyrale blanc de céruse (*T. cerusana*), dont la chenille polyphage vit indistinctement sur les ormes de nos plantations et sur nos arbres fruitiers : la Tordeuse ou Pyrale des bourgeons du pin (*T. turionana*) qui, à l'état de larve,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dévore et détruit dans nos parcs ou nos forêts de pins, les pousses espoir de l'année; la Tordeuse ou Pyrale des aiguilles du pin (*T. buoliana*), qui s'attaque aux jeunes pousses d'abord, puis aux feuilles; la Pyrale hercynienne (*T. hercyniana*), qui dévore les feuilles de l'épicéa; la Pyrale de la résine (*T. resinana*) qui mange les jeunes pousses du pin; la Pyrale des cônes (*T. strobilana*), qui ronge les jeunes fruits du pin, etc., etc.

Les ennemis sont nombreux donc, et les moyens de destruction difficiles et coûteux; on a conseillé avec raison, pour les espèces crépusculaires et nocturnes, d'allumer le soir et d'entretenir la nuit, à proximité des forêts, de grands feux qui attirent et détruisent les animaux parvenus à l'état parfait, et diminuent ses pontes; on a recommandé encore, comme nous le ferons plus loin, de protéger au lieu de les détruire, les oiseaux qui vivent de ces larves. Contre le ver blanc (du Hanneton), nous avons vu à l'Exposition universelle un engrais présenté par M. Baron-Chartier, à Antony, et indiqué comme propre à détruire ces larves; cet engrais, qui sans doute a été expérimenté, a obtenu un des deux seuls prix décernés aux procédés de fabrication des engrais, mais nous manquons de renseignements à cet égard. Enfin il est des cas encore où on peut faire récolter à la main, par des femmes et des enfants, les chenilles d'abord, puis les œufs, pour les espèces qui forment pendant leur ponte des anneaux autour des jeunes branches ou des plaques sur les écorces.

2° Insectes nuisibles aux arbres fruitiers.

Chaque plante, avons-nous dit, a son parasite, et nous allons en avoir de nouvelles preuves dans la seule énumération des insectes qui s'attaquent à nos arbres fruitiers.

Dans la classe des *Coléoptères* et dans la famille des Porte-becs (*Curculionites*), nous rencontrons d'abord le genre Rhynchite, parmi lequel nous citerons le R. Bacchus, qui vit à l'état de larve dans les poires; le R. du bouleau (*Rhynchites betuli*), qui s'attaque non-seulement aux pétioles des feuilles de cet arbre, mais aussi à ceux de la vigne; le R. conique (*R. conicus*), qui coupe les jeunes pousses ou bourgeons du poirier; le R. cuivreux (*R. cupreus*), qui en agit de même sur le pommier. Dans le genre Apion : l'Apion pomone (*Apio pomorum*), dont la femelle pond un seul œuf sur chaque fleur du pommier et les fait avorter. Dans le genre Anthonome, l'Anthonome des fleurs du pommier (*Anthonomus pomorum*), dont les mœurs sont semblables; l'A. du poirier (*A. Pyri*), qui en agit de même avec les fleurs du poirier. Dans le genre Balanine, la B. des noisettes (*Balanitus nucum*), dont la larve ronge le fruit du noisetier. Dans le genre Otiorynchus, l'Otiorhynque de la livèche (*O. ligustici*), qui s'attaque aux fleurs et aux jeunes pousses du pêcher. Dans le genre Eumolpe, l'Écrivain ou Eumolpe de la vigne (*Eumolpus vitis*), dont la larve vit aux dépens des feuilles de cet arbrisseau, les découpe à jour tant qu'elles sont jeunes et tendres, se jette ensuite sur les bourgeons et sur les fruits. Pour tous ces petits insectes, la destruction directe serait difficile et coûteuse, et nous sommes le plus souvent forcés de nous en rapporter au ciel pour voir les grandes chaleurs de l'été ou les grands froids de l'hiver en diminuer le nombre; beaucoup d'oiseaux recherchent leurs larves aussi, et, loin de les poursuivre et d'en anéantir l'espèce, il est temps de songer à leur multiplication. Les façons culturales (piochages, labours) dans les vergers et les vignes, lorsqu'ils sont donnés en temps utile, peuvent aider à la destruction de celles des larves qui s'enfoncent en terre pour y accomplir leurs métamorphoses; mais il faut pour cela étudier et connaître exactement les mœurs de chaque espèce. Il est bien entendu que la larve du Hanneton ne respecte pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus les racines des arbres de nos vergers et de nos jardins que de nos forêts, plantations et potagers.

Les *Orthoptères* nuisibles aux arbres à fruits sont moins nombreux, mais leurs dégâts ne sont parfois pas moins importants. Le Perce-oreille ou Forficule auriculaire (*Forficularia auricularis*), très-commun dans nos jardins et nos vergers, lorsqu'il est arrivé à l'état parfait, se sert très-bien de ses ailes, le soir, pour courir de fruits en fruits, attaquant les plus mûrs et les plus sucrés, abricots, pêches, prunes, poires. On les détruit en grand nombre avec le seul soin de leur préparer pour le jour un abri contre la chaleur de l'été au moyen de tiges fistuleuses de roseau, d'angélique, etc., ou d'ergots de moutons, dans lesquels ils viennent se réfugier en grand nombre, et qu'on n'a plus qu'à secouer vers le milieu du jour, afin de les écraser. Un orthoptère de la section des Sauteurs, le Phanéroptère en faux (*Phaneroptera falcata*), qui est une sorte de sauterelle verte, attaque les grains des raisins de treilles avant leur maturité et les fait pourrir; il faut chercher l'insecte sous les feuilles, où il s'abrite et avec lesquelles il se confond par sa couleur, pour le détruire. Les Criquets (*Acridium*), dont nous aurons occasion de reparler, dépouillent sur leur route les vergers comme les forêts et les terres arables de toute verdure, et font périr souvent les jeunes arbres.

Un assez grand nombre d'*Hémiptères* viennent joindre leurs ravages aux précédents. Ce sont : la Punaise grise ou Pentatome des fruits (*Pentatoma baccarum*), qui se promène sur les groseilles et framboises et les infecte de son odeur caractéristique ; la Punaise verte ou P. vert (*P. Prasinum*), qui ne cause pas d'autres dommages que la précédente ; la *Zicrona cærulea*, une espèce toute voisine, qui fait en Algérie beaucoup de tort aux vignes. Dans le genre Tigre (*Tigris*), celui du poirier (*T. pyri*) vit de préférence sur les poiriers en espalier; par sa piqûre, il fait naître à la face inférieure des feuilles de petites excroissances souvent très-nombreuses, dans lesquelles se développe sa larve, épuisant l'arbre de sa séve; on a remarqué que, vers le milieu du jour, l'insecte ne s'envole pas quand on touche les feuilles attaquées, qu'il est alors d'autant plus opportun de couper et de brûler, qu'elles servent peu à la respiration de la plante ; d'autres personnes emploient soit des fumigations de tabac ou de feuilles de noyer, soit des aspersions avec de l'eau de tabac, de savon ou de lessive. Celui dont nous venons de parler est le Tigre sur feuille des jardiniers ; leur Tigre sur bois est l'Aspidiote écaille de moule (*Aspidiotes conchyformis*) ; les œufs pondus par la femelle sur l'écorce des arbres fruitiers y éclosent, abrités par le corps même de leur mère; les larves qui en sortent se répandent sur tout le tronc, semblables à des poux blanchâtres, s'y fixent à l'aide de leur bec, épuisant ainsi la séve. Pour s'en débarrasser, on badigeonne la tige de l'arbre d'un mélange de goudron et d'huile de lin fondus, en opérant à chaud et avec un gros pinceau. Le Psylle du poirier (*Psylla rubra, seu pyri*) et le P. de l'oranger (*P. aurentiaca*) vivent aux dépens, l'un des feuilles du poirier, l'autre des bourgeons de l'oranger.

Un genre voisin de celui des Psylles est celui des Pucerons, qui fournit pour hôte presque à chaque arbre une espèce particulière. C'est ainsi que nous avons le Puceron du pêcher (*Aphis persicæ*), de l'amandier (*A. amygdali*), du poirier (*A. pyrastri*), du pommier (*A. mali*), du cognassier (*A. cydoniæ*), du prunier (*A. pruni*), du cerisier (*A. cerasi*), du sorbier (*A. sorbi*), du groseiller (*A. ribis*), etc. Au-dessus d'eux tous, comme étant plus commun et à la fois plus dangereux, nous placerons le Puceron lanigère (*A. lanigera*), qui, originaire de l'Orient, a gagné de proche en proche et a aujourd'hui à peu près envahi toute la France: il fixe sa demeure, selon le cas, sur les racines, le tronc ou les jeunes branches des pommiers, y enfonce son bec pour y faire affluer la séve dont il se nourrit:

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la suite surviennent, aux points attaqués, des nodosités chancreuses, et l'arbre épuisé ne tarde pas à mourir, si l'on n'y porte un prompt remède. De remède radical pourtant, il n'en existe aucun jusqu'ici; tous ceux proposés ne sont que des palliatifs; mais ils ne sont pas à négliger pour cela. Il est prudent, comme mesure de précaution d'abord, de badigeonner à l'automne, avec un lait de chaux, le tronc et les grosses branches de l'arbre, qu'il soit à haute tige, en quenouille ou en espalier. Si le pommier était attaqué du puceron, il faudrait préalablement frotter l'écorce avec du sablon fin. On peut encore employer les lavages à l'eau de savon, de tabac, de lessive, à l'urine fermentée; les onctions avec de l'huile de colza ou de lin, avec le coaltar ou goudron de gaz en couche très-mince; on a conseillé encore de flamber légèrement les écorces au printemps, ou de déposer au pied de l'arbre du fumier de porc, qui, disait-on, éloigne les insectes par son odeur; on pourrait encore, comme le conseillait un auteur que nous citons à peine, parce qu'il nous tient de trop près [1], asperger les écorces et y insuffler une poudre insecticide. Enfin nous avons lieu de croire qu'on obtiendrait d'excellents effets d'une dissolution alcoolique d'acide phénique employée comme lavage, et sans que l'arbre ni ses tissus en souffrissent. Enfin on réussit souvent, au début de l'invasion, en brossant énergiquement les écorces des arbres atteints, à l'automne, avec un pinceau à poils roides.

Dans la tribu voisine, des Coccides et dans le genre Kermès se trouvent encore les Kermès de la vigne (*Kermes vitis*), du pêcher (*K. persicæ*), de l'amandier (*K. amygdali*), du poirier (*K. pyri*), coquille (*K. conchyformis*), du pommier (*K. mali*), de l'olivier, (*K. oleæ*), du figuier (*K. caricæ*), de l'oranger (*K. hesperidum*), de l'oranger (*K. aurantii*), etc., etc. Contre ceux qui vivent sur la tige et dans les écorces, on emploie les moyens précédemment indiqués à l'égard des pucerons; contre ceux qui vivent sur les feuilles, on a conseillé des aspersions à l'eau pure suivies d'un soufrage, comme pour la vigne.

Dans la classe des *Hyménoptères*, nous noterons les Tenthrèdes : à pattes blanches (*Tenthredo albipes*), qui se nourrit des feuilles du cerisier; ventru (*T. ventricosa*), qui dépouille de leur verdure les groseillers épineux; du groseiller (*T. grossulariæ*), qui cause les mêmes dommages au groseiller à grappes; fulvicorne (*T. fulvicornis*), dont la larve se développe dans les fruits du prunier; comprimé (*T. compressa*), qui ronge intérieurement les bourgeons du poirier; limace (*T. adumbrata*), qui dévore les feuilles des poiriers, pruniers, cerisiers et cognassiers, empêche l'élaboration de la sève et fait tomber les fruits; huméral (*T. humeralis*), qui porte les mêmes dommages aux cerisiers et poiriers. Nous ne devons pas oublier la Guêpe commune (*Vespa vulgaris*), qui entame les fruits à peine mûrs et les fait pourrir; mais il est facile d'abord de trouver les nids, de les détruire et de se préserver des insectes, au moyen de petites fioles en verre, à étroites tubulures, suspendues dans les arbres ou aux espaliers, et remplies d'eau miellée, qu'on additionne parfois d'un peu d'arsenic. Pour le ver limace, on s'est bien trouvé en Amérique d'avoir saupoudré les feuilles, le matin, de poussière de chaux vive; pour le T. ventru, on peut, en juin et septembre, recueillir au pied des arbrisseaux les coques soyeuses que se sont filées les insectes parfaits à leurs deux générations annuelles. La plupart des autres s'enfoncent à la superficie du sol, au pied des arbres qui les ont nourris, pour y subir leurs métamorphoses; il est donc aisé, avec un peu de soin, de les détruire.

Si nous passons parmi les *Lépidoptères* une semblable revue, nous n'y trouve-

1. *Guide pratique d'entomologie agricole*, par H. Gobin, p. 149. — Eug. Lacroix. — *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rons pas moins de coupables à signaler à l'animadversion publique : parmi les Bombyx, le B. feuille morte (*Bombyx lassiocampa*), dont la chenille énorme et difficile à découvrir, à cause de sa couleur et parce qu'elle ne marche que la nuit, débarrasse rapidement un pêcher, amandier, prunier, pommier, poirier ou cerisier, de toutes ses feuilles : la plupart des autres Bombyx que nous avons signalés comme nuisibles aux forêts, quand ils les ont dévastées, ne dédaignent pas les arbres de nos vergers ; joignons-y encore le B. antique (*B. antiqua*), qui n'a pas de préférences et à qui tout arbre est bon ; le B. grand-paon (*B. pyri*), dont la chenille énorme aussi s'installe solitaire sur un poirier, pommier, amandier, pêcher ou prunier; le B. tête bleue (*B. cæruleocephala*), que l'on rencontre sur tous les arbres des jardins fruitiers indistinctement. Parmi les Noctuelles : le Psi (*Noctua psi*) et le Trident (*N. tridens*), qui se contentent généralement des feuilles des jeunes pommiers et pruniers, mais s'arrangeraient, à la rigueur, de n'importe quelles autres ; l'Ambigue (*N. ambigua*) envahit souvent les pépinières et les vergers voisins des bois, exerçant ses dégâts surtout sur les feuilles des poiriers, cerisiers et pommiers. Parmi les Géomètres, nommons particulièrement celles du groseiller (*Geometra grossulariæ*) épineux ; l'Effeuillante (*G. defoliaria*), dont le nom dit bien le rôle désastreux, et qui est le fléau des pépinières et des jardins; la Hyémale (*G. brumaria*), qu'on rencontre indistinctement sur toutes les espèces de verger. Au nombre des Pyrales, plaçons en première ligne celle de la vigne (*Tortrix vitis seu pilleriana*), dont Audoin a signalé les ravages sans pouvoir conseiller d'autre moyen de destruction que la récolte des œufs sur les feuilles, ou le lavage des ceps à l'eau bouillante en hiver; du cerisier (*T. cerasana*), qui préfère avant tout les guigniers; la Viticole (*T. vitisana*), qui ne se trouve qu'en Allemagne, où elle dévaste les vignes dans certaines années; la Holmoise (*T. holmiana*), qui vit sur les poiriers et surtout les pommiers; celle du prunier (*T. pruniana*) ; celles des pommes (*T. pomonana*), des prunes (*T. funebrana*), brillante ou des châtaignes (*T. splendana*), de Wœber ou des fruits à noyaux (*T. wæberiana*), et cent autres encore. Contre ces armées innombrables et pullulentes, outre les moyens spéciaux que nous avons indiqués, nous ne possédons pour armes que l'échenillage contre ceux qui vivent en société, la recherche des individus que leur grande taille rend saisissables, la destruction des œufs, quand la ponte se fait par agglomérations, enfin et surtout les feux crépusculaires et nocturnes pour l'insecte parfait, d'un côté, et de l'autre et surtout la multiplication des oiseaux, qui se nourrissent de chenilles velues ou non.

Au nombre des *Diptères* dommageables à nos vergers, comptons : la Cécydomie noire du poirier (*Cecydomia nigra*), *pyricola* et *pyri*, dont les larves vivent dans les bourgeons à fleurs d'abord, puis dans l'ovaire du poirier ; l'Ortalide des cerises (*Ortalis cerasi*), dont la larve vit dans les cerises douces et non dans les variétés acides; la mouche de l'olive (*Dacus oleæ*), si bien étudiée par le savant M. Guérin-Menneville, qui a conseillé de recueillir les fruits avant leur maturité complète, pour à la fois sauver la moitié du produit et empêcher la multiplication de l'insecte détruit pendant la fabrication de l'huile; la Lasioptère rembrunie (*Lasioptera obfuscata*), qui dévore les bourgeons du framboisier et y produit par sa piqûre une excroissance ligneuse, une sorte de gale; la Sciare des poires (*Scyara pyri*), dont la femelle pond sur les fleurs du poirier, d'où la larve éclose pénètre dans l'ovaire, qu'elle détruit ; l'Osane de l'oranger (*Ceratitis hispanica*), qui procède de même à l'égard de cet arbuste. Rien autre ici encore que les procédés généraux de destruction préventive.

Quand on a passé, comme nous venons de le faire, une revue aussi nombreuse, bien que succincte encore, des hôtes de nos vergers, peut-on ne pas s'étonner qu'il nous reste tant de fruits encore et tant d'arbres féconds? C'est que la na-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture, plus sage que nous, a pondéré, équilibré soigneusement ses forces, et que l'homme ne souffre que pour avoir contrevenu imprudemment à ces lois auxquelles il est prudent désormais d'obéir, si nous ne voulons être cruellement punis dans notre gourmandise et notre bien-être.

3° Insectes nuisibles aux Plantes potagères.

Les maraîchers n'ont pas à lutter contre des dévastateurs moins dangereux par leur nombre, ni moins difficiles à combattre, à cause de leur taille exiguë et de leurs modes ténébreux d'existence. C'est par une culture très-active du sol, par des fumures abondantes et répétées, par des arrosages copieux et fréquents, qu'ils peuvent surtout diminuer le dommage, en plaçant les plantes dans les circonstances les plus favorables à une active végétation, qui répare les pertes causées par les parasites.

Dans les *Coléoptères*, nous citerons les Taupins (vulgairement nommés *Maréchaux*), cracheur (*Elater sputator*) et rayé (*E. lineatus*), qui s'attaquent aux racines de la romaine et de la laitue, deux plantes qui attirent un grand nombre d'insectes, et peuvent conséquemment servir d'appât pour arriver à leur destruction. Le Hanneton, à l'état de larve, dévore tout : racines du fraisier, des salades, des choux, etc.; on a proposé un grand nombre de moyens de le combattre : fleur de soufre répandue sur le sol et enterrée à la bêche; emploi, comme engrais, de matières fécales pralinées avec de la chaux et du plâtre; bêchages réitérés du sol pendant les plus grandes chaleurs de l'été; arrosement du sol avec de l'eau contenant 3 pour 100 d'huile lourde de goudron, etc. Le plus efficace de ces procédés consiste dans le hannetonnage pratiqué en grand et pour toute une contrée. Le Baris verdâtre (*Baris chlorizans*) produit cette larve qui ronge les choux cavaliers de Milan et de Bruxelles. Le Ceuthorynque sulcicolle (*Ceuthorinchus sulcicollis*) est l'insecte dont la larve, vivant sur les racines des choux et des navets, y cause ces excroissances nombreuses qu'on y remarque vers le collet. Les Criocères de l'asperge (*Crioceris asparagi*) et à douze points (*C. duodecim punctata*) à l'état de larve rongent les turions de cette plante, et à l'état parfait, ses tiges et feuilles; on les détruit aisément en les faisant tomber de la plante, le matin, sur un drap. Les Altises sont plus difficiles à détruire, à cause de leur petite taille et de l'agilité avec laquelle elles s'enfuient par un saut prodigieux de rapidité et de longueur. Les potagères (*Altica oleracea*), du chou (*A. Brassicæ*), noire (*A. atra*), mélène (*melæna*), à pattes noires (*A. nigripes*), etc., vivent sur les crucifères et sont un fléau d'autant plus redoutable pour les choux, navets, radis, qu'elles produisent plusieurs générations dans l'année. On les chasse en saupoudrant, le matin et à la rosée, les jeunes semis avec de la cendre, de la poussière de chaux vive, en les arrosant d'eau dans laquelle on macère pendant trente-six heures des champignons de bois, avec de l'eau savonneuse, avec une légère infusion de feuilles d'absinthe ou une solution très-étendue d'assa-fœtida dans du vinaigre; le procédé le plus efficace réside dans l'emploi de sciure de bois imprégnée d'un peu d'huile lourde de gaz, desséchée et répandue sur le sol des semis.

Au premier rang, parmi les *Orthoptères*, il faut placer la Courtilière ou Taupe-grillon (*Gryllus gryllotalpa*) dans les terrains légers; larves et insectes parfaits vivent sous terre aux dépens des racines de toutes les plantes. Chaque femelle pond au printemps, dans un nid qu'elle se construit en terre, de 3 à 400 œufs; les larves se dispersent quand elles ont 15 à 25 jours, et ne parviennent à l'état parfait qu'après deux ans. Leur marche n'est pas toujours souterraine; elles voyagent la nuit, et on en détruit un certain nombre en plaçant à fleur de terre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des vases vernissés, et dans le fond desquels on a mis de l'eau. Leurs galeries étroites ont un orifice extérieur, comme celles des taupes, et on peut détruire l'insecte en versant par cet orifice de l'eau de savon, de l'huile ou du goudron de gaz. Enfin, en arrosant les plates-bandes avec de l'eau savonneuse, on les force à sortir de terre, et on peut les détruire aisément. En hiver et au printemps, on les attire par de petits tas de fumier de cheval enfoui à la surface du sol, et on les extermine en grand nombre.

Apparaissent ensuite les Pentatomes ou punaises : potagère (*Pentatoma oleaceum*) qui, à l'état parfait, ronge les feuilles des crucifères et notamment des radis; ornée (*P. ornatum*), qui affectionne plus particulièrement les choux. Puis les pucerons : des solanées (*Aphis solani*),qui vit en familles sous les feuilles de la pomme de terre, de la tomate et de l'aubergine; des choux (*A. brassicæ*), particulier sur toutes les crucifères; celui de la rave (*A. rapæ*), qui préfère les raves et les navets; de l'oseille (*A. rumicis*), des fèves (*A. fabæ*), de l'artichaut (*A. cinaræ*), de la carotte (*A. dauci*), du melon (*A. melonis*), de la laitue (*A. lactucæ*), du pois (*A. pisi*), du groseiller (*A. ribi*), de la betterave (*A. chenopodii*), etc. Tous ces petits insectes, à l'état parfait, sucent la séve des plantes jeunes ou adultes à l'aide de leur bec, et les épuisent, d'autant mieux qu'ils vivent en troupes. Nous ne pouvons employer contre eux que les moyens propres à accélérer la végétation des plantes; les arrosements sont à peu près inutiles, j'entends ceux avec des eaux légèrement caustiques, parce que c'est à la face interne des feuilles qu'ils se fixent; dans les serres et panneaux on peut faire usage des fumigations de tabac ou de chiffons, de feuilles de noyers, de *datura strammonium*, d'euphorbe, etc.

Dans l'ordre des *Hyménoptères*, nous ne saurions considérer comme nuisibles les fourmis qui n'attaquent pas les plantes vivantes et ne les envahissent que pour aller recueillir la substance sucrée que sécrètent les pucerons. Il est vrai qu'elles établissent souvent leurs habitations (fourmis jaune, brune, mineure, — *formica flava, furca, cunicularia*), le long des bordures qu'elles recouvrent en partie de terre ; mais c'est un dommage insignifiant.

Plus nombreux sont les *Lépidoptères*, inventorions : le grand Papillon ou Piéride du chou (*Pieris brassicæ*), le petit Papillon ou Piéride de la rave (*P. rapæ*), la P. du navet (*P. napi*), rongent à l'état de chenille les feuilles naissantes ou âgées de ces diverses crucifères. Il en est de même des Noctuelles du chou (*Noctua brassicæ*), de la betterave (*N. chenopodii*), fiancée (*N. pronuba*), qui dévorent selon le cas les planches de laitue, d'oseille, d'épinards, de choux, de choufleurs, etc.; la N. des moissons (*N. segetum*), qui ronge la betterave à son collet, la N. point d'exclamation (*N. exclamationis*), qui ne dédaigne ni les salades, laitue, chicorée, scarole, ni les turneps, raves, navets et choux, ni même les œilletons d'artichaut; la N. épaisse (*N. crassa*) vit, comme les précédentes, dans la terre pendant son existence de larve et cause de graves dommages aux griffes de l'asperge; la N. dysodée (*N. dysodæa*), dont la chenille vit en société sur les porte-graines de laitue ou de romaine, rongeant à la fois ou successivement les feuilles d'abord, puis les graines mêmes. La Pyrale des pois (*Tortrix pisi*) est l'insecte dont la larve vit dans les gousses vertes de ce légume, dont elle détruit les graines. La Teigne de l'ail (*Tinea alliella*), qui a deux générations par an, détruit souvent au printemps les plants d'ail et de poireau et leur cause encore de graves dommages à l'automne. La Teigne de la carotte (*T. daucella*) vit sur les ombelles des carottes et panais porte-graines et les fait avorter; mêmes mœurs, mêmes ravages, sur les mêmes plantes de la T. déprimée (*T. depreseila*). Pour tous ces insectes, nous recommanderons la chasse des papillons au filet, et autant que possible la recherche et la destruction des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

œufs, les feux crépusculaires et le respect des oiseaux, de ceux à becs fins surtout.

Peu de *Diptères* à signaler ici : la grande Tipule des jardins (*Tipula oleracea*), dont les larves vivent autour du collet des fèves, pommes de terre, laitues, betteraves, etc., M. Boisduval conseille d'arroser le pied des plantes ravagées avec de l'eau contenant en dissolution un peu de sulfure de chaux ou de sulfate de cuivre. L'Anthomye du chou (*Anthomya brassicæ*) est la mouche dont la larve habite les racines du navet, s'y creusant des galeries et les minant jusqu'au cœur. L'Anthomye des oignons (*A. ceparum*) pond ses œufs dans les oignons, échalottes, etc., et les larves rongent profondément ces bulbes qu'on reconnait à leur aspect souffrant et jaune et qu'il faut arracher et brûler sur le champ. Les Pégomyes vivent à l'état de larves dans le parenchyme des feuilles, creusant leurs galeries entre les deux lames épidermiques : l'une, la P. de l'oseille (*Pegomya acetosæ*), l'autre la P. de la jusquiame ou de la betterave (*P. hyosciami*); il en est de même d'une espèce voisine, la Psylomye de la carotte (*Psylomia dauci*). Contre ceux-là encore, peu de moyens de combat efficaces et directs.

Dans l'ordre des Arachnides, nous signalerons l'Acarus des melons (*Acarus melonis*) qu'on trouve aussi sur ou plutôt sous les feuilles de cette plante, et aussi de la citrouille ou du concombre et que nous sommes jusqu'ici impuissants à détruire.

4° Insectes nuisibles aux cultures fourragères.

C'est dans deux ordres principaux, ceux des *Coléoptères* et des *Lepidoptères*, que nos fourrages naturels et artificiels voient se recruter leurs ennemis.

Parmi les premiers, nous retrouvons encore la larve vorace du Hanneton. Les Apions à pattes jaunes (*Apio flavipes*), à cuisses fauves (*A. rufipes*), du trèfle (*A. apricans*), déposent leurs œufs sur les fleurs de plusieurs espèces de trèfles que leurs larves font avorter ou dont elles dévorent les graines. M. Guérin-Menneville a constaté, en 1842, les dégâts notables de ce dernier sur les cultures du trèfle ordinaire ou des près. Le Bécare ou Otiorhynque de la livèche (*Otiorhynchus ligustici*) vit pendant toute son existence aux dépens des feuilles et jeunes pousses de la luzerne. L'Hylaste du trèfle (*Hilastus trifolii*), un genre voisin des Bostriches et des Scolytes, long de 2 millimètres à peine, vit sur les racines de cette fourragère et la ronge souvent au point de la faire périr. L'Eumolpe obscur (*Eumolpus obscurus*) et le Colaphe noir (*Colaspis atra*), deux chrysomélines connues dans le midi de la France, sous les noms de Négril ou Barbotte, causent en Provence, en Italie et en Espagne de très-graves dégâts dans les cultures de luzerne et de trèfle qu'ils dépouillent de leurs feuilles; M. de Gasparin a conseillé d'observer les endroits du champ où les insectes parfaits se cantonnent pour pondre, d'y répandre de la paille et d'y mettre le feu, ou bien de faucher ces espaces et d'en faire de suite consommer le fourrage. On a conseillé aussi de saupoudrer le champ d'une poudre odorante et insecticide, dont le goudron et l'aloès forment la base. Le procédé le plus pratique consiste à retarder la première coupe jusqu'après l'époque de la ponte (juillet-août), ou mieux encore à l'avancer pour hâter d'autant la première et affamer les jeunes larves.

M. Badoua-Gommard, mécanicien à Toulouse, a inventé et exposé à Billancourt une machine très-ingénieuse, destinée à recueillir les larves de cet insecte et plus tard l'insecte parfait lui-même, afin de le détruire ensuite; il a donné à son instrument le nom d'*échenilleuse*. Il se compose d'une petite auge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demi-cylindrique, longue de 1m.50, posée sur un petit bâti qui repose sur deux roues basses; le bâtis porte un timon, dont l'ouvrier se sert pour pousser

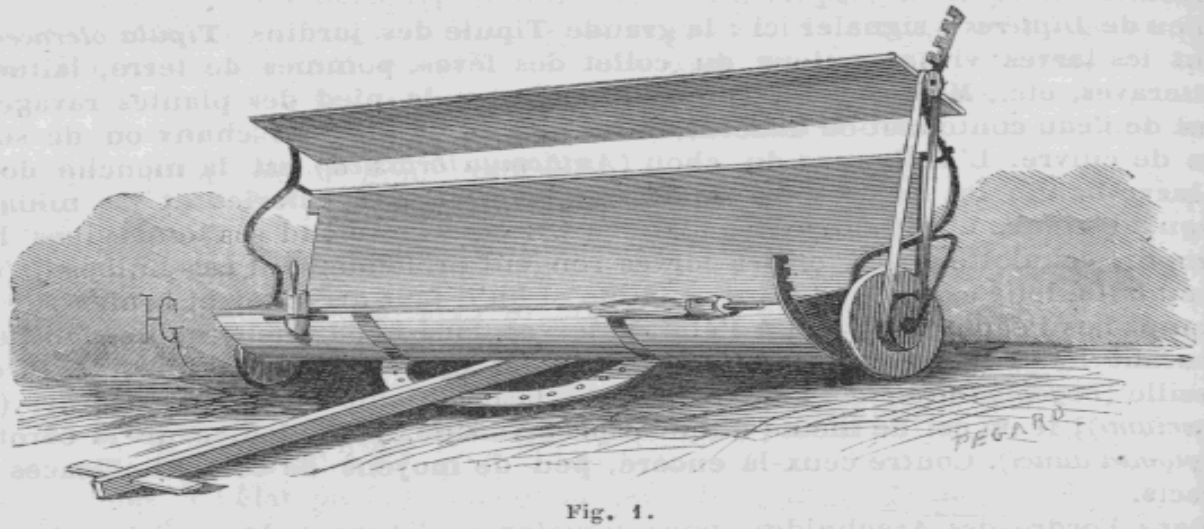


Fig. 1.

la machine devant lui. L'auge à sa partie antérieure porte un rebord élevé de 0m.30 environ; les roues communiquent leur mouvement circulaire, au moyen d'une courroie, à un petit volant étroit et allongé, en toile ou en tôle, susceptible d'être élevé ou abaissé, qui, dans son mouvement tournant, frôle, agite les tiges de la luzerne et en détache l'insecte qui tombe dans l'auge. On n'a plus qu'à les recueillir à l'aide d'une petite pelle creuse à main et d'un petit balai que porte l'instrument. D'après l'inventeur, un homme peut nettoyer ainsi 3 hectares de luzerne par jour de travail ordinaire. Construite toute en fer et tôle, son prix assez modéré n'est que de 60 francs.

Un grand nombre d'autres petits coléoptères des genres Altise, Apion, Ceuthorhynque vivent sur les crucifères destinées à servir de fourrages par leurs tiges et feuilles, ou racines, comme le colza, la moutarde, les turneps, les navets, etc. En Angleterre on cultive communément le rutabaga ou navet de Suède et les turneps; ces plantes, au moment de la levée et pendant la première période de leur végétation, sont trop souvent dévorées par de petites Limaces grises et par des Altises. Ce n'est qu'en 1859 que MM. Burgess et Key,

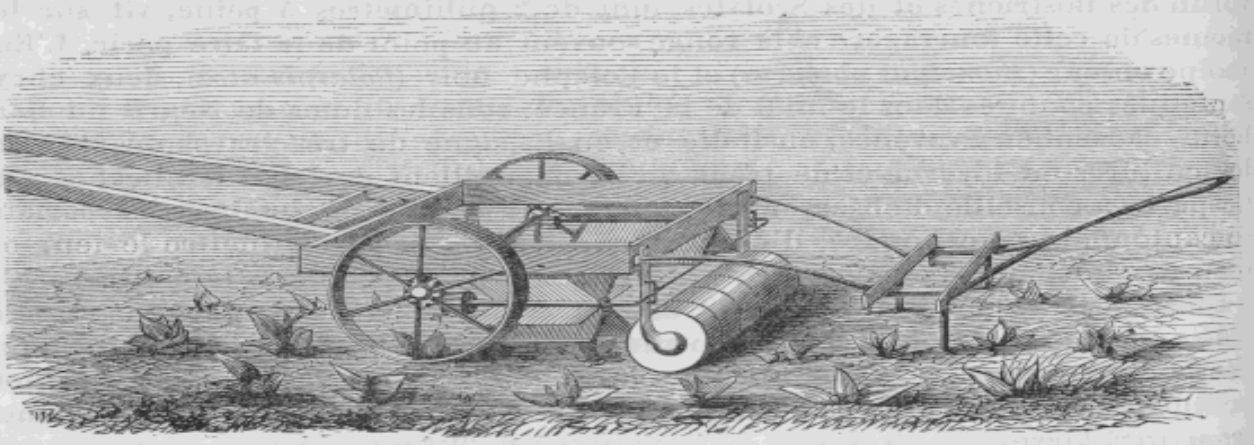


Fig. 2.

auxquels nous devons déjà tant de bons instruments, ont eu l'idée de construire une machine qui pût détruire économiquement tous ces petits rava-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

geurs. En voici la description empruntée à l'un de nos collaborateurs, M. Eug. Gayot. (*Journ. d'agric. prat.*, numéro du 12 septembre 1867, p. 364.) « Elle con-« siste en un double cylindre garni de brosses attachées à un axe monté sur « deux roues. Au moyen d'un double engrenage, ces roues communiquent un « mouvement de rotation très-rapide aux deux cylindres qui, passant dans l'in-« tervalle des lignes, brossent les feuilles de la plante et les secouent assez « fortement pour en détacher les insectes qui les dévorent. En arrière des « brosses est un petit rouleau; il a pour fonction d'écraser toute cette ver-« mine, bientôt enfouie dans le sol par trois lames de houe qui terminent « l'instrument..... Au moindre bruit, au moindre mouvement qui les me-« nace, les insectes fuient s'ils sont organisés pour la fuite rapide, ou bien ils « se roulent sur eux-mêmes, se pelotonnent et se laissent tomber de façon à « disparaître et à se dérober aux attaques et aux recherches de l'ennemi. C'est « ainsi que se comportent les dévorants des turneps, quand le passage de la « brosse agite bruyamment et violemment les plantes. L'agitation les avertit « d'un danger imminent, ils se détachent au plus vite et roulent à terre, d'où « ils remonteraient bientôt pour s'installer à nouveau sur le cher navet, et se « venger à ses dépens de la frayeur qu'ils ont eue ou du dérangement qu'on « leur a occasionné. Mais résisteront-ils au rouleau? Si le poids de celui-ci les « tue, les petites houes qui viennent par derrière les enterrent de façon que, « en se décomposant, ils puissent rendre à la plante, en matériaux de nutri-« tion, l'équivalent du tort qu'ils lui avaient déjà fait. » Nous ignorons encore comment fonctionne cet instrument dans la pratique, et quelle est sa valeur vénale.

Parmi les *Lépidoptères*, dont les chenilles peuvent nuire aux plantes fourragères, nous signalerons : le Bombyx nègre (*Bombyx morio*), dont la chenille qui ravage les prairies désola, en 1836, les environs de Vienne (Autriche); on ne le trouve guère en France que dans la région méridionale. La Noctuelle du gazon (*Noctua graminis*) est rare en France, et très-commune en Angleterre et dans le nord de l'Europe, où elle a été, à plusieurs reprises, le fléau des prairies, notamment en Suède et en Norwége. La Noctuelle glyphique (*N. glyphica*) cause chaque année quelques dégâts sur les plantes des prairies. Les Phalènes à deux points (*Phalena, seu Eubolia bipunctata*) et la P. à barreaux (*P. clathrata*) ravagent les luzernes d'avril à juillet. Lorsque les ravages de ces chenilles deviennent notables, il suffit pour s'en préserver à l'avenir de disposer les coupes du fourrage de façon à en opérer le fanage et la rentrée peu après l'époque de la ponte des femelles; on coupe ainsi le mal à sa racine.

Les *Orthoptères* se réduisent aux Sauterelles et Criquets (*Acridium*), dont les ravages sont fréquents dans les contrées méridionales, mais qui envahissent parfois le midi de la France, comme en 1613, 1815, 1824, 1825, 1828, et reparaissent à peu près tous les trois ou quatre ans en Algérie.

Au nombre des *Hémiptères*, rangeons la Cercope écumeuse (*Cercops spumans. Cicada spumaria*), dont la lave recouverte d'une bave écumeuse se fixe sur les tiges des plantes légumineuses et vit aux dépens de leur séve. Le Puceron des racines (*Aphis radicum*) habite en familles nombreuses au milieu des fourmis, qui font leurs habitations dans les prés; elle y vit sur les racines des graminées qu'elle fait souvent périr. On peut chasser et détruire les fourmis et les pucerons par des roulages exécutés à partir du printemps et après chaque coupe ou pâturage, à l'aide d'instruments pesants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Insectes nuisibles aux céréales.

La nature, qui a pris soin de soustraire la fructification du blé, en partie, aux influences atmosphériques qui auraient pu lui être défavorables, n'a pas moins laissé cette plante, comme les autres céréales, exposée aux attaques de nombreux insectes, dont on a vu parfois la multiplication anormale plonger toute une contrée dans la famine.

Parmi les *Coléoptères*, nous citerons : en première ligne, comme toujours, la larve du Hanneton commun, et dans un genre tout voisin, l'Anisoplie des champs (*Anisoplia arvicola*), sorte de petit hanneton cuivré, qui, pendant la floraison du froment et du seigle, se nourrit du grain en voie de formation, et qu'on ne peut détruire en grand qu'en le faisant recueillir à la main par des femmes et des enfants. Les Taupins ou maréchaux (*Élater*), dont un grand nombre de larves, et en particulier le T. gris de souris (*E. murinus*), rongent au printemps les racines du froment et forment dans les champs de larges vides; joignons-y le Taupin strié (*E. striatus*), l'un des plus voraces, et le T. du maïs (*E. maidis*); puis dans un genre très-voisin, le Melanotus niger, dont la larve et l'insecte parfait dévorent en terre le grain germé du maïs. Un genre voisin de celui-ci, l'Agriote (*Agriotes*), fournit l'A. des moissons (*A. sputator seu segetum*), dont la larve cause de grands dommages aux céréales en général et au maïs en particulier. Parmi l'un des Coléoptères les plus redoutables, il faut placer un Carabique, le Zabre bossu (*Zabrus gibbus*), qui, lorsqu'il se multiplie d'une manière anormale, cause des ravages immenses dans les champs de blé, de seigle et d'orge; sa larve vit deux à trois ans; elle se tient cachée pendant le jour à une certaine profondeur dans le sol, d'où elle sort la nuit seulement, soit pour couper à sa base la jeune tige et l'emporter dans son trou, soit plus tard pour pénétrer dans le chaume encore vert de la plante et en ronger la moelle. C'est cet insecte qui a porté tant de dommages aux moissons du Piémont, en 1776; de la Prusse, en 1812, et de la Belgique, en 1858. Il est rare que la même contrée en soit ravagée deux années de suite, parce que le Zabre a, comme tous les êtres de la création, ses ennemis (oiseaux) et ses parasites (ichneumons, etc.), qui se multiplient en même temps que lui, lorsque l'homme a la sagesse de les protéger. On peut seconder d'ailleurs leur action en semant sur le sol au printemps de la chaux, des cendres de tourbe, des pyrites, etc., et en roulant les cultures, pendant la nuit, avec un instrument en fonte et très-pesant; à l'automne suivant, on donne un labour profond qui expose les nymphes à la gelée.

Un longicorne voisin des Saperdes, l'Aiguillonnier (*Agapanthia marginella*), ou Calamobie (*Calamobia Mennevillii*), s'est tristement fait remarquer dans l'Angoumois, aux environs de Barbezieux (Charente), par le tort important qu'il y causa à la moisson de 1844. Cet insecte y fut alors observé, pour la première fois, par M. Guérin-Menneville, qui déduisit des mœurs mêmes de la larve un moyen de la détruire. Il remarqua que les femelles pondent en juin, en introduisant un œuf dans la tige du blé, un peu au-dessous de l'épi; cet œuf descend au premier nœud de la plante et éclôt douze à quinze jours plus tard; la larve vit désormais dans le chaume, perforant les cloisons, rongeant les tissus jusqu'à l'épiderme, descendant toujours jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à la racine, où elle s'installe pour passer l'hiver; le plus souvent les tiges ainsi rongées à l'intérieur tombent cassées au premier orage. M. Guérin-Menneville a donc conseillé avec raison de faucher le chaume après la moisson, afin de prendre l'ennemi par la famine; il serait plus prudent encore de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brûler ce chaume sur place. Mais comme la Calamobie se sert très-agilement de ses ailes, cette pratique doit être suivie dans la contrée entière. Enfin ajoutons, mais pour mémoire seulement, les Chrysomèles des céréales (*Chrysomela cerealis*) et du sarrasin (*Chr. polygali*), dont les ravages sur nos cultures sont relativement presque négligeables.

L'ordre des *Lépidoptères* nous présente : la Noctuelle des moissons (*Noctua seu Agrotis segetum*), dont la chenille vit, pendant l'automne et le printemps, à la racine des céréales et aussi du maïs, à peu près dans toute l'Europe, et sans qu'on ait trouvé jusqu'ici un moyen efficace de la détruire. Une espèce très-rapprochée, la N. du froment (*Agrotis tritici*), s'adresse plus particulièrement au blé et quelquefois au maïs. La larve du *Botis silacealis* vit dans l'intérieur des tiges et aux dépens de la moelle et des tissus, comme l'Aiguillonnier du blé. Enfin, citons encore la chenille du *Plusia gamma*, qui n'est pas moins redoutable.

Les *Diptères* ne sont pas les moins nombreux : au premier rang plaçons, pour le dommage qu'elle nous cause, la Cécidomye du froment (*Cecidomya tritici*), vulgairement appelée Mouche à blé. Aussitôt que l'épi apparaît, la femelle y vient pondre une douzaine d'œufs; chacune des larves très-petites qui en proviennent se loge dans un épillet et dévore l'ovaire et la fleur; avant la moisson, ces larves se laissent tomber à terre pour y passer à une certaine profondeur l'automne et l'hiver sous la forme de nymphe, et parvenir en juin à l'état parfait. C'est cet insecte à peine visible qui dévasta, en 1827 et 1841, les récoltes de l'Irlande et de l'Écosse ; qui, en 1832, força les propriétaires des États du Maine et de Vermont (États-Unis) à abandonner temporairement la culture des céréales ; qui se montra au Canada, en 1834 et 1835, d'une manière inquiétante ; qui enfin contribua pour une forte part aux récoltes médiocres en Belgique en 1846, de la France en 1853-54 et 55. Une autre espèce, la Cécidomye destructrice (*Cecidomya destructor*), a été importée d'Allemagne en Angleterre, en Amérique, avec des blés envoyés dans ce pays pendant la guerre de l'indépendance ; de 1780 à 1800, cet insecte y a occasionné de grandes pertes sur les récoltes ; sa larve vit dans la tige, qu'elle ronge de l'épi à la racine et qu'elle fait immanquablement périr. Les Américains lui donnent le nom de Mouche hessoise (*Hessian fly*). On a pu observer que, heureusement, les Cécidomyes servent de proie à plusieurs ichneumonides parasites, les Psylles notamment, qui se multiplient en même temps qu'elles et rétablissent promptement l'équilibre de la multiplication.

La mouche Frit (*Sapromiza Frit*) a été observée par Linné en Suède; ses larves, au printemps, dévorent en Suède les tiges de l'orge à mesure qu'elles arrivent à l'épiaison. Le savant naturaliste estimait la perte causée par ce seul insecte au cinquième de la récolte totale du royaume, en orge. La Téphrite de l'orge (*Tephrites hordei*) produit une larve très-petite, blanchâtre, semblable à un asticot, qui vit dans le parenchyme des feuilles de l'orge cultivée; la Téphrite pâle (*T. pallida*) a à peu près les mêmes mœurs et vit sur le seigle et l'avoine; Fabricius y joint la *T. strigula*; l'Oscine du seigle (*Oscina secalei*), l'Oscine noire (*O. nigra*), l'Oscine à pattes jaunes (*O. flavipes*), l'Oscine linéaire (*O. lineata* et *pumilionis*), percent la tige au collet pour y déposer leurs œufs, et les larves rongent le chaume en montant. Dans un genre voisin, voici le Chlorops des céréales (*Chlorops cerealis*) qui pond préalablement en terre, au printemps, et dont les larves s'introduisent dans les racines et s'y installent aux dépens de la récolte. Cette espèce a été étudiée et décrite par M. Guérin-Menneville. La larve du *Cœphus tœniopus* vit, comme tant d'autres, dans la tige du blé qu'elle ronge de bas en haut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'ordre des *Hémiptères*, nous n'aurons à signaler que la Cochenille du maïs (*Coccus maïdis*), qui vit en tribu au collet de la plante, épuise sa séve, nuit à la fructification et à la maturation. Et le Jassus devastans (*Jassus cigale*) étudié par M. Guérin-Menneville, et qui vit à l'état de larve, et parfait sur les feuilles du blé, de l'avoine, de l'orge, aux dépens de la séve. Le savant que nous venons de nommer conseille, pour les chasser, de répandre du sulfate de fer sur le sol.

Parmi les *Orthoptères*, énumérons succinctement : le Criquet voyageur (*Acridium migratorium*) qui, dans ses invasions, dévore les céréales comme toute autre verdure. Le *Decticus verrucivorus* et le *Stenobothrus variabilis* préfèrent le maïs à tout autre fourrage.

Les *Hyménoptères* ne nous ont fourni que le *Cephus pygmæus*, dont la larve apode et blanchâtre s'introduit en mai ou juin dans la tige du blé, qu'elle ronge en remontant du collet vers l'épi; la tige se casse au moindre vent, et d'ailleurs elle est à peu près vide de grains.

6° Insectes nuisibles aux plantes industrielles.

La culture de certaines plantes industrielles représente un produit brut, supérieur encore à celui des céréales, et les ravages causés par les insectes y prennent une plus grande importance, s'il est possible, pour le propriétaire. Et nous allons voir que le colza, la garance, la cardère, etc., ne sont pas plus à l'abri que le froment, le seigle ou l'orge des dégâts causés par ces infiniment petits. Mais ici, nous pensons devoir intervertir l'ordre que nous avons jusqu'à présent suivi, et il sera peut-être moins aride pour le lecteur de procéder par plante que par classes d'insectes.

Prenons donc d'abord le *colza*, une de ces plantes dont la culture s'est tant répandue en France depuis une vingtaine d'années, comme oléagineuse, mais à laquelle le pétrole semble devoir faire désormais une si rude concurrence. Le colza, comme les autres crucifères, le chou, les navets, turneps, etc., au moment de sa levée, est souvent attaqué par un petit insecte coléoptère, qui, à l'état parfait, dévore les feuilles séminales, et fait très-rapidement périr le jeune plant. C'est l'Altise potagère (*Altica oleracea*), dont la larve, d'après MM. Chapuis et Candèze, vit dans le parenchyme des feuilles du noisetier, et quand elle est parvenue à l'état parfait, se nourrit des feuilles de crucifères. Les Altises ont au moins deux générations par an, au printemps (avril-mai) et en été (juillet-août), de sorte que les semis de printemps et d'automne sont également leur proie. D'une taille très-exiguë, l'Altise n'en est pas moins pourvue de mandibules très-respectables et surtout de pattes propres au saut, qui lui permettent de fuir au loin sitôt qu'un danger la menace; aussi est-il presque impossible de la saisir à la main. C'est de la connaissance même de ce fait que M. Bella, directeur de l'École impériale d'agriculture de Grignon, a déduit les principes, d'après lesquels il a fait construire l'instrument qu'il nomme puceronnière ou machine-altises.

La puceronnière se compose d'un bâti porté sur deux roues et muni de deux limons pour homme ou pour cheval, une sorte de brouette si l'on veut, qu'on pousse devant soi. A la partie antérieure des limons est suspendue, par des crochets, une planche en bois blanc qu'une chaîne fixée aux limons permet de maintenir dans une position oblique d'avant en arrière en même temps qu'elle la relève de 0m.10 à 0m.15 au-dessus de la surface du sol. Du plan supérieur de cette tige pend une petite bande de toile qui traîne sur le sol et les plantes et, effrayant les Altises, les fait sauter en l'air ou de côté pour fuir le danger im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minent; et comme la planche dont nous venons de parler est enduite de goudron, le plus grand nombre vient s'engluer; il ne reste plus, pour l'en débar-

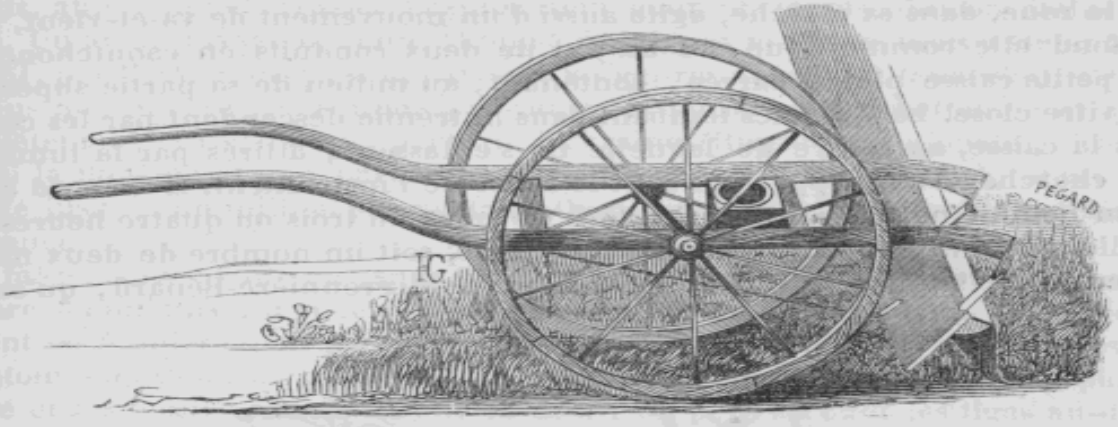


Fig. 3.

rasser, qu'à la laver à l'eau chaude et à l'enduire à nouveau de goudron. M. Bella conseille : 1° de relever la planche de façon qu'elle soit aussi parallèle au sol que possible, l'insecte s'élançant surtout en haut; 2° de manœuvrer de préférence la machine par un temps chaud et un peu humide, parce que les insectes se laissent plutôt tomber à terre quand l'air est sec et froid; ce serait donc pendant la chaleur du milieu de la journée et non le matin qu'il faudrait la faire fonctionner; 3° enfin de passer l'instrument plusieurs fois de suite, et encore à quelques jours d'intervalle, afin de débarrasser le semis aussi complétement que possible des Altises qui ont pu sauter en avant ou qui se sont cachées sous les feuilles, enfin de celles qui sont nouvellement transformées ou qui ont immigré depuis peu. Cet instrument peut rendre de grands services non-seulement dans la culture du colza, mais aussi des turneps, des navets, des choux, rutabagas, moutarde, etc. Dans les jardins, une brouette, aménagée comme nous venons de le voir, remplirait le même but.

Mais le colza n'a pas à souffrir des Altises seulement. Sur les tiges florales et dans la fleur même, on trouve en grande quantité les Nitidules velue (*Nitidula tomentosa*), à quatre mouchetures (*N. quadrigultata*), verte (*N. viridis*) et surtout métallique (*N. ænea*), qui vivent du pollen et rongent aussi les organes floraux et nuisent ainsi à la fructification. On y rencontre encore en grand nombre un coléoptère du genre apion, le Ceuthorhynque assimilis (*Grypidius brassiæ*, de M. Focillon), devenu, depuis quelques années, très-commun aux environs de Paris; cet insecte, à l'état parfait, perce les siliques de son bec et fait avorter les graines; il se laisse ensuite tomber sur le sol pour y opérer ses métamorphoses; M. Focillon a pu constater, en 1851, les dégâts causés par le Ceuthorhynque sur les colzas de l'Institut de Versailles.

C'est pour atteindre ces derniers venus, contre lesquels la puceronnière de Grignon serait impuissante, que M. Prosper Bénard, mécanicien à Ypreville (Seine-Inférieure), a construit une machine à laquelle il a donné le nom d'épuceronnière-Bénard. Elle se compose d'une sorte de brouette qu'on pousse devant soi, munie d'une roue unique à l'avant, de deux brancards à l'arrière. La roue communique, par un engrenage et une chaîne, un mouvement limité de va-et-vient latéral à un secoueur composé de quatre bras courbes et placé au milieu supérieur du corps de brouette; en même temps, deux guides en fil de fer, contournés à l'avant de la roue, la précèdent en rasant les billons et la partie inférieure des plantes. En promenant l'épuceronnière dans les champs de colza

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montés en tiges et disposés en lignes, on secoue doucement les tiges et l'insecte s'en laisse tomber; il est reçu alors dans une sorte de trémie que porte le corps de l'instrument, au-dessous du secoueur ; cette trémie est recouverte d'un crible que la roue, dans sa marche, agite aussi d'un mouvement de va-et-vient, et par son fond elle communique, au moyen de deux conduits en caoutchouc, avec une petite caisse plate, carrée, contenant, au milieu de sa partie supérieure, une vitre close. Les insectes tombant dans la trémie descendent par les conduits dans la caisse, au centre de laquelle ils s'entassent, attirés par la lumière, et sans chercher à s'échapper pendant le repos de l'instrument. M Bénard affirme qu'un homme nettoie ainsi un hectare de colza en trois ou quatre heures et recueille ainsi jusqu'à 3 kilogrammes d'insectes, soit un nombre de deux millions et demi à trois millions. Malheureusement l'épuceronnière-Bénard, qu'on a pu

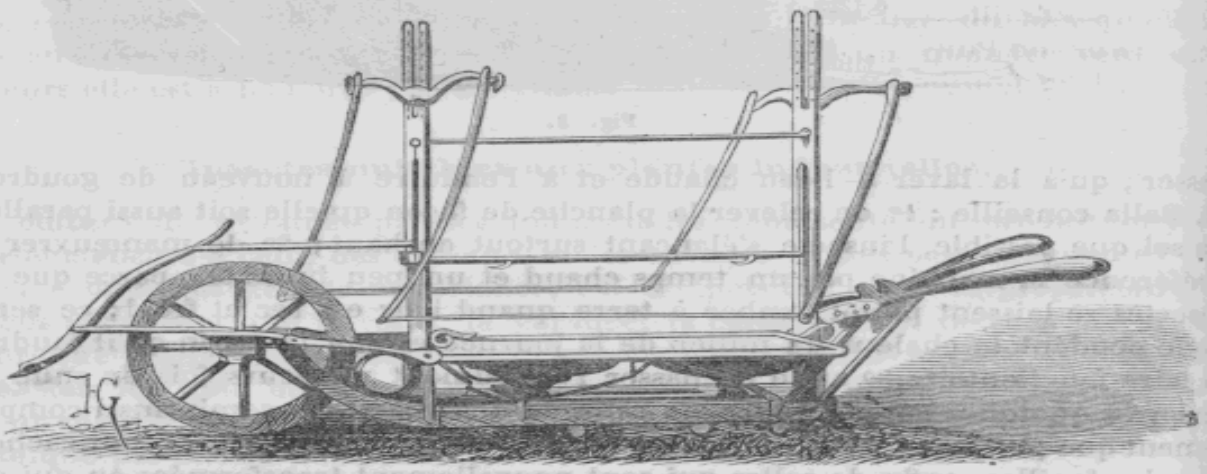


Fig. 4.

voir au Champ de Mars, coûte 250 francs. Disons pourtant qu'elle peut rendre les mêmes services pour la culture de l'œillette, des fèves, de la moutarde, etc.

Nous avons déjà vu au paragraphe 3 que la *betterave* subit fréquemment les dévastations de deux chenilles de Lépidoptères, la Noctuelle du chénopode (*Noctua chenopodii*) et la N. des moissons (*N. segetum*). La dernière surtout est à redouter, et elle a causé, en 1865, aux cultivateurs du nord de la France une perte de plusieurs millions de francs. Cette chenille, appelée court ver ou ver gris, coupe les plantes à leur collet pendant les premières phases de leur végétation ; à la génération suivante, c'est-à-dire en été, elle ronge la racine même vers le collet, et la dévore en grande partie avant de causer sa mort. La plante qui nous fournit le sucre et l'alcool a d'autres ennemis encore ; parmi les coléoptères, citons un insecte de la tribu des Nitidulaires, l'Atome linéaire (*Atomaria linearis seu pygmea*). Long à peine d'un demi-millimètre, il se cache à la superficie du sol où il ronge les germes de la betterave à mesure qu'ils se développent; quand la germination de la plante a précédé l'éclosion de l'insecte, le mal est beaucoup moindre, et force est alors au dévorant de s'attaquer à la racine qu'il mine en partie, mais qui survit si le terrain est riche et frais ; alors l'Atomaire monte sur la tige et dévore les feuilles. Pour soustraire la betterave à ces dégâts, on conseille : 1° de tremper les graines dans de l'huile de cameline, avant de les semer ; 2° de plomber le sol après la semaille avec un rouleau énergique ; 3° de semer épais dans chaque poquet ou sur la ligne ; 4° de fumer abondamment le sol pour activer la végétation ; 5° enfin d'espacer le retour des betteraves sur le même sol autant qu'il sera possible. Le Silphe ou Bouclier opaque (*Silpha opaca*)), de la même famille,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ronge à l'état de larves, les feuilles de la même plante ; mais ces larves étant beaucoup plus grosses, il est possible de les faire recueillir à la main par des enfants, afin d'en débarrasser l'exploitation pour un temps plus ou moins prolongé. Un autre ravageur enfin, et non à dédaigner non plus, nous a été annoncé en 1851, par M. A. Sanrey ; il appartient au genre charançon (*Curculio*) ; c'est un Cleonus non encore déterminé, qui ronge les feuilles de la betterave et arrête complétement sa végétation ; parti de l'Ukraine (Russie méridionale), il a déjà envahi la Bohème et une partie de l'Allemagne ; il vit en société, et on en a compté jusqu'à un million par hectare. On ne l'a pas encore, Dieu merci, signalé en France.

Le *tabac*, cette plante aux sucs âcres et presque vénéneux, nourrit un certain nombre d'ennemis qui sucent sa sève, nuisent à son développement et endommagent ses feuilles espoir de la régie. De ce nombre sont deux coleoptères, les Pentatomes ou Punaises grises (*Cimex griseus*) et bleues (*C. cæruleus*), qui piquent la tige et les feuilles et en sucent la sève ; on peut secouer les tiges au-dessus d'un sac ouvert dans lequel se laissent tomber les insectes. La chenille d'un lépidoptère nocturne, la Noctuelle peltigère (*Noctua peltigera*), vit aussi aux dépens des feuilles qui perdent alors leur valeur commerciale ; on ne s'en peut garantir que par l'échenillage opéré le matin, avant le lever du soleil. Il n'est pas jusqu'à la larve du hanneton ou ver blanc, dont la plante chère aux fumeurs n'ait aussi à redouter les dégâts.

Le *houblon* nourrit trois espèces de lépidoptères : dans la tribu des Zeuzerrides, l'Hépiade du houblon (*Hepialus humuli*) dont la chenille cause des ravages considérables dans les houblonnières, en Allemagne et en Angleterre ; elle est assez commune aussi dans nos départements du nord, mais plus rare dans ceux de l'est et du centre ; elle vit dans l'intérieur des racines, et on la rencontre parfois encore sur l'ortie et la bardane. Les feux crépusculaires sont très-efficaces pour la destruction de son papillon. Dans la famille des tortricides, les Pyrales du houblon (*Grapholeta silaceana*) et rostrale (*Hypena rostralis*) attaquent les cônes et les feuilles. Enfin, notons pour mémoire seulement les Altises ou Puces de terre.

La *cardère* ou chardon à foulon voit souvent ronger le cœur de la rosette des feuilles radicales par des larves ou chenilles dont l'espèce ne paraît pas encore déterminée. Le *pastel* a à redouter les Altises et surtout une Pyralide, le *Botys isatidalis*, dont la chenille attaque et fait jaunir les feuilles, qui dès lors se flétrissent et tombent. Les cultures de *garance* souffrent parfois beaucoup aussi des attaques d'une autre Pyralide, le *Scopula sophialis*. Le *chanvre* est surtout dévasté par le ver blanc et les courtilières.

Les insectes nuisibles au *cotonnier*, cet arbrisseau précieux qui deviendra une des sources de prospérité de notre colonie d'Afrique, ont été étudiés en Amérique avec beaucoup de soin par M. Townend-Glover, entomologiste au département de l'agriculture à Washington (États-Unis), qui les avait rassemblés et présentés en 1866, à l'exposition entomologique de Paris. Parmi ceux qui vivent aux dépens de la feuille, il cite un Aphis (*the cotton louse*), une Locuste (*Grasshoppers*), une Tettigonia (*Leaf hopper*), la noctua Zylina (*the cotton catterpillar*), un Acarus (*the red spidder*), un Œceticus (*the drop or hang worm*), le Saturnia jo (*the corn emperor moth*), une Tortrix (*the cotton tortrix*), une Arctia (*the cotton arctia*). Au nombre de ceux qui rongent les pousses : une Lygée (*the cotton lygæus*). Comme vivant sur la fleur : la Cantharis strigosa (*the Blister fly*), le Chauliognatus pensylvanicus (*the cotton chauliognatus*) et le Ch. marginatus, le Trichius delta (*the delta thoraxed trichius*), la Galléruque à douze points (*tivelve spotted galereuca*), une Chenille géomètre (*span worm or loopers*). Sur les capsules, il signale les Pentatomes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viridis (*the green plant-bug*) et ornatum (*the spotted plant-bug*), un Réduve (*the red edged-winged*), un Misoscellis (*the yellow-banded-winged*), la Cétonia melancholica et la C. Inda. Sur les capsules gâtées enfin, un Carpophilus, le Sylvanus quadricollis, un Heliothes, un Lygæus, etc.

Il signale en dernier lieu comme vivant souvent sur la plante, mais sans lui causer de dommages sensibles, le Zanthidia niceppe, l'Argynnis columba, l'Agraulis vanillæ, etc. Et comme lui étant utile, les uns au point de vue de la fécondation des fleurs, les autres au point de vue de la destruction des autres insectes nuisibles : le Megacephala Carolina (*the tiger beetle*), un Harpale (*the predatory beetle*), le Reduvius novenarius (*the devil coach horse*), un Ichneumon (*the ichneumon fly*), un Syrphe, une Coccinelle (*the lady bird*) et un Hémérobe (*the lace wing fly*).

7° Insectes attaquant les grains, semences, provisions, etc.

Pour avoir été récoltés, les produits du sol ne sont pas pour cela soustraits aux attaques des insectes qui les poursuivent jusque dans nos greniers, nos magasins et nos demeures même. Les uns préfèrent les substances végétales, les autres recherchent davantage les produits animaux. Voyons les premiers d'abord.

Les céréales ont particulièrement à redouter les dévastations de deux petits insectes, un *coléoptère* et un *lépidoptère*.

Le Charançon du *blé*, ou Calandre (*Calandra granaria-coleopt.*), produit de trois à quatre générations par an dans notre climat ; la femelle pond un œuf sur le grain du blé, la larve qui en éclôt après 3 ou 4 jours, s'enfonce dans ce grain dont elle dévore le germe d'abord, puis toute la substance farineuse ; en 15 ou 20 jours, le grain est vidé, la larve se transforme en chrysalide, et 15 jours ensuite, arrive à l'état parfait [1]. On a proposé, pour détruire le Charançon, une foule de moyens plus ou moins coûteux et d'une efficacité douteuse, comme de soumettre le grain à une haute température, le placer dans une complète obscurité, dégager dans les magasins de l'acide sulfureux, de l'oxyde de carbone ou encore de l'ammoniaque, de le remuer fréquemment en conservant intacts de petits tas où se réfugient les Calandres qu'on détruit dès lors facilement en jetant dans l'eau bouillante les grains qui les composent. Les pratiques les plus efficaces nous paraissent être les suivantes : enfermer dans les greniers des bergeronnettes (*motacilla flava, cinerea*), charmants et familiers petits oiseaux qui se nourriront d'insectes plus que de grains ; déposer les céréales dans des greniers mobiles qui permettent, comme ceux de MM. Sinclair, Salaville, Pavy, etc., de remuer fréquemment leur masse entière avec des frais insignifiants ; enfin l'emploi du tarare brise-insectes ou tue-teignes inventé en 1842 par M. le docteur Herpin, de Metz, et perfectionné en 1852 par M. Doyère.

Vient ensuite un *lépidoptère*, l'Alucite, OEcophore ou Teigne des *blés* (*Alucita-œcophora granella*). La Teigne diffère peu, par ses mœurs, du Charançon ; la chenille éclose de l'œuf déposé par la mère sur le grain, y pénètre aussitôt, le ronge, y accomplit ses métamorphoses et s'en échappe à l'état de papillon qui va pondre, selon la saison, sur les grains encore en végétation, ou sur ceux voisins dans les greniers. On s'oppose à ses ravages par les mêmes procédés indiqués contre la Calandre [2]. On confond souvent avec la Teigne du blé deux autres Alucites qui lui ressemblent d'ailleurs non moins par leur aspect extérieur que par

1. Voir *Guide pratique d'entomologie agricole*, p. 38 à 41.
2. *Ibid.*, p. 41 à 43.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs mœurs : l'Alucite des céréales et l'Alucite des graines (*Alucita* ou *Tinea cerealella*, *granella*) [1].

Les semences de la plupart des légumineuses sont souvent endommagées et parfois détruites par de petits coléoptères des genres Bruchus : la larve de la Bruche des *pois* (*B. pisi*), de la B. des *lentilles* (*B. pallidicornis*), de la B. des *fèves* (*B. rufimanus*), vivent aux dépens de la substance intérieure de ces graines dont elles consomment le germe de préférence. Une autre Bruche (*B. seminarius*) en agit parfois de même à l'égard du *blé*, aussi bien que l'Apion du froment (*Apio frumentarius*). Les grains de la *vesce*, du *sorgho*, du *millet*, des *panics*, nourrissent l'Apio viciæ, les Anobium paniceum et minutum.

Les *farines* sont indistinctement exposées aux dégâts des Blattes, des Acarus et des Ténébrions. La Blatte présage-mort (*Blatta mortisaga-orthopt.*) se nourrit de pain, de farine, etc. ; la Blatte orientale ou des cuisines (*B. orientalis*) dévore à peu près tout ce qu'elle trouve, farine, pain, cuir, laine, soie, les plantes même dans les serres chaudes. La B. américaine (*B. americana*) qu'on croit originaire des Antilles, se nourrit presque exclusivement de *sucre* et ne se trouve que dans les raffineries. Deux autres petits animaux vivent encore aux dépens de ce précieux produit; l'un, l'Acarus du sucre (*Acarus sacchari*) ne se rencontre jamais que dans le sucre brut et non dans celui raffiné ; M. Cameron, qui l'a découvert, en a compté jusqu'à 200,000 individus dans un kilogramme de sucre brut, et dans un autre échantillon, 536,000, dans le même poids. L'autre, le Lépisme du sucre (*Lepisma saccharina*), originaire de l'Amérique, est un très-petit thysanoure (0m,009 de long) qui se nourrit indifféremment de sucre, de papier et même de bois. Citons encore l'Acarus de la farine (*Acarus farinæ*), le Ténébrion meunier (*Tenebrio molitor*) et l'Aglosse de la farine (*Aglossa farinalis*), tous aussi dévastateurs et non moins difficiles à éloigner qu'à détruire.

Enfin un Coléoptère, le Trogosite mauritanique (*Trogosita mauritanica*), qui, dans le Midi, exerce d'immenses ravages sur les grains emmagasinés, et le Trogosite caraboïde (*T. caraboides*), qui attaque plusieurs grains de froment avant de parvenir à l'état parfait et est, sous le nom de Cadelle, l'effroi des cultivateurs provençaux.

Les *laines* déposées en magasins sont fréquemment endommagées par les Teignes, parmi lesquelles il faut distinguer celles tapissières (*Tinea tapezella*), fripière (*T. sarcitella*), pelletière (*T. pellionella*), du crin (*T. crinella*). Sur la croûte des fromages on rencontre deux Acarus, l'un l'*A. domesticus* qui abonde sur tous les fromages à croûte sèche, l'autre l'A. du fromage (*A. casei*) qu'on ne rencontre que sur la croûte du gruyère. Dans nos celliers, nous trouvons : l'Aglosse de la graisse, le Dermeste du lard, un lépidoptère et un coléoptère dont les noms disent assez les mœurs.

Un névroptère, nommé Termite ou Fourmi blanche, est pour certaines contrées un véritable fléau. Il en existe en France, principalement dans les Landes de la Gascogne, deux espèces [2] ; la plus abondante fait des nids en parcelles de bois rongé, composés de quelques centaines d'individus, dans les souches des pins qui restent en grand nombre sur le sol après que les arbres ont été coupés. On nomme cette espèce Termite lucifuge. Les autres se réunissent au nombre de plusieurs sociétés pour envahir les villes, s'introduire dans les maisons et s'y établir à demeure. A la Rochelle, à Rochefort, à Tonnay-Charente, les termites ont entièrement détruit l'intérieur des poutres entrant dans la construction des demeu-

1. Notons encore en passant le tort causé au froment par l'Anguillule du blé (*Anguillula tritici*), un Helminthe nématoïde, découvert par M. Davaine et qui produit du blé niellé.

2. Maurice Girard, *Les Métamorphoses des insectes*. Paris, 1866, in-8°, p. 318.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

res et des édifices. A la Rochelle, ils ont dévoré les archives; ils ont envahi déjà plusieurs quartiers des villes de Bordeaux et Agen. Une autre espèce a miné par des souterrains toute la ville de Valencia (Nouvelle-Grenade) ainsi menacée prochainement d'un terrible écroulement. On en connaît un assez grand nombre d'espèces, bellicosus, mordax, atrox, etc. L'une d'elles, à cou jaune (*Flavicollis*) attaque, en Provence, les provisions d'olives.

8° Insectes nuisibles aux animaux domestiques.

Nos serviteurs comme nos cultures ont leurs ennemis parmi les insectes, tant il est vrai que chaque être porte avec lui sa plaie. La plupart de ces insectes sont ailés et volent en faisant entendre un bruit avertisseur qui met les animaux en fuite lorsqu'ils sont libres, souvent en fureur quand ils sont maintenus. Il est peu d'années où il n'arrive, dans les foires de bestiaux, d'accidents causés par cette terrible panique. Les mouches piquent tantôt notre bétail pour se venger d'une intrusion près de leur nid, tantôt pour introduire sous la peau l'œuf ou la larve qui reproduiront leur espèce; d'autres fois, elles se contentent de voler autour de nos animaux pour déposer sur leur peau, leurs poils ou leurs muqueuses des œufs qui y éclôront et pénétreront dans les cavités internes en suivant les voies naturelles, parfois avec l'aide de l'animal lui-même.

Ce n'est que pour venger leur repos troublé que les *Guêpes* (*Vespa vulgaris, gallica*), les *Frélons* (*V. crabra*), les *Bourdons* (*Bombus lapidarius*) et les *Abeilles* (*Apis mellifica*), enfoncent leur aiguillon dans la peau du cheval, du bœuf ou du mouton qui, en labourant ou au pâturage, ont marché sur leur nid ou se sont frottés contre l'arbre où ils sont abrités; leur piqûre d'ailleurs est peu dangereuse et disparaît sous une lotion d'eau vinaigrée. Les *cousins* (*Culex pipiens, annulatus*), piquent, eux, pour s'abreuver de sang. En Amérique, ils sont à redouter toute l'année; là, comme dans la vallée du Danube, ils font souvent périr le gros bétail, chevaux et bœufs, sous leurs saignées répétées. Ce *diptère* n'est pas le seul à redouter pour nos auxiliaires domestiques : dans le même ordre, nous rencontrons encore les Asiles, les Taons, les Hippobosques, les Stomoxes, les Mouches et les Œstres.

Les *Asiles* (*Asilus crabroniformis, cinereus*) sont pourvus d'une trompe courte mais forte et renfermant un suçoir qu'elles exercent aux dépens du cheval et du bœuf. Les *Taons* (*Tabanus bovinus, morio, cœcutiens, autumnalis, pluvialis*) ont également un puissant suçoir dont l'introduction à travers la peau produit une enflure sensible et même l'écoulement du sang. Les *Hippobosques* (*Hippobosca equina, ovina*) vivent sur le corps même des animaux et y causent un prurit fatigant. Les *Stomoxes* (*Stomoxys calcitrans, irritans, grisea*) viennent se poser sur les gros animaux pour pomper leur sang. Les larves de tous ceux-ci vivent dans la terre, et c'est à l'état parfait qu'ils ont seulement besoin de nourriture animale. Il n'en est pas de même des *Mouches;* leurs larves vivent en général dans la viande (*Musca vomitaria, cadaverina, carnaria*) ou dans le fumier (*M. domestica*). Toutes, à l'état parfait, sont armées d'une trompe rétractile, à l'aide de laquelle elles sucent le sang à travers la peau; en outre, lorsqu'elles se sont posées sur des cadavres en putréfaction, elles peuvent inoculer sur les muqueuses, sur une plaie ou même simplement par leur succion sur l'animal vivant, la terrible maladie du charbon.

Les *Œstres*, d'un autre côté (*Œstrus bovis, seu Hypoderma bovis, Hypoderma equi*) passent la plus grande partie de leur existence sous la peau de ces animaux; la femelle, avec sa tarière, y enfonce ses œufs d'où sort une larve apode dont la présence détermine une tumeur et une irritation sécrétoire qui fournit un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liquide dont elle s'alimente; après onze mois de séjour dans cette tumeur, elle s'en échappe en juin pour se laisser tomber à terre et s'y métamorphoser en nymphe. D'autres comme l'œstre du cheval et l'œstre hémorrhoïdal (*O. equi*, *hemorrhoïdalis*), vivent à l'état de larves dans le tube intestinal du noble quadrupède; la femelle pond ses œufs glutineux sur le poil, dans la région du poitrail, des flancs, ou des lèvres; l'animal en se léchant les avale et il en éclôt bientôt des larves armées de crochets longs et forts qui leur permettent de se fixer solidement sur les parois internes de l'estomac, jusqu'à ce que, ayant atteint leur complet développement, elles se laissent expulser avec les excréments par l'anus, afin d'achever leurs métamorphoses dans le sol. Enfin, d'autres comme l'œstre du mouton (*Œstrus seu cephalemyia ovis*), pondent leurs œufs à l'extrémité antérieure des cavités nasales du mouton ou de la chèvre; ces œufs entraînés dans le nez par l'air inspiré, y éclosent et les larves vont s'installer dans les sinus nasaux[1].

Il est difficile de préserver notre bétail de ces nombreux ennemis de son repos. Les moyens les plus pratiques consistent à tondre les chevaux contre les mouches qui pondent sur le poil; à couvrir, en été, d'une couverture en toile les bœufs de labour, à n'envoyer les vaches et les élèves au pâturage que le matin et le soir; à garantir les alentours des ouvertures naturelles et les régions où la peau est la plus fine par des filets, caparaçons, barbotteaux, etc.; à entretenir la plus grande propreté du poil et de la peau au moyen de bains, de pansages et de lavages à l'eau savonneuse; on peut éloigner les mouches des plaies en faisant autour des onctions d'huile de laurier; enfin on leur soustrait le bétail en le gardant, pendant la chaleur du midi, dans des étables fraîches et obscures.

Sous les climats chauds, tous ces insectes sanguinaires sont plus redoutables encore : le *taon* du *dromadaire* ou du chameau (*Tabanus cameli*) porte en Afrique le nom de debabe; il s'attaque parfois aussi au cheval et au bœuf et rend les animaux fous de douleur et de furie; des troupeaux entiers sont souvent ainsi perdus. Dans le centre de l'Afrique australe, on trouve un autre diptère, suceur de sang, qui n'est pas moins dangereux : c'est la mouche tsaltsalya des Nubiens ou *tsétsé* (*Glossina morsitans*), un obstacle que devra sérieusement prévoir l'Angleterre dans son expédition projetée en Abyssinie. Munie d'une trompe et d'un suçoir, elle s'attaque surtout à la peau de l'abdomen et de la partie interne des cuisses; sa piqûre sans danger pour l'homme, pour le porc, la chèvre, l'âne, le mulet et les jeunes veaux, est le plus souvent mortelle au bout de peu de jours pour le bœuf, le cheval, le mouton et le chien; il y a sans doute empoisonnement du sang produit par le venin que secrète une glande placée à la base de la trompe.

Ce n'était pas assez pour l'abeille de voir l'homme piller chaque année le fruit de son travail, elle se voit encore disputer sa demeure et ses provisions par un grand nombre d'insectes. Parmi les coléoptères, deux *clairons* (*Clerus apiarius*, *alvearius*) volent, au commencement de l'automne, autour des ruches, cherchant à s'y introduire subrepticement et y pondre leurs œufs; les larves qui en proviennent s'installent dans les alvéoles, dévorent les larves et ensuite les provisions de miel. Deux *lépidoptères* nocturnes, la *gallérie* de la cire et celle des alvéoles (*Galleria cerella et alvearia*) entrent la nuit dans les ruches pour y déposer leurs œufs; les larves aussitôt écloses cheminent à travers les gâteaux, creusant des galeries, traversant les alvéoles et les vidant des larves d'abeilles et de leurs provisions de miel; les abeilles découragées et atteintes dans toutes les sources de leur reproduction ne tardent pas à abandonner la ruche. L'apiculteur pru-

1. Voir *Mouches et vers*, par M. Eug. Gayot. Paris, in-8°, 1867.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dent ne manquera pas pendant les nuits d'automne de placer dans son rucher une veilleuse qui attirera et brûlera les galléries. Mais ce n'est pas tout encore, et le plus grand de nos papillons, le *sphinx tête de mort* (*Sphinx atropos*) très-friand de miel, brave parfois les piqûres des abeilles pour pénétrer dans leur ruche où il porte le désordre et la ruine. Enfin, un autre insecte, le *philanthe apivore* tue les abeilles sur les fleurs, afin de pouvoir déposer trois cadavres auprès de chacun de ses œufs auquel il assure ainsi la nourriture des premiers jours [1].

9° Insectes auxiliaires de l'homme comme destructeurs d'autres insectes nuisibles.

Si chaque plante et chaque animal ont malheureusement, comme vient de le prouver la nomenclature précédente si longue quoique bien succincte, leur parasite, il est par bonheur bien peu d'insectes qui, eux aussi, ne nourrissent le leur. Il en résulte que le développement d'une espèce amène l'accroissement parallèle d'une espèce hostile, et c'est ainsi que la nature maintient l'équilibre dans la création où les petits, sans cette précaution, n'eussent pas tardé à faire disparaître les gros. Il est donc bon pour l'homme de connaître à la fois ses ennemis et ses auxiliaires afin de respecter tout au moins les derniers, sinon de favoriser leur multiplication.

C'est l'ordre des *hyménoptères* qui fournit le plus grand nombre de ces parasites. Les femelles de ces hyménoptères ichneumonides, munies d'une triple tarière anale pondent leurs œufs dans le corps des chenilles, des fausses chenilles ou des larves vivantes d'un grand nombre d'insectes. C'est la multiplication des pimples instigateurs (*Pimpla instigator*), Eulope des pyrales (*Eulophus pyralium*), des béthyle fourmi (*Bettylus formicarius*), des eumène zonal (*Eumenes zonalis*) qui nous a débarrassés des pyrales de la vigne et de leurs redoutables dégâts. Les alysie noire, bracon destructeur, chalcis brillante, les ichneumons circonflexe, filiforme et noirâtre, le syrphe hyalin, font la guerre à la plupart des chenilles; d'autres syrphes vivent de pucerons. La chenille du papillon blanc du chou nourrit la larve d'un ichneumonide braconien, le microgaster glomerator. C'est encore un ichneumonide, le psylle de Bosc qui arrête la multiplication de la cécidomye du froment.

D'autres, au lieu de pondre leurs œufs dans le corps des larves ou chenilles, dévorent l'insecte à leur propre profit ou le tuent pour l'emporter dans le trou destiné à leurs œufs, tel le celia troglodytes (*Hyménoptère fouisseur*) qui enlève pour sa progéniture un grand nombre de kermès. Les coccinelles vivent, comme les syrphes, presque exclusivement de pucerons. Le carabe doré (*Carabus auratus*) fait, pendant toute la belle saison, une chasse assidue et intéressée à un grand nombre de petits insectes et à un grand nombre de chenilles; il en est de même des carabes pourpre et des jardins (*C. purpurascens, hortensis*), du procustes coriaceus, du harpalus germanus qui fait surtout la guerre aux thrips. Le carabe ou calosome inquisitor (*Carabus, calosoma inquisitor*) est un grand mangeur de chenilles qu'il monte chercher jusque sur les arbres, telles que celles des tortrix viridana, bombyx processionnea, etc. La larve d'un des plus grands coléoptères de nos climats, le calosome sycophante (*Carabus, calosoma sycophanta*) vit tantôt

1. Pour abréger cette étude déjà bien longue, nous nous bornerons à mentionner les insectes nuisibles à l'homme : les hôtes de son logis, mouches, cousins, moustiques, puces, punaises, l'acarus de la gale, etc.; et ceux qu'il rencontre au dehors, la lucilie hominivore de Cayenne (*Lucilia hominivorax*), la guêpe, la cantharide, la mouche du charbon, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les nids des chenilles de processionnaires ; tantôt il se nourrit de larves d'eumolpes ou de colaphes. Il est hors de doute pour nous que plus l'entomologie appliquée fera de progrès, plus on étudiera de près les mœurs intimes des insectes, et plus grand deviendra aussi le nombre de ceux auxquels l'homme doit tant de services jusqu'ici méconnus ou mieux ignorés ; à lui alors de les respecter pour s'en faire d'utiles auxiliaires : on a souvent besoin d'un plus petit que soi.

10° Animaux destructeurs d'insectes.

Un grand nombre d'animaux appartenant à différentes classes zoologiques (mammifères, oiseaux, etc.) détruisent des insectes pour se nourrir ; les uns en font leur aliment ordinaire, les autres ne s'en contentent que faute de mieux. Mais parmi les victimes se trouvent des amis de l'homme aussi bien que des ennemis ; la conclusion c'est qu'il faut combattre les uns et protéger les autres, contrairement à ce qu'on a beaucoup trop pratiqué jusqu'ici, la destruction en masse.

Voyons donc d'abord quels sont les destructeurs d'insectes utiles ; ils sont peu nombreux. Nous citerons le rat, le loir, certains oiseaux tels que les guêpiers (*Merops aspiaster*), habitants de l'Europe méridionale. Quelques oiseaux qui recherchent les chenilles nues obligent à protéger de filets les éducations en plein air des vers à soie de l'ailante.

D'autres animaux vivent soit temporairement, soit exclusivement d'insectes : nous les indiquerons brièvement en les divisant par classes :

Au nombre des *mammifères* et dans l'ordre de cheiroptères, plaçons au premier rang les chauve-souris (*Vespertilio murinus*, *serotinus*, *noctula*, *pipistrellus*, etc.), qui logent les unes dans les clochers et les vieux édifices, les autres dans les combles de nos habitations, d'autres dans le creux des arbres, qui toutes vivent presque exclusivement d'insectes qu'elles saisissent au vol pendant la nuit, et emmagasinent pour les manger à leur temps dans des abajoues dont elles sont pourvues comme les singes. Dans le même ordre des carnassiers, tribu des galéopithèques, famille des insectivores, nous rencontrons le hérisson (*Erinaceus europæus*), qui vit, non-seulement des fruits tombés, mais aussi et surtout d'insectes et de petits mollusques ; la musaraigne ou musette (*Mus* ou *sorex araneus*), qui protége sans les toucher les produits du sol contre les petits ravageurs, chassant la nuit aux lombrics ou vers de terre, limaces, araignées terrestres, insectes, etc. ; puis la taupe (*Talpa europæa*).

C'est depuis longtemps une question controversée que celle de savoir si la taupe est un animal utile ou nuisible dans les jardins, les prairies, les pâturages et les champs ; les agriculteurs sont partagés à cet égard, faute de se comprendre sans doute. Il y a en effet des sols où elle produit plus de mal que de bien et réciproquement. On sait que ce petit mammifère creuse près de la surface du sol des galeries souterraines qui servent à ses chasses, et dont elle amoncelle le déblai, de distance en distance, en petites buttes coniques, grave obstacle au fauchage ; elle se prépare en outre, à une plus grande profondeur, un large et spacieux nid qu'une butte plus élevée et plus large fait suffisamment reconnaître. Elle est douée d'une immense puissance des membres antérieurs, qui lui permet de remuer et transporter ainsi le sol, par la conformation de son humérus et la présence de la clavicule, privilége de quelques rares mammifères (fig. 6). On dit qu'elle détruit les vers blancs et les lombrics, les larves et chrysalides d'un grand nombre d'insectes, les courtilières, etc. ; qu'elle dérange parfois les racines des plantes, les soulève et les expose à périr, mais ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les dévore jamais. Ses adversaires, d'un autre côté, nient son appétit pour les larves de hannetons et la courtilière, même pour les vers de terre ; ils se plaignent qu'elle ramène souvent à la surface un sous-sol infertile, qu'elle détruit

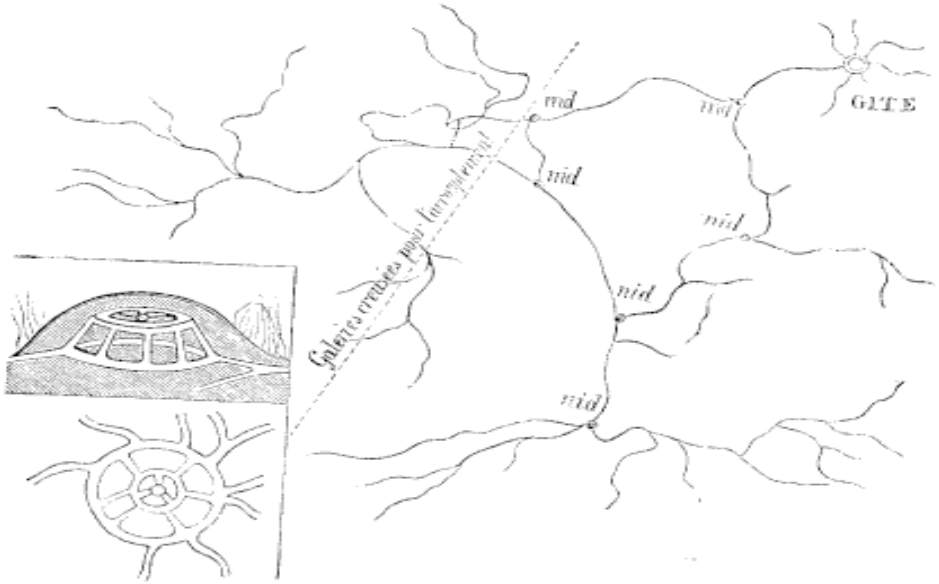


Fig. 5.



Fig. 6.

en soulevant les plantes toute végétation sur ses galeries parfois nombreuses et rapprochées, qu'elle coupe les racines d'un grand nombre de plantes tendres et savoureuses, qu'enfin elle nuit à l'emploi de la faux et des faucheuses-mécaniques ; ceux-là emploient à la détruire un grand nombre de piéges à ressort (fig. 7), dépensent beaucoup de temps et d'argent ; les autres, les partisans

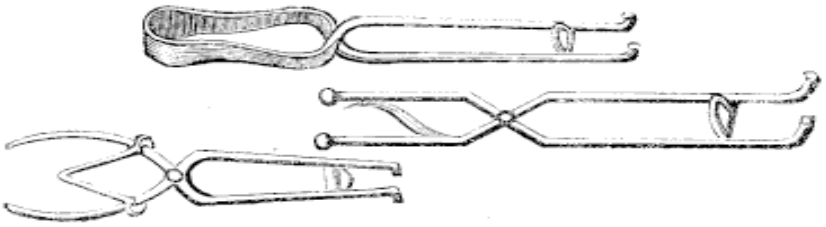


Fig. 7.

qui augmentent chaque jour, la laissent pulluler en paix et cherchent même à l'importer là où elle fait défaut.

Dans la tribu des carnivores plantigrades, nous rencontrons ensuite le blaireau (*Meles taxus*, *ursus meles*), qui fouit la terre pour y trouver les larves de hannetons et les nids de bourdons et ne dédaigne pas les sauterelles.

Passant à la classe des *oiseaux*, nous y compterons de nombreux insectivores : dans l'ordre des *rapaces* et la famille des nocturnes, nous citerons : le hibou (*Otus communis*), la chouette (*Ulula communis*), l'effraye (*Strix flammea*), le chat-huant (*Syrnium aluco*), le duc (*Bubo europæus*), la chevêche (*noctua passerina*) et le scops (*scops communis*), qui, dans la saison des hannetons, en font leur principale nourriture ; la petite chevêche et le scops vivent en outre presque exclusivement d'insectes nocturnes, y compris les noctuelles, dont les larves sont si nuisibles à tant de végétaux ; le hibou, la chouette, l'effraye, le chat-huant, le duc, recherchent plutôt les petits mammifères rongeurs, comme les souris, bien qu'ils ne dédaignent pas les insectes à défaut de proie plus substantielle. Au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu de tuer ces oiseaux de proie nocturnes pour le vain plaisir de les cloner sur une porte, mieux vaudrait donc les respecter et les protéger.

Dans l'ordre des *passereaux*, citons : le gobemouche gris (*Muscicapa griseola*) très-commun dans le nord de la France, où il rend d'immenses services en détruisant une grande quantité d'insectes, et le becfigue (*Mussicapa atricapilla*), très-nombreux dans le Midi, où on lui fait une guerre acharnée au lieu de le protéger comme l'un de nos plus actifs destructeurs d'insectes. Les traquets (*Saxicola rubetra, œnanthe*) vivent exclusivement d'insectes. Les fauvettes (*Curruca* ou *sylvia luscinia, philomela, phœnicurus, cinerea, hortensis*, etc.) vivent de larves ou d'insectes à l'état parfait, aussi bien que les mésanges (*Parus major, cœruleus, atricapillus, ater, caudatus*, etc.) et les bergeronnettes (*Badytes* ou *motacilla flava, boarula*). Les hirondelles (*Hirundo domestica, urbica, riparia*) sont de grands consommateurs d'insectes qu'elles recueillent au vol, en rasant les prairies, les champs et les eaux ; chacun de ces petits oiseaux, d'après M. Florent Prévost, ne consomme pas moins de mille petits insectes par jour. Les martinets (*Cypselus murarius*) ont les mêmes mœurs, mais ne chassent que le matin et le soir, au crépuscule. D'un autre côté, l'engoulevent (*Caprimulgus europæus*) fait, pendant la nuit seulement, une chasse active aux papillons en général, et particulièrement aux bombyx et aux géomètres.

Dans la division des conirostres, énumérons : le moineau domestique (*Pyrgita* ou *Fringilla domestica*), qui détruit un grand nombre de hannetons, de petites chenilles ou de chrysalides de pyrales ; l'étourneau (*Sturnus vulgaris*), qui débarrasse en hiver les moutons d'un incommode parasite, le *melophagus ovinus*, et qui à l'automne se nourrit dans nos prairies de larves d'insectes déterrées à l'aide de son bec ; le corbeau (*Corvus, corax, corone, cornix, frugilagus, monedula*), qui, à défaut de proies mortes, se jette avidement sur les insectes, les vers et les limaces, fouillant même la terre, pendant l'automne et l'hiver, afin d'y chercher les vers blancs et autres larves ; la pie (*Corvus pica*) et le geai (*Corvus glandarius*) ont à peu près les mêmes mœurs.

Parmi les ténuirostres, nommons comme insectivores la sitelle d'Europe (*Sitta europæa*) ou torchepot ; parmi les grimpereaux, le grimpereau commun (*Certhia familiaris*), l'échelette des murailles (*Certhia muraria*), la huppe commune (*Upupa epops*), qui débarrassent d'un grand nombre de leurs parasites et purgent le sol de quantité de larves et d'insectes parfaits. Parmi les syndactiles, citons le guêpier commun (*Merops apiaster*), qui, volant presque à la manière des hirondelles, poursuit en grandes troupes les abeilles, les guêpes et les frelons.

Dans l'ordre des *grimpeurs* et parmi les oiseaux indigènes, nous ne rencontrons que le coucou (*Cuculus canorus*), qui ne vit que de larves et d'insectes, chenilles nues et même velues, sauterelles, etc. ; et le pic vert (*Picus viridis*), dont la nourriture consiste pricipalement en larves qu'il prend en frappant avec son bec sur l'écorce des arbres et en introduisant sous les fentes de ces écorces sa langue toujours imbibée d'une salive visqueuse.

La plupart des *gallinacés* ne vivent pas seulement de grains, de graines et de baies, mais aussi d'insectes (larves, chrysalides et parfaits). Ce sont ces mœurs que M. Giot a très-ingénieusement et très-pratiquement utilisées quant aux poules, par son poulailler roulant ; les dindons qu'on conduit en troupes sur les chaumes y détruisent un grand nombre d'insectes, de larves et de petites limaces ; les pigeons, perdrix, cailles, etc., vivant en liberté, nous rendent de non moins grands services. Enfin, nous nous bornerons à citer en masse les *échassiers* et les *palmipèdes* qui vivent plus particulièrement aux bords des eaux et nous paraissent moins directement utiles au point de vue où nous sommes placés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la classe des *reptiles* et dans l'ordre des batraciens, bornons-nous à nommer le crapaud (*Bufo vulgaris, calamita, fuscus, obstetricans, igneus*) tenu en si haute estime par les horticulteurs anglais qui en importent une grande quantité de France où malheureusement ils sont voués à une destruction acharnée et irréfléchie, aussi bien que la grenouille (*Rana viridis, temporaria*); la tortue (*Tesdudo græca*) qu'on ne saurait trop multiplier dans les jardins; le lézard gris des murailles (*Lacerta agilis*), ce charmant petit animal, dont la destruction est doublement répréhensible.

La multiplication anormale de certains insectes, à des intervalles irréguliers, vient souvent punir l'homme, en ses plus chers intérêts, d'avoir rompu l'équilibre naturel par la destruction d'animaux que la Providence lui avait donnés comme auxiliaires. Au lieu de chasser par passe-temps ou par gourmandise un grand nombre d'oiseaux, la plupart d'ailleurs inoffensifs, il vaudrait bien mieux en favoriser la multiplication en leur préparant des nids artificiels, variables de formes, placés en différents lieux, selon les mœurs spéciales à chaque genre. Les nids fabriqués en terre cuite, en bois ou même plus économiquement encore, comme nous l'avons vu dans l'Est, avec de vieux sabots, sont un moyen d'attirer et de retenir dans nos vergers et jardins, dans les bouquets de bois plantés au milieu des cultures un grand nombre d'auxiliaires insectivores qui veilleront sur nos fruits et nos moissons. Mais il serait important surtout que l'administration prohibât la destruction de ces oiseaux grands ou petits, diurnes ou nocturnes, dont la chair d'ailleurs n'est pas, le plus souvent, comestible; il est à souhaiter que les instituteurs sachent enseigner et faire comprendre, dans nos campagnes, le respect dû aux animaux, dussent-ils invoquer pour cela l'égoïsme humain.

II° Animaux nuisibles aux cultures, au bétail et aux provisions.

Ceux-là sont tellement nombreux et pour la plupart si connus, que pour abréger, nous ne parlerons que des principaux de ceux qui sont les plus communs et les plus redoutables, en indiquant les procédés de destruction les plus assurés et les plus expéditifs.

Au nombre des *mammifères* redoutés du cultivateur, plaçons en première ligne le loup (*Canis lupus*), funeste aux moutons et aux chiens, et que les Anglais ont fait disparaître de leurs îles depuis près de neuf siècles (975). Le renard (*felis vulpes*), redoutable aux basses-cours, se détruit par les mêmes moyens que le loup, c'est-à-dire à l'aide du fusil d'affût (fig. 8) et de différentes sortes de piéges (fig. 9) qu'on appâte. La fouine (*Mustela foïna*), la belette (*Mustela vulgaris*), le putois (*Mustela putorius*), guettent, comme le renard, les poulaillers et les colombiers, pour s'y aller gorger du sang des volailles; on les prend au collet de laiton et on les détruit à l'aide d'assommoirs. La loutre (*Lutra vulgaris*) fait une guerre terrible au poisson des étangs et est très-difficile à prendre au piége; le plus sûr moyen est de l'affûter la nuit au fusil. Le lièvre (*Lepus timidus*) cause souvent beaucoup de dégâts dans les prairies naturelles et artificielles, dans les jeunes céréales, dans les cultures de plantes racines. Plus nombreux et plus redoutables encore sont les lapins (*Lepus cuniculi*), dont les délits remontent haut, puisque, au dire de Pline, les habitants des îles Baléares durent demander à l'empereur Auguste un secours en troupes pour détruire ces rongeurs qui, ayant dévasté leurs moissons, les avaient réduits à la famine; il est vrai que les peuples primitifs de l'Espagne, comme du reste ceux de l'Angleterre, se faisaient un scrupule religieux de détruire les lapins et de se nourrir de leur chair, scrupule que ne partageaient sans doute pas les légionnaires romains. Aujourd'hui, la gent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuniculine n'est pas moins redoutée des agriculteurs qui ne se font pas faute de les détruire par tous les moyens possibles, chasse au chien basset, au collet, à

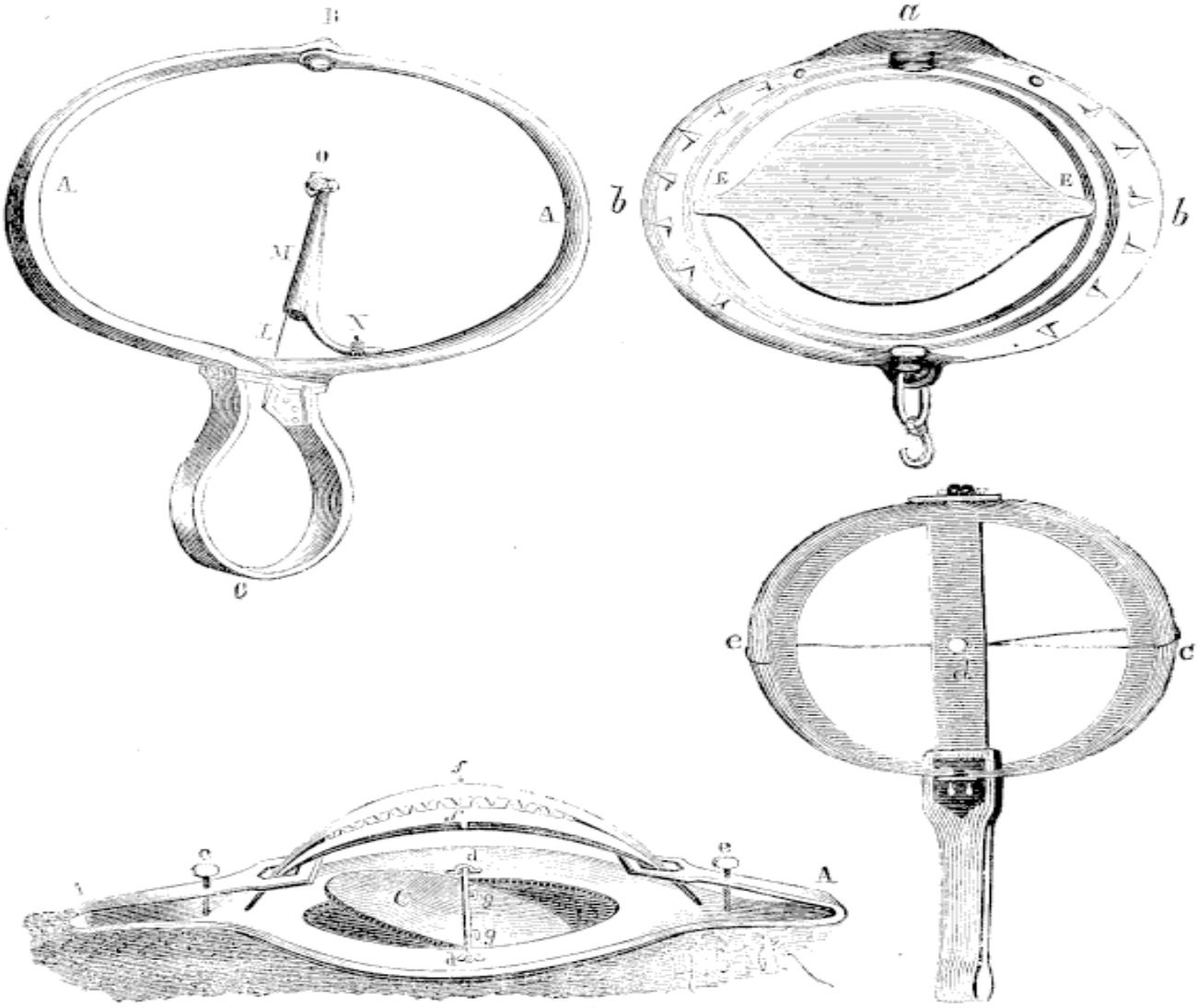


Fig. 8.

l'assommoir, etc. Un grand nombre de fermiers ont dû, dans ces dernières années, intenter des procès à leurs propriétaires ou à leurs voisins qui, pour se



Fig. 9.

réserver des chasses giboyeuses, laissaient se multiplier en liberté les lapins dans leurs taillis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le genre rat, nous trouvons de nombreux ennemis de nos cultures et de nos provisions. Le rat domestique ou rat noir (*Mus rattus*) n'était pas connu des anciens et paraît n'avoir pénétré en Europe que pendant le moyen âge; quelques naturalistes le regardent comme originaire de l'Amérique, d'autres estiment qu'il descend du rat d'Alexandrie (*Mus alexandrinus*), découvert en Égypte au commencement de ce siècle par M. Geoffroy Saint-Hilaire, et qui, transporté en Europe au douzième siècle, s'y serait acclimaté, en modifiant sa robe du gris et du blanc au noir à reflets métalliques. Très-commun jadis dans nos villes, il en a été expulsé par un nouvel intrus plus grand et plus fort, le surmulot (*Mus decumanus*). Le rat noir ne faisait qu'une portée de cinq ou six petits par an; le surmulot en fait trois de douze à vingt petits. Il fut introduit de Perse en Angleterre, en 1730, par des navires marchands; en 1750, il envahit la France, et en 1775 il était arrivé déjà en Russie. Non-seulement il dévore le blé, les graines, la viande, mais encore les poulets, les pigeons et même les lapereaux. Le mulot (*Mus sylvaticus*) établit sa demeure dans les forêts; il fait chaque année trois ou quatre portées de neuf à dix petits, et devient souvent un fléau pour l'agriculture, coupant les tiges des céréales par le pied afin d'en dévorer les épis, rongeant les jeunes pousses ou les écorces des petits arbres,

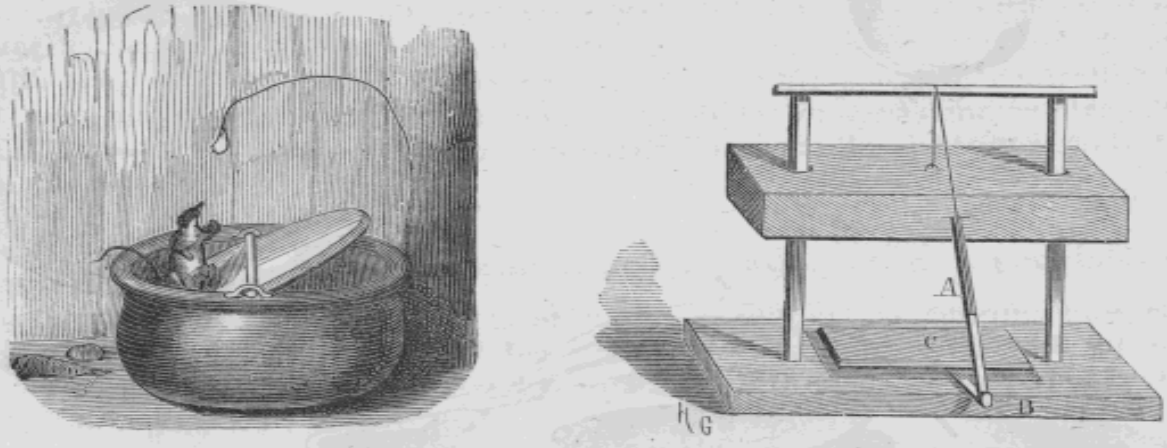


Fig. 10.

s'appropriant le grain déposé en terre pour les semailles. On a signalé leurs dégâts, en 1867, sur deux points de la France : dans les campagnes des environs de Lyon et dans la plaine de Sault, canton de Belcaire (Aude). Il est difficile de

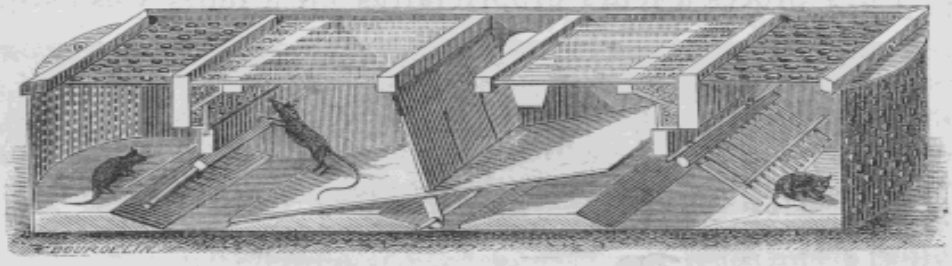


Fig. 11.

détruire tous ces rongeurs[1], et l'emploi des poisons, moyen le plus efficace contre eux, n'est pas sans danger pour l'homme et les animaux domestiques. Enfin,

1. Nos figures 10 et 11 représentent des piéges. L'inspection de ces figures suffit pour en faire comprendre le mécanisme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'oublions pas la souris (*Mus musculus*), qui hante particulièrement les greniers à grains; le rat champêtre (*Mus campestris*), le rat des moissons (*Mus messorius*), le campagnol (*Mus arvicola*), qui vivent aux dépens des récoltes sur pied ou de celles mises en meules. Les arboriculteurs redoutent pour leurs fruits le loir commun (*Myoxis glis*), le lérot (*Myoxus nitela*) et le muscardin (*M. avellanarius*).

La plupart des *oiseaux* se payent en nature des services qu'ils nous rendent, prélevant quelques grains sur nos moissons, quelques fruits ou baies dans nos bois, quelques-unes des richesses de nos vergers. Loin d'en conclure à leur destruction, il nous paraît plus sage de payer avec empressement la dîme d'un contrat qui nous est, en général, plus profitable qu'onéreux. Bien des pays, après avoir encouragé la destruction des petits oiseaux, l'Angleterre notamment, ont dû offrir peu après de nombreuses primes pour encourager leur multiplication; il eût donc été plus prudent de les décréter respectables et de les protéger efficacement par des lois pénales que nous souhaitons de trouver dans notre futur Code rural.

Passons maintenant et sans transition aux *mollusques* pour y signaler les limaçons : le grand escargot ou hélice vigneronne (*Helix pomatia*), le petit escargot des arbres ou H. livrée (*H. nemoralis*), à bouche noire (*H. melanostoma*), chagrinée (*H. grisea*), des jardins (*H. hortensis*), etc. Puis les limaces : rouge (*Limax rufus*), grande, grise ou cendrée (*L. maximus*), des caves (*L. flavus*), grise (*L. agrestis*). Ces deux genres de mollusques font de grands ravages dans les jardins maraîchers et fruitiers et aussi dans les cultures de plein champ. Il est difficile de les détruire ou de les éloigner. Pour les plus grosses espèces, on peut faire dans les jardins la recherche à la main, après la pluie; pour les plus petites, on répand sur les plantes ensemencées qu'elles semblent préférer soit de la cendre, soit de la chaux vive ou encore du guano. En grande culture, on ne peut agir que par des roulages, non pas après, mais avant la pluie et sur des plantes encore jeunes et flexibles. On peut encore attirer ces mollusques par des appâts d'herbes entassées ou de fleurs d'acacias, et les détruire facilement ensuite. Dans les enclos, on se trouvera bien de placer quelques hérissons, qui les recherchent avec ardeur.

12° **Les insectes et animaux nuisibles, à l'Exposition.**

Nous avons eu occasion déjà, en traitant des insectes utiles, de dire combien peu régulièrement avait été suivie à leur égard la classification officielle. Que dirons-nous des insectes nuisibles classés presque partout parmi les produits naturels du sol et des animaux considérés comme produits de l'art de l'empailleur, tandis qu'il eût été si désirable et si aisé à la fois de composer un groupe d'animaux et d'insectes utiles et nuisibles conservés par le naturaliste ? L'étude eût ainsi porté tous ses fruits, en même temps que les exposants eussent été sollicités vers une voie nouvelle et utile. Nous regrettons de n'avoir pas retrouvé au Champ de Mars une foule de collections que nous avions étudiées avec plaisir à l'exposition entomologique du Palais de l'Industrie, il y a deux ans, et notamment : celle des insectes xylophages, de M. Eugène Robert, qui comprenait en même temps l'animal et un spécimen de ses ravages; les scolytes pygmæus, destructor et multistriatus; le cossus ligniperda de l'orme et du chêne; le scolyte du prunier; le zeuzère du marronnier; l'hylésine du frêne et de l'olivier; le cérambix carcharias du peuplier de Virginie; la pyrale du chêne; le puceron lanigère du pommier, traité par le coaltar, etc. La collection de M. Géhin, de Metz, comprenant surtout les divers bombyx, l'hylothome du rosier, la cécidomye du hêtre, les teignes, les bruches, les sphinx, la processionnaire du chêne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le cynips du chêne, l'orgya pudibunda, le capricorne héros, la clara nigra et le clytus du poirier, les tordeuses, les courtilières, les sauterelles, les guêpes, etc. La collection très-complète et très-bien annotée de M. Mocquerys, d'Évreux, renfermant les insectes nuisibles et des spécimens de leurs ravages, les insectes utiles et auxiliaires; celle d'insectes nuisibles et de leurs dégâts, de M. Dillon, de Tonnerre; celle de M. Mégrin, vétérinaire de la garde impériale, représentant les dessins agrandis d'insectes microscopiques qu'on rencontre sur les fourrages avariés; celle que nous avons citée déjà de M. Townen-Glover, des insectes vivant sur le cotonnier; enfin la collection formée par le Muséum de Paris.

Il a bien fallu pourtant nous contenter de ce que nous avions; or, voici ce qu'après une revue longue, fatigante et aride, nous avons pu découvrir dans les divers coins et recoins du Palais, bien que quelques vitrines aient pu nous échapper.

Notons au premier rang cet exposant autrichien dont nous avons déjà parlé, et dont il nous est impossible de retrouver le nom au catalogue. Il nous présente les insectes nuisibles au seul maïs, savoir : le stenobothrus variabilis et sa larve (*Orthoptères*); le decticus veruccivorus et l'acridium migratorium (*Orthopt.*); les tinea granella et cereatella, le botis silacealis et sa larve, l'agrotis tritici, le plusia gamma, l'agrotis segetum (*Lépidoptères*); le melolonta vulgaris, le sitophilus granarius, l'agriotes segetis, le melanotus niger, le trogosita mauritanica (*Coléoptères*). M. Pollmann, de Bonn (Prusse), a exposé les oiseaux nuisibles aux abeilles. Nous y avons relevé : la fauvette des jardins (*Sylvia hortensis*), les fringilla domestica et montana, l'hirondelle domestique (*Hirundo domestica*), le rossignol (*Sylvia luscinia*), les gobe-mouches gris et noirs (*Muscicapa griseola, nigra*), le rouge-gorge (*Sylvia rubecula*) et le pivert (*Picus viridis*). M. Buchardi, à Kornigs (Prusse), nous a montré les autres ennemis des abeilles, parmi lesquels : les guêpes, les bourdons et le pou de l'abeille; le sphinx atropos et sa larve; la phalène cereana, sa larve, sa chrysalide, son papillon, son nid, son cocon et ses excréments, les araignées, les cloportes, les perce-oreilles ou forficules et les fourmis. Dans l'exposition du frère Milhau, un habile entomologiste, nous avons trouvé les ingénieux et intéressants cartons de M. Florent Prévost, sur lesquels le savant ornithologiste recueille, fixe et conserve les excréments des oiseaux insectivores, afin de démontrer pratiquement et clairement la nécessité de protéger ces diverses espèces que menace une prochaine destruction. Enfin, dans l'empire ottoman, le docteur Abdullah-Bey, lieutenant-colonel et médecin d'état-major, réunissait dans dix-neuf cartons les insectes les plus communs de la Turquie, classés et dénommés pour la plupart; ces cartons étaient accompagnés, idée très-louable, de gravures coloriées représentant l'insecte sous l'état dans lequel il est nuisible, avec la plante qu'il préfère par exemple : le trogosita caraboïdes sur le triticum sativum, l'altica hémispherica sur le clematis odorata, le buturus fumatus sur le rubus idæus, le saperda punctata sur le populus salica, etc.

Au second rang, plaçons un grand nombre d'exposants qui ont envoyé des collections d'insectes de leurs pays, plutôt disposées pour l'ornementation et le coup d'œil que pour l'étude, car la plupart ne sont point dénommés et souvent même pas classés. Citons : les insectes de l'Australie, par M. Williams, de Sidney; les insectes et les oiseaux de la Guyane anglaise, par M. Withlock; les papillons de la Nouvelle-Écosse, par miss Mary et Annie Downs; deux tableaux d'insectes du Rio-Negro, dans la république de Vénézuéla, par M. Eugène Thirion; dans les colonies françaises, les collections fort belles et fort complètes des insectes et des oiseaux de la Guyane, de la Réunion, de la Nouvelle-Calédonie et de Pondichéry, par M. Verreaux, naturaliste à Paris; dans l'empire du Japon, une col-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lection d'insectes placés pêle-mêle ; dans la Roumanie, une très-jolie et très-nombreuse collection d'insectes et d'oiseaux indigènes, mais non dénommés, de M. Bucholtzer ; seize vitrines d'insectes coléoptères du Maroc, par M. H.-L. Dupuis ; enfin deux cartons d'insectes classés, mais non dénommés, de l'Australie du Sud.

En troisième lieu, signalons encore, pour oublier le moins possible, quelques exposants isolés : dans la république de Vénézuéla, un nid de guêpes cylindro-conique, fermé complétement, à l'exception d'un petit trou au centre et près de la base, qui a environ 0m,10 de diamètre ; ce nid, qui a une hauteur totale d'à peu près 0m,25 et présente la consistance du carton, était exposé par M. Eug. Thirion, déjà cité. Dans la colonie anglaise de Natal, nous avons rencontré des termites, mâles et femelles, plongés dans l'alcool et conservés en petites bouteilles. N'oublions pas de magnifiques photographies microscopiques belges, représentant un assez grand nombre d'insectes, plus curieuses, il faut le dire, au point de vue de l'art que de l'entomologie.

Après les insectes, les moyens de destruction, nous avons décrit les machines ; parlons des poudres et des liquides. MM. Zacherl, Peyrat, Vicat, Bobœuf, n'avaient eu garde de s'abstenir. On trouvait donc à souhait l'insectivore et l'insecticide, le pyrèthre du Caucase, le phénol, etc. Signalons une nouvelle concurrence : MM. Spruyt et Cie présentaient une nouvelle poudre destructrice des insectes et obtenue, à Rotterdam, des fleurs de l'anthemis cotula. Et puis, c'est à peu près tout !

Cette étude traite peut-être de ce qu'on aurait pu trouver à l'Exposition universelle plus que de ce qu'on y rencontrait. Peut-être aura-t-elle contribué à démontrer l'importance qu'il y a pour les cultivateurs, les horticulteurs et les forestiers à connaître les mœurs et les noms de leurs ennemis ; peut-être aussi pourra-t-elle servir de programme à quelques exposants qui voudraient se préparer à une nouvelle exposition universelle, — s'il doit y en avoir encore. Il y a là toute une mine d'études délicates, profondes et attachantes, qui peuvent et doivent tenter nombre de jeunes gens dont l'esprit veut se consacrer à la science.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTUDE SUR LA GRAVURE

PAR M. **HENRY GOBIN.**

SOMMAIRE. — Préliminaires. — Coup d'œil rétrospectif. — Calcographie. — Gravure au burin. — Gravure à l'eau forte. — Gravure de la manière noire. — L'aqua-tinte et le lavis. — La gravure en couleur. — Gravure imitant le crayon. — Gravure sur bois. Paniconographie. — Néographie. — Gravure par les procédés physico-chimiques. — Gravure mécanique. — Gravure par l'électricité.

PRÉLIMINAIRES.

Le mouvement qui nous entraîne invinciblement vers la science et l'industrie ne se trahit pas seulement par la découverte soudaine de puissances encore inconnues, comme l'électricité dynamique, la vapeur ou la photographie ; souvent une application nouvelle d'un principe usé révèle d'une façon inattendue de nouveaux moyens de progrès.

La gravure, jadis confinée, à peu d'exceptions près, dans sa spécialité artistique, s'est, pour ainsi dire, démocratisée en descendant au niveau des exigences modernes. La collaboration du burin avec la plume des écrivains spécialistes a produit une force nouvelle, en mettant au service de l'œuvre de la vulgarisation l'exemple joint au précepte, la figure en regard de la description. Ce n'est pourtant pas une nouveauté, la gravure appliquée à l'éclaircissement du texte : car nous trouvons à partir du seizième siècle bon nombre d'ouvrages de science enrichis de figures et souvent même de très-bonnes figures. Ainsi, pour n'en citer que quelques-uns, les travaux de topographie gravés par Ortellius d'Anvers, les *Modèles, artifices de feu et divers instruments de guerre* de Boillot, de Langres, ingénieur, architecte et graveur (1598) ; le *Recueil d'estampes pour servir à l'histoire des plantes*, d'Abraham Bosse ; les magnifiques *figures des métamorphoses des insectes de Surinam* de Sybile de Meryan, les belles figures de De Seve dans le *Buffon* de l'imprimerie royale, les figures gravées par Mlle Jurine de Genève, pour les *Mémoires d'Huber*, etc. Mais le prix de revient des planches, les difficultés de l'impression de la taille douce, en augmentant le prix de ces livres, en faisaient des ouvrages de luxe accessibles seulement aux gens de science et aux riches amateurs. Ce ne fut que vers le commencement de notre siècle que le besoin général fut satisfait par la publication de livres illustrés, dont le prix, relativement assez faible, fut obtenu par les modifications apportées à la manière de graver et par les progrès récemment accomplis dans la pratique de l'impression.

Tout en passant en revue cette branche presque industrielle de la gravure, nous ne dédaignerons pas de nous occuper des œuvres exposées dans la galerie consacrée aux beaux arts. Si par l'élément artistique ces œuvres échappent à notre critique, elles nous appartiennent par le procédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une étude sur la gravure ne peut du reste être bornée par le classement des œuvres, car, de quelque côté qu'on se tourne, on ne voit au Champ de Mars que gravures : gravures dans les livres, gravures sur les murs, gravures sur les prospectus, gravures spécimens distribuées à profusion, sans compter l'exposition permanente aux vitrines des marchands d'estampes de tout Paris.

Coup d'œil rétrospectif.

Jusqu'au moment où l'imprimerie vint révéler l'importance de la gravure, l'histoire de son développement est simple et facile à résumer ; mais à partir du quinzième siècle, les différents procédés apparaissent comme des rameaux s'élançant du tronc d'un arbre généalogique, et leur entrelacement ne permet guère de présenter clairement leur développement presque simultané. Il nous semble plus naturel de faire précéder la description de chaque genre de gravure des principaux faits historiques qui s'y rapportent, et de nous contenter de jeter ici un coup d'œil rétrospectif sur le rôle de la gravure dans le passé, avant de juger les œuvres du présent.

§ 1.

Depuis son origine jusqu'au jour où l'idée vint d'en tirer une épreuve par la pression, la gravure n'est, en définitive, qu'un procédé de dessin. Comme lui elle remonte à l'enfance du monde. Après l'architecture, créée pour mettre l'homme à l'abri des intempéries, vint la sculpture, qui, immortalisant la figure des héros et des rois, consacrait pour les adeptes des religions naissantes le simulacre des divinités qu'ils devaient adorer. Bientôt, lorsque le génie humain eut moins à se dépenser en luttes contre les obstacles matériels, le niveau des idées s'éleva de lui-même, et un nouvel art parut, d'un ordre plus élevé que la sculpture : le dessin.

Il y a, en effet, entre la sculpture et le dessin, la différence qu'on retrouve entre l'imitation instinctive et l'imitation intelligente et réfléchie. Il suffit de posséder par la vue la forme réelle d'un objet pour le *reproduire par le modelage ;* mais il faut, pour *dessiner* le même objet, une appréciation intelligente des plans, une faculté d'interprétation des formes, qui ne peut résulter que d'une somme de connaissances d'un ordre relativement assez élevé.

La fragilité du dessin conduisit promptement à la recherche d'un procédé qui pût transmettre, comme le faisait la sculpture, les enseignements d'une génération aux générations qui devaient la suivre ; de là vint la *gravure*. A dater de ce progrès, la tradition orale, messagère souvent infidèle, perdit la voix, et l'histoire, armée du fameux « *burin* » commença son livre gigantesque dont les pages de granit, de marbre et « d'*airain*, » sont presque toutes arrivées jusqu'à nous.

Les plus anciens spécimens de la gravure sont ces inscriptions chinoises, égyptiennes, assyriennes, etc., qui nous ont servi de bases pour reconstruire le passé.

Avec ces inscriptions nous citerons deux épaves d'une autre nature, toutes deux gravées sur pierre. L'une, trouvée à Denderah, représente les signes du zodiaque ; elle est surtout connue pour avoir, lors de son arrivée à Paris, en 1822, servi de thème à une discussion sur les monuments antédiluviens. La seconde,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins ancienne sans doute, nous semble plus intéressante. Elle se compose de fragments d'un plan ou *Ichnographia* de la Rome des empereurs, gravé sur les dalles qui servaient jadis de pavé au temple de Romulus et de Remus. Ces précieux débris, conservés au Capitole, permettent de supposer que l'ensemble formait un guide où chaque rue, chaque édifice, peut-être même chaque maison, était à sa place et dessiné avec un détail suffisant pour en bien montrer l'emplacement et la forme. Quoique exécuté à une époque voisine de la décadence (probablement sous Septime-Sévère), ce travail permet de juger du talent de dessinateur des anciens architectes, qui, aussi bien que ceux d'aujourd'hui, savaient par des contours très-simples indiquer les formes d'une construction. Toutes ces gravures sont incisées, c'est-à-dire que les traits sont tracés en creux dans la pierre; ce qui prouve que la gravure en creux est le plus ancien des procédés, si on considère la gravure au point de vue graphique, tandis que nous allons voir, au contraire que c'est le procédé le plus moderne quant à la multiplication du dessin par l'impression. Que des tentatives aient été faites pour atteindre ce dernier but avant la décadence romaine, cela ne surprendra personne, d'autant plus que l'usage des caractères mobiles ne leur était pas complétement étranger[1].

Certaines petites boîtes, contenant des caractères en bois et en cuivre assez semblables à ceux dont on se sert pour marquer le linge, et qui furent exhumées à Pompéi, feraient supposer qu'eux aussi sentaient déjà le besoin de remplacer la main de l'écrivain par un moyen mécanique plus rapide. Quant au procédé de reproduction au moyen duquel Varron *illustra* un livre avec les portraits de *sept cents personnages*, nous ne pouvons que regretter la discrétion de Pline qui n'avait pourtant pas l'excuse du brevet.

Nous omettons volontairement ce qui concerne la gravure sur pierres fines et l'ornementation des bijoux. La glyptique appartient plutôt à la sculpture qu'à la gravure, et l'orfèvrerie qui conduisit à la gravure en taille douce, malgré la similitude des procédés, est en dehors de notre étude par la nature de ses produits.

Tandis que les populations européennes accomplissaient, à la suite du démembrement de l'Empire romain, ce tassement qui devait limiter à chacun sa place au soleil, les peuples de l'extrême Orient, plus à l'aise sur leur immense territoire, se préoccupaient déjà de la multiplication des documents scientifiques, et cherchaient l'imprimerie.

Au sixième siècle, selon M. Stanislas Julien, les Chinois pratiquaient la xylographie, que l'Europe ne connut qu'au dixième siècle. Pendant les neuvième, dixième et onzième siècles, les Chinois et les Japonais appliquèrent la gravure sur bois à la reproduction des dessins et des caractères d'écriture; les Indiens paraissent avoir imité leurs voisins dans le cours du treizième siècle.

En Europe, les enlumineurs de manuscrits continuent, durant tout le moyen âge, leur fastidieux travail, dessinant et coloriant au patron les ornements de leurs manuscrits. Doit-on voir, dans l'emploi de ce patron, l'idée première de la xylographie, comme l'assure Breitkop? Non sans doute; et tous les historiens s'accordent à voir dans l'imagier qui fit les premières cartes à jouer, l'inventeur de la xylographie. Nous disons l'inventeur, car, en dépit de ceux qui affirment le contraire, il est victorieusement prouvé, aujourd'hui, que l'invention de la gravure en relief, sur bois, par les Chinois, est un fait isolé, particulier à l'Asie, et dont l'Europe n'eut connaissance qu'à une époque où ses produits étaient déjà

1. Voir l'Étude intitulée *l'Imprimerie et les livres*, 9e et 10e fascicules, par M. A. Jeunesse, page 328 (tome II des *Etudes*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien supérieurs à ceux de la xylographie chinoise. Après avoir succédé à l'emploi des patrons pour l'impression des cartes à jouer (1420) et des images, la xylographie fut appliquée à l'impression des caractères et servit à imprimer les quelques livres qui précédèrent l'emploi des caractères mobiles, c'est-à-dire, l'avénement de l'imprimerie telle que l'avait rêvée l'inventeur. La gravure sur bois se trouva dès lors spécialement consacrée à l'*illustration* des livres imprimés par ce nouveau procédé, ou à exécuter des séries de sujets religieux ou philosophiques. La *Bible des pauvres*, dont les sujets gravés sur bois avant 1430 sont accompagnés d'un texte manuscrit, prouve que les lecteurs du moyen âge appréciaient comme ceux d'aujourd'hui, l'introduction des images dans les livres.

§ 2.

Vingt-neuf ans après la première estampe xylographique, de date authentique, c'est-à-dire en 1452, un orfèvre florentin applique l'impression à la gravure en creux sur métal, qui, avec des procédés identiquement opposés à ceux de la gravure sur bois, donne des produits supérieurs comme finesse. Or, tandis que la xylographie intimement liée à la typographie par la similitude des moyens d'impression, fait cause commune avec les livres, la gravure en taille douce, plus apte à rendre les travaux artistiques, devient une branche importante des beaux arts.

Mais le temps presse, et entre les mains de tous ces artistes de la Renaissance, pris de la rage de produire, les inventions se succèdent et l'*eau-forte*, plus rapide que la taille-douce, d'une exécution plus facile, vient la suppléer dans les travaux rapides ou tout au moins abréger sa tâche. On essaya encore à cette époque d'obtenir des reliefs sur cuivre, mais la longueur du travail fit renoncer à ce procédé.

Le quinzième siècle aurait assez fait pour la gravure, quand même il ne nous eût pas laissé les estampes de Mantegna et de Martin-Schœn ; mais le siècle suivant peut fournir assez de noms de graveurs célèbres pour en former un calendrier. En Allemagne, pour ne citer que quelques noms, nous trouvons Albert Dürer, Lucas de Leyde, Aldegraver, Altdorfer, Beham, Meyer, Pentz et Wenceslas d'Olmütz, qui passe pour l'inventeur de la gravure à l'eau-forte. Dans les Pays-Bas, Ortellius d'Anvers, applique la gravure à la reproduction des cartes topographiques. En Italie, le Parmesan et les Carrache alternent le pinceau avec le burin, tandis que Marc-Antoine Raimondi, s'inspirant de Raphaël, élève la gravure à la hauteur des chefs-d'œuvre du plus haut style. La France, — en retard cette fois sur l'Allemagne, — n'a guère à citer que Jean Duvet, Noël Garnier et Nicolas Beatrizet ; et encore leurs œuvres, inférieures à celles des maîtres étrangers, ne doivent-elles être considérées que comme un point de départ, comme des essais dont le principal mérite est de fixer la date du début de la gravure dans notre pays.

Le dix-septième siècle qui vit les plus beaux jours de la gravure en taille douce (burin et eau-forte), vit aussi commencer la décadence de la gravure sur bois. Rembrandt, Van Dyck, Callot, Abraham Bosse, Salvator Rosa, emploient l'eau-forte à produire des chefs-d'œuvre. Puis, arrive le règne pompeux de ce roi qui n'aimait pas les *magots* en peinture, et qui n'eût pas trouvé les eaux-fortes de Rembrand de meilleur goût que les buveurs d'Ostade et de Brauwer. L'art porte perruque et le *burin*, l'historique burin, est seul assez noble pour interpréter les grandes « *machines* » de Lebrun, les batailles d'Alexandre, toutes resplendissantes de la gloire de Louis XIV. Aussi le genre familier de la xylographie est-il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complétement abandonné ; l'eau-forte elle-même est, pendant cette période boursouflée, l'humble servante du burin, ou considérée comme un genre sans importance. C'est l'époque ou Mellan grave sa *Sainte Face* d'un seul trait en spirale, où Gérard Audran redessine les batailles d'Alexandre et les grave d'une si admirable façon. La France prend sa revanche du siècle précédent avec Nanteuil, Drevet, Masson, Silvestre, Pesne, Roullet, les Poilly, etc. Les Pays-Bas seuls peuvent, à cette époque, rivaliser avec nous. Si l'altière volonté du roi-soleil a suffi pour créer des illustrations de tous genres, un autre monarque, non moins brillant, Rubens, le roi de la couleur, a fait éclore aux rayons de son exubérant génie une école tout entière de graveurs de grand mérite : Edelinck, Luc Vosterman, Paul Pontius, Bolswert, les Wischer, Hendrick Snyers, etc.

Somme toute, au dix-septième siècle la gravure est, on peut le dire, arrivée à son apogée, et si nous voyons dans le siècle suivant son niveau s'abaisser graduellement, c'est que l'excès d'habileté a toujours perdu bon nombre de graveurs.

En effet, à part les derniers représentants de la forte école du siècle précédent, la plupart des graveurs du dix-huitième siècle ont fait une large place à leur individualité. A l'aspect magistral des grandes pages, succèdent des œuvres où la recherche du travail, l'habileté du burin, l'ostentation du métier, en un mot, s'accuse plus qu'il ne le faudrait dans une œuvre sérieuse. Néanmoins, la première moitié de ce siècle tant décrié produisit de bonnes gravures signées de Lebas, de L. de Chatillon (les *Sept Sacrements* d'après le Poussin), de Thomassin, issu d'une ancienne famille de graveurs distingués qui firent école depuis la fin du dix-huitième siècle et furent les maîtres de J. Callot, de Dorigny et de Cochin. P. Drevet, de Lyon, qui grava d'admirables portraits d'après Hyacinthe Rigaud, qui eut pour continuateurs son fils et son neveu Claude, la famille des Simonneau, qui fournit trois bons graveurs ; enfin Balechou dont la *Tempête*, d'après J. Vernet, est entre autres œuvres de mérite un morceau irréprochable, furent encore de grands maîtres.

Mais dans la seconde moitié de ce siècle, à côté des œuvres de Laurent Cars, qui fut presque le rival de Gérard Audran dans le grand genre, à côté de Wille, de Raphaël Morghen, de Berwic, de Castellan, de Massard, combien de mesquineries, d'afféteries, de petites estampes de Marillier, de Duclos, de petites vignettes d'après les gouaches de Baudouin, les dessins de Moreau ou de Saint-Aubin !

Enfin, la réaction arrive, puissante, radicale, foudroyante. Aux fêtes brillantes, reproduites si élégamment par Cochin, succèdent les *eaux-fortes* de Duplessis Bertaux. Entre l'œuvre de ces deux graveurs il y a tout le cataclysme révolutionnaire. Puis vient l'école de David avec ses tendances à l'austérité artistique, et dont les tableaux semblent appeler le burin. Berwic, Audouin, Richomme, Avril, etc., se remettent à l'interprétation des maîtres oubliés sous le règne de Boucher. Quoique rares, les bonnes gravures ne sont pas introuvables à cette époque qui vit aussi, citons-le en passant, la découverte de la gravure imitant le lavis, découverte dont Charpentier et Bonnet se disputent la priorité. Depuis lors, la gravure au burin, entre les mains habiles de nos contemporains, s'est, sinon perfectionnée, du moins maintenue au niveau de la peinture moderne : mais, suppléée, dans les œuvres destinées au commerce, par des moyens plus rapides, aqua-tinte ou lithographie, remplacée parfois même par la photographie, elle trouve plus rarement sa place. Si les œuvres importantes exécutées au burin deviennent de jour en jour plus rares, en revanche, les procédés rapides et économiques sont en faveur : manière noire, aqua-tinte, genres mixtes, eau-forte, etc., abondent de tous côtés en concurrence avec la gravure sur bois, la lithographie et la photographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3.

Dès la fin du dix-huitième siècle (1775), un artiste anglais, Thomas Berwic, réussit à remettre en faveur la gravure sur bois abandonnée depuis près d'un siècle, et lui ouvrit une ère nouvelle de prospérité en renouvelant sa partie technique. Les résultats obtenus par les nouveaux procédés, supérieurs à ceux qu'on avait obtenus précédemment, firent le succès des premiers livres illustrés, dont la vogue fut bientôt générale, non-seulement en Angleterre, mais en Allemagne, et en France où, la révolution littéraire et artistique de 1830 aidant, les illustrations devinrent une nécessité. D'un autre côté, la lithographie, entrevue en 1738 par le physicien Dufay, et inventée en 1799 par Aloys Senefelder, commençait à se répandre en Allemagne, en Italie et en France dès les premières années de ce siècle.

Ce genre de dessin, qui a l'immense mérite de supprimer le traducteur de la pensée du dessinateur et de fournir au commerce des épreuves à un prix fort inférieur à celui de la gravure, a puissamment aidé au développement des tendances artistiques et scientifiques qui caractérisent notre siècle. Le présent ouvrage, pour ne citer qu'un exemple, nous montre l'autographie luttant de précision dans d'innombrables figures, souvent fort compliquées, avec la pureté de la taille douce et les qualités solides de la xylographie, et permet d'apprécier les services rendus chaque jour à la science par ces moyens graphiques. Néanmoins le dernier mot n'est pas encore dit, et la preuve c'est que chaque année voit éclore un certain nombre de procédés plus ou moins pratiques qui tendent à un même but.

1° Faire sinon mieux, du moins aussi bien que la gravure sur bois ;
2° Présenter les mêmes facilités d'impression typographique ;
3° S'exécuter plus rapidement et à moins de frais ;

C'est-à-dire réunir les trois qualités essentielles, aptitude, rapidité, économie.

L'héliographie, qui du reste se prêterait peu à l'impression typographique, est encore à l'état de problème et ne trouvera peut-être pas d'ici à longtemps une solution pratique.

La paniconographie de M. Gillot, qui n'est pas sans mérite, ne remplit pas encore toutes les conditions.

La néographie de M. X. Comte, beaucoup plus pratique, n'est pas encore aussi répandue qu'elle devrait l'être.

Le procédé de MM. Salmon et Garnier, de Chartres, n'a jamais été pratiqué en grand, que nous sachions du moins.

Nous ne parlons ni du relief Marchandeau, ni du procédé Belot, ni de tant d'autres procédés qui ne sont que des variantes plus ou moins pratiques de procédés connus.

Un dernier procédé nous reste, celui de M. Dulos, qui est entré dans une voie toute nouvelle, au bout de laquelle on doit trouver une issue. Mais tous ces moyens, il faut l'avouer, ne sont pas complets, et chacun d'eux ne réalise que deux termes sur les trois fixés par le programme : aptitude, rapidité, économie. Il y a là matière à recherches pour les esprits aventureux, et ce ne sera pas une mince gloire, de trouver le *dernier mot de la gravure*.

1. Nous n'entrons dans aucun détail sur l'origine et les progrès rapides de la lithographie, une étude spéciale devant être consacrée à cet art par un de nos collaborateurs.

[Le travail sur *la Lithographie, la chromo-lithographie, l'autographie, la gravure sur pierre, les machines à imprimer*, etc., par M. De Koppler, est publié dans les 26e et 27e fascicules des *Études*. — E. L.]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble des divers procédés de gravure forme trois groupes naturels, déterminés par le but auquel ils doivent atteindre. Le premier groupe se compose des procédés ayant rapport à la gravure en creux sur métaux ou *chalcographie ;* le second n'a trait qu'à la gravure sur bois ou *xylographie.* Dans le troisième nous réunirons les essais, plus ou moins réussis, tentés surtout depuis quelques années, pour produire, au moyen d'agents chimiques ou autres, des planches destinées à la reproduction du dessin par impression.

PREMIÈRE PARTIE.

Chalcographie.

La gravure en creux, sur métal, dans sa forme primitive, c'est-à-dire comme simple décoration, remonte à une époque très-reculée, ainsi que nous l'avons dit. Aux cachets gravés, mentionnés par les auteurs de l'antiquité, succèdent au moyen âge, les *nielles*. Au douzième siècle le moine Théophile, dans son livre : *Principalium artium schedula,* s'étend longuement sur les procédés de la *niellure.* Marseille, sous les rois de la première race, excellait dans cette spécialité. En 646, un abbé, Leodebod, léguait, par testament, à un monastère, deux coupes en argent doré, ornées de nielles. Les romans de chevalerie du douzième siècle parlent d'armes et d'étriers niellés. Ce genre d'ornement était tombé en désuétude lorsque Benvenuto Cellini le remit en honneur. (Voir son *Trattato dell' Oreficeriâ.*)

Le procédé généralement employé était celui-ci : On gravait au burin un dessin sur fond d'or ou d'argent, et l'on remplissait les entailles formant les traits de ce dessin au moyen d'un mélange de plomb, de cuivre et d'argent fondus avec du soufre [1]. Souvent, les figures dont les traits intérieurs étaient indiqués le plus légèrement possible, s'enlevaient sur un fond noir formé par le mélange ci-dessus (*nigellum, noirâtre*). Les plus grands nielles connus à cette époque n'ont pas plus de 0m.10 dans leur plus grande dimension.

C'est en exécutant une de ces pièces d'orféverie que Thomaso Finiguerra, orfèvre florentin, élève, selon quelques biographies, du peintre Masaccio et du sculpteur Gibherti, découvrit l'impression sur papier de la gravure en taille-douce.

En 1452, la Société des ouvriers commerçants en laine lui avait commandé une *Paix,* plaque gravée, destinée à recevoir dans les cérémonies religieuses le baiser de paix. Suivant les usages ordinaires, il prit pour se rendre compte de sa gravure, avant de la terminer, une première empreinte d'argile qui lui donnait l'inverse de son travail, c'est-à-dire des reliefs pour des creux ; puis une seconde empreinte en soufre qui, redressant les choses, lui donnait l'image exacte de son dessin. Dans les sillons de cette épreuve, on coulait du noir de fumée qui permettait de juger en détail des traits. L'idée lui vint d'appliquer sur cette contre-épreuve une feuille de papier humide, sur laquelle le travail du burin se trouve reproduit en noir. Il recommença l'essai sur la plaque de métal,

1. Le mélange avait lieu dans les proportions suivantes : argent, 38 parties; cuivre, 12; plomb, 50; borax, 36; soufre, 386, fondus au creuset puis lavés dans de l'eau ammoniaquée. La planche gravée était chauffée au rouge brun, et on y appliquait l'émail à la consistance de pâte. On revenait ensuite avec la lime douce pour enlever l'excès de nielle et donner de la netteté aux traits de la gravure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et obtint une épreuve encore plus pure : l'impression en taille-douce était trouvée en même temps que la plus précieuse application de la gravure.

Cette première épreuve de l'impression en taille-douce dormit longtemps dans le carton du Cabinet des estampes de Paris, où elle fut découverte, en 1797, par l'abbé Zani ; les deux empreintes prises par Finiguerra existent encore : l'une à Gênes dans la collection Durazzo, l'autre au British Museum de Londres. Cette *Paix* représentait le Couronnement de la Vierge.

A peine Finiguerra avait-il divulgué sa découverte, que l'Allemagne produisait déjà des estampes imprimées par ce procédé. Divers écrivains, frappés de ce fait, ont cherché à établir que cette invention avait été simultanée dans les deux pays. Il faudrait alors, ne fût-ce que par esprit de justice, reconnaître les droits à la priorité des Chinois qui, au dire du voyageur vénitien Marco Polo, imprimaient par ce procédé, au treizième siècle, sur papier de mûrier, des assignats gravés sur cuivre.

Albert Durer, qu'on trouve au début de tous les progrès graphiques de cette époque, s'était emparé en maître de la gravure en taille-douce, et lui avait fait faire tant de progrès du premier coup, que ses œuvres sont encore, pour les graveurs d'aujourd'hui, un sujet d'études instructives. Le caractère de son œuvre, au point de vue pittoresque, étant l'impression forte qu'il cherchait à produire par l'effet de la scène qu'il représentait, le porta à donner à chaque détail sa valeur propre dans l'ensemble. Aussi, au travail uniforme du nielle, qu'avait jusqu'à un certain point conservé Andréa Mantegna, dans son *Triomphe de César* et ses *Bacchanales*, il substitua cette variété de moyens qui accentue chaque détail au profit de l'effet général. Prenons pour exemple son *Saint Jérôme*, daté de 1714, et cherchons la cause de l'intérêt qui nous saisit devant cette scène si simple. Un intérieur éclairé de deux petites fenêtres, dont les carreaux projettent sur l'embrasure de la croisée l'ombre affaiblie de leur armature de plomb; un vieillard courbé sur un livre dans un rayon de lumière, et au premier plan, sur un plancher de sapin, dont les veines sont trop apparentes, un lion et un renard, puis quelques ustensiles, notamment une gourde suspendue au plafond. Rien n'est moins historique qu'une semblable composition ; mais le maître y a tracé les principes auxquels se sont conformés tous ceux qui depuis ont tenu un burin. Chacun de ces détails insignifiants, en apparence, a été traité d'une façon spéciale : les murs, le personnage, le plancher, les animaux, dont la différence de pelage est admirablement indiquée par un travail souple et ondoyant pour le renard, et par des traits plus roides pour le lion ; la gourde elle-même, traitée de manière à bien rendre sa surface arrondie et luisante, nous retiennent devant cet intérieur de vieux savant que justifie si peu le titre de l'estampe. A Durer revient donc l'honneur d'avoir enseigné comment, par la variété des procédés, on imite la variété des substances.

Lucas de Leyde, moins puissant que Durer, introduisit dans la gravure la perspective aérienne qu'avait tant négligée son illustre devancier. Il adoucit, dans ses arrière-plans, le travail du burin, de façon à faire sentir les couches d'air interposées entre ses fonds et l'œil du spectateur. Son estampe de *Virgile suspendu dans un panier* servit de point de départ à ce second perfectionnement ; mais la gravure en taille-douce reste entre ses mains ce qu'en avait fait Albert Durer, un genre un peu trop familier, que Marc-Antoine devait épurer pour la rendre propre à la reproduction des œuvres les plus élevées de la peinture.

Marc-Antoine Raimondi, qui avait d'abord imité Durer et ses élèves, modifia sa manière sous l'influence des œuvres de Raphaël. Épris surtout du caractère noble des œuvres de l'École romaine, il créa, en gravure, l'École du style, c'est-à-dire qu'il chercha à produire la plus forte impression possible par l'élévation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la prédominance du dessin. Son œuvre, froide et un peu monotone, est le type classique de la gravure au burin. Quoi qu'il en soit de ses défauts, nous ne pouvons lui refuser le mérite d'avoir réagi contre le genre un peu trop terre à terre des vieux maîtres allemands, et d'avoir élevé le niveau de la taille-douce en accordant au dessin le pas sur la couleur, et en préférant la beauté à la richesse.

La dernière amélioration matérielle dont la gravure avait besoin pour interpréter la peinture se produisit sous l'influence du grand maître de la couleur, Rubens, comme sous celle de Raphaël, l'introduction du style. Ce furent les élèves du grand peintre flamand qui, les premiers, cherchèrent à rendre la couleur dans la gravure, en tenant compte, dans le travail de burin, de l'effet produit par les qualités d'absorption ou de réfraction des différentes couleurs, soit dans la nature, soit dans les tableaux. Sous l'influence du maître, Luc Vosterman, Paul Pontius, les deux Bolswert, Frédérick Snyers, etc., produisirent ces estampes si puissantes de burin, où la forte couleur des maîtres de l'École se lit presque aussi distinctement que sur une copie peinte. Ce fut le dernier miracle de la gravure. Depuis lors, la technique de l'art n'a pas fait de progrès importants. Que peut laisser à désirer, du reste, sous ce rapport, une œuvre consciencieuse : Durer nous enseigna la variété des travaux du burin ; Lucas de Leyde, la perspective aérienne ; Marc-Antoine, la pureté du style dans le dessin ; Rubens, la couleur. Réunissez ces quatre qualités, et vous aurez un chef-d'œuvre ; c'est pourquoi nous avons cru devoir nous en occuper avec plus de détails peut-être que notre cadre ne l'eût comporté ; mais sans ces principes généraux, l'application des préceptes matériels qui suivent serait inutile.

I

Gravure au burin.

Le burin des graveurs est, à peu de choses près, l'outil des orfévres du moyen âge, c'est-à-dire une petite barre d'acier d'une trempe très-fine, et dont une extrémité présente une section de forme variée, suivant le genre de travail auquel il est destiné. Les formes les plus usitées pour la gravure en taille-douce sont le carré et le losange, plus ou moins aigu. Le burin carré sert spécialement à tracer les traits circulaires, et le losange à tracer les traits rectilignes. Un complément indispensable de cet instrument, c'est une pierre du Levant sur laquelle on dresse l'extrémité du burin plus ou moins obliquement, relativement à l'axe de l'instrument, de façon à obtenir la section nécessaire. Ajoutons à ces burins variés et en nombre suffisant quelques pointes ou fortes aiguilles munies d'un manche de bois, un grattoir et un brunissoir, ordinairement réunis par un manche commun, un tampon de feutre chargé de noir pour faire apparaître au besoin les lignes tracées par le burin dans le cours du travail, une loupe et quelques petits étaux à main, et nous aurons, à peu près complet, l'outillage d'un graveur en taille-douce.

Suivons-le dans son travail. Il a d'abord arrêté sa composition en copiant exactement sur le papier le tableau qu'il doit reproduire au crayon, ou plus généralement à l'estompe ; un second travail, ordinairement un calque, lui fournit les premiers éléments de son travail de burin, c'est-à-dire qu'il transporte la charpente de son dessin sur la plaque de cuivre ou d'acier, préalablement polie, brunie et nettoyée au blanc d'Espagne, en marquant, par une suite de points interrompus, les contours des objets, et, de plus, l'endroit où doivent s'arrêter, dans les milieux, les masses d'ombre et même les demi-teintes. Ce travail pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paratoire se fait légèrement avec la pointe sèche. Alors il commence le laborieux travail du burin, tantôt levant le poignet pour faire pénétrer plus profondément la pointe dans le métal et obtenir un trait large et gras, tantôt le baissant, au contraire, pour affleurer seulement la surface de la planche qu'il fait souvent pivoter de la main gauche pendant que la main droite guide le burin dans les courbes qu'il décrit pour rendre le modèle. Ce premier travail a pour but de masser les ombres et d'établir l'effet, ce qui s'obtient généralement en conduisant les traits du burin, qu'on appelle, dans ce cas, *premières tailles*, suivant le relief des formes. Quoique certains graveurs se soient écartés de ce principe classique, il est facile de se convaincre, d'après la majorité, des bonnes estampes que les premières tailles ont scrupuleusement suivi, en les accentuant selon l'effet de la lumière, les saillies et les rentrées des muscles, des plis de draperies, aussi bien que des autres surfaces : c'est ce qu'on appelle des *tailles enveloppantes*. Cette esquisse, ou plutôt cette préparation, est généralement pâle, et si c'est de l'intelligence avec laquelle elle est exécutée que dépend le plus souvent la gravure, comme effet, c'est du travail des secondes et des troisièmes tailles que résulte le charme de l'exécution.

Sur les indications établies par ce premier travail le graveur revient patiemment, éteignant le blanc que donneraient à l'impression les espaces compris entre les tailles lorsque ces parties doivent être dans l'ombre, mais choisissant avec tact (et c'est là que gît la difficulté), le moyen le plus convenable; car, dit avec raison M. Ch. Blanc : « Copier les contours avec sentiment, bien mettre à leur place l'ombre et la lumière, exprimer la nature visible des surfaces, la dégradation des plans, l'inégalité des reliefs, ne suffit pas au graveur. Il importe que l'expression soit obtenue par tel procédé plutôt que par tel autre; et c'est le choix du procédé qui constitue l'étroite spécialité de son art. »

Ces procédés, du reste, sont peu nombreux, et c'est par leur combinaison intelligemment ménagée qu'on parvient à la vérité du rendu en évitant les écueils de la monotonie ou du papillotage, le Charybde et le Scylla des graveurs inexpérimentés.

Rentrer la taille, c'est repasser le burin dans les premiers sillons qu'il a tracés pour renforcer certaines parties [1], augmenter le modelé en remontant le ton dans la partie la plus accusée des ombres ou des demi-teintes.

L'entre-taille est un trait léger glissé parallèlement entre deux tailles pour adoucir le contraste un peu rude du noir encadrant un espace blanc. Le luisant des surfaces polies est parfaitement rendu par ce moyen que la roideur de son parallélisme forcé rend moins propre à l'imitation des surfaces mates et des matières plus souples.

Les tailles qui viennent en se croisant renforcer le travail de la mise à l'effet laissent entre elles et les premières, selon leur degré d'inclinaison, des carrés blancs plus ou moins oblongs, des losanges plus ou moins pointus. Lorsqu'une troisième taille est nécessaire pour donner aux noirs leur valeur, il en résulte de petits triangles. La forme de ces réserves blanches qui, amenant la lumière dans les ombres, les empêchent de s'alourdir, n'est pas sans importance au point de vue général; nous indiquerons plus loin quelques cas où leur emploi spécial est établi en règle générale.

Les points, employés, soit pour terminer les tailles qui avoisinent les endroits fortement éclairés, et adoucir le passage de l'ombre à la lumière, soit pour rem-

1. On dit aussi : aviver une taille, c'est-à-dire la creuser pour la rendre plus vigoureuse, mais ceci s'entend plutôt dans le sens plus restreint d'un travail qui consiste à produire un effet brillant dans quelques endroits seulement du dessin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placer *les contre-tailles* dans les ombres proprement dites, servent aussi comme correctifs de la netteté du burin dans les parties qui exigent de la douceur, *du flou*.

Quoique l'exemple ait prouvé maintes fois qu'en dehors des règles générales un artiste de talent pourrait trouver le salut, la majorité des graveurs s'est rencontrée dans l'identité des moyens employés pour rendre les chairs, les draperies, etc. Aussi en disséquant un certain nombre de gravures types, peut-on arriver à formuler les quelques règles générales suivantes.

Chairs. — Lorsque les circonstances exigent de la délicatesse, les premières tailles ne doivent guère accuser que les masses d'ombre, pas de contre-tailles autant que possible, mais des points dans des losanges tenant le milieu entre le carré qui serait lourd et le losange oblong qui serait sans souplesse, beaucoup de points pour former les demi-teintes aux approches de la lumière.

L'habile Goltzius, pour avoir abusé en certains cas de la taille enveloppante, a parfois donné à ses chairs un brillant métallique; mais il savait aussi faire jouer aux premières tailles un rôle mystérieux, en les sacrifiant, dans l'effet général, aux secondes et aux troisièmes tailles. Edelinck, qui eut le bon esprit d'imiter cette finesse, sut aussi profiter dans les ombres de la richesse et de la douceur de ton que produisaient ces tailles sacrifiées, tandis que le travail qui les recouvre détruit toute apparence de monotonie.

Les carnations vigoureuses, le modelé plus saillant que dans le cas précédent permettent l'emploi des tailles carrées engraissées par des points plus longs que ronds, mêlés dans les tailles et employés en demi-teintes. Abraham Bosse dit que ces points « se doivent arranger à peu près comme les briques d'un mur *plein sur joints*. » Cette règle n'est certainement pas de rigueur; car Bolswert, dans le magnifique *Couronnement d'épines*, d'après Van Dyck, pas plus que G. Audran dans les *Batailles d'Alexandre*, ni J.-B. de Poilly dans une série d'estampes que nous avons sous les yeux, ne se sont pas conformés à cette régularité et ne sont pas des exceptions. Généralement ces points sont disposés de façon à accentuer le modelé, et semblent couler dans le sens des formes.

Les draperies présentent, outre leur variété de couleurs qui forcent le graveur à se ménager des ressources pour une gamme de tons des plus variés, la question du tissu dont on ne peut sortir qu'en variant le travail; ainsi la soie, avec ses reflets chatoyants et ses lumières brusques, n'est bien rendue que par des tailles nourries, garnies d'entre-tailles interrompues brusquement dans les lumières. Les draperies de lin ou de coton s'interprètent plus facilement avec une simple taille un peu serrée. Les draperies lourdes, comme la laine et le drap, par un travail large et souple qui enveloppe bien le modelé des plis et des tailles croisés, au besoin dans les parties noires. Les graveurs du dix-septième siècle ont excellé dans la gravure de draperie. Exemples : les gravures de portraits de Drevet d'après Rigaud, et surtout celui de Bossuet; Edelinck, dans certaines gravures, d'après Raphaël, etc.

L'une des grandes difficultés de la gravure au burin est le rendu de la *chevelure*, lorsqu'elle n'est pas lisse surtout. Edelinck, Nanteuil et bien d'autres n'ont donné qu'un à peu près, et sous ce rapport nous sommes en progrès. Nous attachant moins à la vérité absolue qu'à l'interprétation intelligente, nous savons éviter ces affreuses coiffures en fil de fer qui déshonorent tant de portraits d'ailleurs excellents. Les graveurs d'aujourd'hui, Henriquel-Dupont entre autres, les traitent par masse, détaillant quelques mèches sur l'ensemble, et leur laissent la transparence et la légèreté que la peinture leur donne.

Quant au *paysage*, presque toujours préparé à l'eau-forte, il trouve, ce nous semble, une place plus naturelle sous la rubrique de ce procédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'architecture, à part quelques exceptions, sert ordinairement de fond aux personnages; aussi est-elle souvent sacrifiée. Son rôle, dans ce cas, doit être rendu par un travail sobre, tranquille, peu détaillé. On fait ordinairement converger le plus possible les tailles vers le point de fuite, afin d'ajouter à la perspective.

Somme toute, les règles, si pratiques qu'elles soient, ne seraient rien pour un graveur qui ne joindrait pas à une connaissance parfaite du métier une science profonde du dessin, et cette faculté d'invention qui caractérise les vrais artistes et leur permet d'exécuter, avec les plus infimes matériaux, les plus hautes créations du génie. A l'intérêt résultant de la manière dont l'estampe est incisée dans le métal doit se joindre une intime assimilation de l'œuvre des maîtres et la plus incroyable puissance de transformation; car « les travaux qui rendront bien un tableau de Raphaël ne conviendront pas pour graver un tableau du Corrége; Rubens ne doit pas être gravé comme Carrache, ni Rembrandt comme Titien. »

II

Gravure à l'eau-forte.

Jusqu'au dix-septième siècle, l'histoire de la gravure à l'eau-forte peut se résumer par quelques dates : 1496, date d'une eau-forte de Wenceslas d'Olmutz, conservée au Musée de Londres (authentique?); 1515, eau-forte d'Albert Durer. Francesco Mazzola ou Mazzuoli (le Parmesan), né en 1505, est donc considéré à tort, par les Italiens, commme l'inventeur de ce procédé. Il est le premier cependant qui l'ait introduit dans sa patrie, et les légers croquis qu'il grava ainsi soutiennent la comparaison avec les eaux-fortes de tous ceux qui ont précédé Rembrandt. Avec le grand maître du clair-obscur, l'eau-forte se transforme. Ce n'est plus un simple croquis prestement enlevé, un contour indiqué à main levée : c'est un tableau peint avec du noir et du blanc, où l'ombre mord hardiment sur la lumière, où les traits se heurtent, se croisent, bavochant sur le bord, moins semblables à des traits qu'à des coups de griffe, mais d'une griffe de lion. Il y a loin de là à la pureté du burin, quoique les graveurs classiques en soient venus à employer l'eau-forte, comme préparation, pour abréger un peu leur fastidieux travail. Mais le caractère vrai de ce genre de gravure a été clairement déterminé par l'application qu'en firent Rembrandt, Ostade, Karel-Dujardin, Berghem, Callot, à la reproduction des scènes familières ou rustiques, où le réalisme emprunte un piquant attrait à la manière indépendante et capricieuse dont la pointe joue avec la pensée de l'artiste. Van Dyck lui-même a *croqué* de magnifiques esquisses de portraits que le burin n'a pas osé *terminer*.

Le travail du graveur à l'eau-forte n'est guère plus compliqué, au point de vue du métier proprement dit, que celui du graveur au burin; néanmoins l'action se divise en deux parties : 1° le dessin; 2° la morsure.

Les opérations préliminaires consistent, une fois qu'on a choisi et nettoyé une plaque bien homogène, à la recouvrir d'un vernis inattaquable aux acides.

Pour étendre le vernis, on expose, sur un réchaud à feu doux, cette plaque, maintenue dans un étau à main par le bord; puis au moyen d'un petit tampon, on égalise sur la surface le vernis que la chaleur a suffisamment fondu. On expose ensuite à la fumée de plusieurs brins de bougie tordus ensemble, la surface vernie pour la noircir.

Ce vernis, outre la propriété de résister aux acides, doit présenter assez de corps pour que l'instrument du graveur y laisse une trace nette, sans cependant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y trouver une résistance qui rendrait le travail long et pénible, et lui enlèverait cette liberté de traits qui plaît dans l'eau-forte. Callot se servait de *vernis fort*, dit *vernis de Florence*, ainsi composé : on fait chauffer, dans un vase de terre vernissée, de l'huile de lin ; on y ajoute, en quantité égale, du mastic en larmes réduit en poudre ; on remue pour faire le mélange, après quoi on passe à travers un linge. On doit conserver ce vernis dans un bocal hermétiquement bouché. Le vernis de Callot est aujourd'hui remplacé plus communément par le vernis suivant, dont la composition est due à M. Lawrence :

Cire vierge	335
Asphalte en poudre	335
Poix noire	165
Poix de Bourgogne	165
	1,000

On le prépare en faisant fondre, comme dans le précédent, la cire et la poix, auxquelles on ajoute l'asphalte pulvérisée. On l'essaye en faisant refroidir une goutte, qui doit casser en se pliant ; alors on retire du feu, et après l'avoir formé en boule, on le conserve à l'abri de l'air.

C'est donc ce vernis que le dessinateur doit enlever sur le cuivre, dans les endroits où il veut faire mordre l'acide, c'est-à-dire dans les parties correspondant aux traits du dessin, ce qui a lieu au moyen de *pointes* et d'*échoppes*. La pointe est une forte aiguille emmanchée, et l'échoppe une pointe dont l'extrémité est aplatie en forme de biseau.

Selon le travail auquel se livre le graveur, préparation pour le burin, ébauche de paysage ou eau-forte proprement dite, sa pointe doit procéder différemment.

S'il prépare une gravure devant être terminée au burin, son travail doit être pur, ses traits symétriquement disposés ; en un mot, il doit se conformer aux lois de la gravure au burin.

S'il ébauche un paysage, il doit faire en sorte que son premier travail ne domine pas lorsque la gravure sera finie. Néanmoins il est certaines parties qui gagneront à être vigoureusement mordues ; tels sont les rochers que les hachures carrément croisées rendront bien, les troncs d'arbres, les terrains et souvent les herbes du premier plan, qui doivent être traités en grignotis. En un mot, toutes les choses d'un aspect rude et fruste gagneront à être vigoureusement entamées à l'eau-forte. Le feuillé des arbres lui-même a été, dans certains cas, admirablement rendu par le travail libre de ce procédé.

Mais s'il s'agit d'une de ces eaux-fortes dites de *peintres*, où le burin n'a rien à voir, toutes les audaces sont permises au graveur ; Rembrandt est là pour donner l'absolution, et c'est le cas ou jamais d'appliquer le précepte dangereux ailleurs : « Tout moyen est bon qui arrive au but. »

Lorsque le travail du dessinateur est terminé, il faut visiter la planche pour s'assurer si le vernis n'a pas été éraillé involontairement, et boucher les faux traits s'il y a lieu. Pour cela, on dissout dans de l'essence de térébenthine assez d'asphalte en poudre pour former un vernis qu'on applique au pinceau sur les trous à boucher, après quoi on passe à la morsure.

La morsure se fait en plusieurs fois : on commence par former autour de la planche un rebord de 2 centimètres de haut, avec de la cire à modeler, en ayant soin de ménager dans un des coins une espèce de canal qui doit servir à verser l'eau-forte. Selon la profondeur des tailles que l'on veut obtenir, la composition du mordant doit varier ainsi que la durée de la morsure ; pour une action énergique, on emploie :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eau	1000
Acide nitrique	500
Nitrate de cuivre	60

Pour une action plus douce :

Eau	1000
Acide nitrique	250

Callot employait pour terminer ses planches dans les parties délicates :

Vinaigre fort	8	parties.
Vert de gris	1	—
Sel ammoniac	4	—
Sel marin	4	—
Alun	1	—
Eau	16	—

On a beaucoup travaillé cette question des mordants. Les artistes anglais, qui avancent le plus possible leurs travaux à l'eau-forte, sont arrivés à des résultats très-satisfaisants, dans la morsure des planches d'acier, dont la gravure fut longtemps une spécialité acquise pour eux.

En France, nous avons surtout cherché à modifier la composition de l'eau-forte, de manière à obtenir une taille aussi profonde que possible sans altérer la finesse des traits.

Nous avons dit que le dessinateur devait, dans le cas où le burin aurait à intervenir, subordonner son travail à celui du burin. Ainsi, dans un paysage, le ciel, s'il est mouvementé, l'horizon, les eaux et les derniers plans doivent être traités assez légèrement pour que le travail du burin puisse les recouvrir en les adoucissant, en les unissant, tout en leur conservant leur valeur; mais les premiers plans, et surtout tous les objets frustes, troncs d'arbres, rochers, terrains ravinés, etc., doivent être traités en grignotis. Les eaux des premiers plans d'une marine, quand la mer est agitée, gagnent de la profondeur et de la transparence à une préparation vigoureuse et hardiment traitée. Quant au feuillage des arbres de premier plan, l'eau-forte peut y jouer un grand rôle ; mais l'habileté de la main et la science du dessinateur étant ici seules en jeu, le meilleur conseil que nous puissions donner, c'est de chercher les moyens employés par Woolett, Vivarès, Ph. Le Bas, et par nos meilleurs graveurs modernes.

La préparation à l'eau-forte d'une scène historique est soumise aux mêmes exigences, et nous n'en pouvons fournir une meilleure preuve que de citer celle qu'a exposée M. Henriquel-Dupont. Cette planche, une des plus avancées que nous ayons vues, contient le dessin des figures, avec l'indication du modelé, même dans les demi-teintes. C'est le squelette de l'estampe, avec les muscles, que le burin va bientôt recouvrir d'un fin épiderme. C'est une heureuse idée qu'a eue M. Dupont d'exposer ce joli travail, dont l'habile réussite ne peut surprendre aucun de ceux qui connaissent son talent. On peut mesurer, par la distance qui sépare ce travail préparatoire des fines demi-teintes du *Mariage de sainte Catherine*, d'après le Corrége, de la souplesse à laquelle peut arriver un burin habile. Entre toutes ses gravures, celle-ci nous plaît infiniment, et nous croyons que l'admirable tableau du Corrége trouvera difficilement une interprétation plus fidèle et plus parfaite. La *Charité* d'André del Sarte est aussi pleine de nuances charmantes, et M. Salmon semble vouloir serrer de près le chef de notre école de gravure. M. Bertinot, engagé dans la même voie, a, dans sa *Vierge au donataire*, de Van Dyck, et surtout dans l'*Amour fraternel*, de M. Bouguereau, joint une grande richesse de burin à un dessin élégant et correct.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Flameng, élève de Calamatta, est toujours à la poursuite des demi-teintes insaisissables. Rien de vaporeux comme son burin. *La Source* et *l'Angélique* d'Ingres, le *Saint-Sébastien* de Léonard de Vinci, la *Naissance de Vénus* de M. Cabanel, ont tous la même valeur de ton dans leur ensemble. Si nous ne trouvions, mêlées parmi ces pâleurs, quelques noires eaux-fortes telles que le *Marino Faliero* d'après Delacroix, ou pourrait supposer que M. Flameng ignore l'existence du noir. Somme toute, c'est un parti pris auquel on commence à s'habituer, sous prétexte de distinction, et quoiqu'il y ait beaucoup à dire contre cet affaiblissement volontaire, nous sommes tout prêt à admettre les exquises finesses qui s'y trouvent. M. Martinet, qui n'est pas de la même école, ne cherche pas à atténuer les noirs quand il en trouve dans le modèle, et nous aimons assez sa traduction de la peinture coloriée de M. Gallait : *Les comtes d'Egmont et de Horn*. Ses autres gravures ont de grandes qualités de finesse, mais nous semblent moins brillantes. Sa *Nativité de la Vierge*, d'après le Murillo du Louvre, rapprochée de celle qu'expose M. Massard, gagne en correction ce qu'elle peut perdre comme brillant.

Après l'*Antiope* du Corrége, dont nous connaissons de meilleures traductions, M. Blanchard a exposé le *Congrès de Paris*, d'après Dubuffe, dont nous ne dirons pas grand'chose et le *Jour du Derby à Epsom*, d'après M. Frith. Si la signature de l'artiste français manquait au bas de cette gravure, on l'attribuerait facilement à un Anglais, tant il a su imiter la manière de nos voisins ; mais nous connaissons peu de graveurs anglais qui eussent rendu d'une manière si nerveuse et si franche les anglicismes de ce tableau. Amour-propre national à part, nous félicitons M. Blanchard d'avoir été ainsi engager la querelle avec les graveurs anglais sur leur propre terrain, et de leur avoir démontré avec une telle franchise de burin, que le miroitage et les petits effets de gravure avantagent moins la peinture anglaise qu'une manière franche et sans artifices, et lui donnent une apparence sérieuse qui ne manque pas de charmes.

Citons encore : le *Couronnement de la Vierge*, d'après Fra Angelico, d'un archaïsme plein de finesse de M. François. La *Suzanne au bain*, d'après le Corrège par M. Thévenin, dont le dessin nous a paru un peu négligé pour un burin si habile, et l'*Idylle* par M. Danguin, d'après M. Bouguereau, dont, au contraire, le burin nous a paru plus faible que le dessin. Certes, nous passons sous silence de très-bonnes choses, mais nous avons hâte d'arriver à l'eau-forte.

En première ligne nous trouvons une superbe gravure de madame Browne : la *Robe de Joseph*, d'après Bida, aussi colorée, aussi vigoureuse à coup sûr que l'original, et travaillée avec un sentiment pittoresque si hardi, d'une pointe si libre que le nom de Decamps vous vient à la mémoire.

Nous retrouvons là, aussi, quelques-unes de ces belles vues de M. de Rochebrune, que tout le monde commence à connaître, si vigoureuses, si fermes, qu'un autre nom, celui de Meryon se présente à la pensée. Le fait est que même après ce petit chef-d'œuvre : la *Pompe Notre-Dame*, et les quatre *Vues de Paris* exposées non loin de là par M. Meryon, les eaux-fortes de M. de Rochebrune semblent encore belles, ce n'est pas là un mince mérite.

Les eaux fortes de M. Carey, d'après Meissonnier, sont, à tout bien prendre, de vraies gravures au burin très-consciencieusement traitées.

M. Ch. Jacques est depuis longtemps reconnu pour un maître et ne compte plus ses chefs-d'œuvre. Sa pointe, tantôt ferme comme celle de Callot, tantôt capricieuse comme celle de Rembrandt, est toujours guidée par un sentiment pittoresque du meilleur aloi. Son habileté comme graveur est à la hauteur de son mérite comme peintre, peut-être même dans l'ensemble de son œuvre les gravures sont-elles préférables à la peinture.

Un rival sérieux pour lui, c'est M. Daubigny, qui sait imiter jusqu'à l'illusion

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la manière forte et rustique des vieux maîtres flamands. Le *Buisson*, d'après Ruysdaël, quoique un peu poussé au noir dans certaines parties, ne serait pas désavoué par l'émule d'Hobbema, et si les animaux du *Gué* sont d'un dessin un peu trop primitif, l'effet vigoureux et le travail large et hardi prouvent que M. Daubigny pratique la gravure avec l'autorité d'un maître. Cette eau-forte fait partie de l'exposition de la Société des Aqua-fortistes où nous trouvons encore : la *Vue prise du pont Saint-Michel*, de M. Lalanne, un des plus habiles et des plus brillants parmi ces habiles croquistes et quelques autres épreuves, non sans mérites, de MM. Ponthus-Cinier, Brunet-Debaine, etc. Enfin, pour terminer la revue de l'exposition française, citons les *vases* gravés par M. Jacquemard qui, pour être moins intéressants comme sujet, n'en sont pas moins remarquables comme travail.

En Belgique, on n'a exposé que le dessus du panier. D'abord deux beaux burins: *la Belle jardinière* et *Jeanne la folle*, par M. Bal, d'après Gallet ; une série de onze planches par M. Franck, toutes fort belles, surtout la *Vierge au Lys*, d'après L. de Vinci et la *Première Culotte*, d'après Kretzschmer, et enfin un délicieux petit chef-d'œuvre de M. Biot : *le Miroir* d'après M. Cermack. Ni la France, ni l'Angleterre n'ont, selon nous, rien produit de comparable comme gravure ; le dessin, le modelé en sont d'une exquise finesse, l'effet d'un brillant incroyable, malgré l'unité de l'ensemble. Une collection de dessins très-consciencieux d'après les maîtres et destinés à servir de modèles pour la gravure, sont là, pour attester les sérieuses études de M. Biot. Nous regrettons vivement qu'il n'ait pas cru devoir exposer un plus grand nombre de gravures ; nous aurions eu plaisir à comparer son œuvre à celle M. Henriquel-Dupont, dont il se distingue par un travail moins magistral peut-être, mais auquel il ne nous a pas semblé inférieur dans certaines parties exquisement nuancées que l'auteur de l'*Hémicycle des Beaux-Arts* n'eut certainement pas mieux traitées.

Que dire de l'exposition prussienne où le prix exorbitant de 1,200 francs jure au-dessous d'une épreuve de *la Dispute du Saint-Sacrement*, par le professeur Keller ? — sinon qu'elle aura, selon nous, peu d'amateurs en France. Quant aux gravures de M. F. E. Eichens, d'après les fameux cartons de Kaulbach, elles portent bien l'empreinte de la manière allemande, mais comme exactitude la moindre photographie ferait mieux l'affaire de tout le monde. Ce qui caractérise ces gravures historiques, c'est ce manque d'attrait qui résulte de la manière dont le burin a incisé le métal et qui équivaut à la touche de la peinture à l'huile. M. Hermann Eichens qui, quoique Prussien, est un des graveurs les plus connus en France, n'a envoyé que deux épreuves : *la Martyre*, d'après P. Delaroche, et *Florinde*, d'après Winterhalter, très-connues et disons-le très-communes.

La famille des Girardet est française par le talent, et les brillantes peintures de Knauss ont trouvé en M. Paul Girardet un interprète à la hauteur du peintre. Au moyen du mélange de l'eau forte, de l'aqua-tinte et du burin, il est arrivé à graver ce merveilleux *Escamoteur* qui attire la foule non loin de là, et cette non moins charmante *Cinquantaine* dont on se souvient encore. Dire que la gravure est aussi amusante que le tableau n'est ici que la vérité. M. Édouard Girardet, plus sobre, a exposé quelques reproductions des dernières esquisses de Paul Delaroche où le procédé rend admirablement toutes les tristesses qui recouvrent comme un voile de crêpe les scènes de *la Passion*.

M. Ballin, un Danois de Paris, emploie aussi le genre de gravure mixte, pour reproduire les tableaux modernes, et nous aimons presque autant son *Baptême* d'après Knauss que les reproductions d'après le même de M. Girardet. Les deux épreuves, d'après M. Brion : *la Noce* et *le Benedicite* sont aussi deux bonnes choses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que nous préférons à ses tailles douces, et à sa manière noire surtout dans le *Louis XVI dans son atelier de serrurerie*, d'après Caraud.

La Russie a quelques eaux-fortes d'un joli effet de M. Mossolof entre autres un *Saint Sébastien*, d'après Salvator Rosa. La gravure au burin y est moins brillante.

L'Italie, la patrie de la taille-douce, n'a rien de bien remarquable, à part une *Vierge à la Chaise*, de Calamatta, enjolivée d'un entourage, charmant peut-être, mais dont il nous a semblé qu'elle se passerait volontiers; et une très-brillante eau-forte de M. Cuccinotta : la *Sortie de l'Arche*, d'après le tableau de M. Palizzi. Le reste de l'exposition nous a semblé fort ordinaire.

Le caractère de l'exposition anglaise, c'est l'habileté et peut-être aussi la rapidité. Ici on voit peu de burin proprement dit, mais un mélange de procédés, un genre mixte employé le plus souvent d'une façon intelligente. Ainsi, il est certain que le graveur Stephenson a déployé un grand talent dans sa gravure d'*Ophelia*, d'après Millais, et franchement peu de personnes regretteront la triste couleur du peintre, devant cette reproduction infiniment plus complète, selon nous, que le tableau, sous le rapport du dessin. La peinture anglaise gagne du reste à la gravure, et sir Edwin Landseer, malgré son incontestable habileté, en profite tout le premier.

M. Thomas Landseer, lorsqu'il travaille d'après son homonyme, est d'avis que tous les moyens sont bons pour arriver au but. « Tout est bien qui finit bien, » a dit Shakspeare, et nous sommes de son avis. La machine à graver produit rapidement des tons gris d'une facile dégradation, et forme de bons dessous pour certaines parties, l'eau forte accentue bien le poil des animaux. Somme toute, la manière mixte est admirablement adaptée à ce genre de reproductions.

Les Anglais ne sont pas à beaucoup près aussi heureux dans l'emploi de l'eau forte, proprement dite, et à part l'épreuve intitulée *la Classe de Dessin*, effet bizarre et hardiment rendu, nous ne trouvons rien qui puisse lutter avec les productions des aqua-fortistes français.

Somme toute, sans vouloir enfermer chaque pays dans une trop étroite spécialité, on pourrait conclure, que la France est, comme toujours, un pays d'éclectisme où tous les genres sont pratiqués avec un succès évident. Que la Belgique brille surtout dans le genre du burin; et que l'Angleterre a, sinon la spécialité, du moins une supériorité incontestable dans la manière mixte. Quant à l'eau-forte, nous croyons que, tout bien pesé, c'est encore en France qu'elle donne les plus brillants résultats. Elle semble y être une conséquence de notre école de paysage, si nombreuse et si remarquable. Le sens pittoresque, développé par la fréquentation assidue de la nature champêtre, étant l'âme de l'eau-forte telle que la pratique les peintres.

L'application de la gravure en taille-douce aux sciences et à l'industrie a produit les grandes figures des ouvrages d'architecture de la maison Morel, et surtout les *palais*, *châteaux* et *hôtels de France*, de Sauvageot et les figures de la *Botanique appliquée à l'ornementation*, de Ruprich Robert, éditées par Dunod. Les *figures d'architecture*, de M. César Daly, nous ont surtout paru dignes d'éloges.

Il serait trop long de parler avec détail des œuvres de ce genre individuellement peu importantes exposées par la Belgique; nous y avons remarqué, seulement, une collection de dessins gravés d'après Lienard, d'une assez jolie exécution. Quant à l'innombrable quantité d'impressions en taille douce pour billets de banque, exposées par tous les pays du monde, il suffira de dire que nous n'y avons trouvé rien de remarquable ni surtout de nouveau. L'Angleterre, seule, a, selon nous, exposé quelques gravures, avec leurs réductions fort exactes, obtenues certainement par des procédés physico-chimiques. Mais, ces quelques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spécimens de taille-douce sont comme noyés au milieu d'un océan de lithographies.

Enfin, pour en finir avec la taille douce, nous donnerons les plus grands éloges au *Sceau du Roi de Siam* gravé par M. Gerbier, pour M. Stern, dont les gravures pour vignettes, billets de banque et de commerce ont été jugées dignes d'une médaille d'or. Il est probable que son magnifique plateau gravé à l'eau forte et représentant *Saint Georges terrassant le dragon*, n'est pas étranger à cette récompense.

Nous bornons là notre étude sur la gravure en taille douce appliquée aux impressions commerciales; la lithographie empiète chaque jour sur ce terrain, et tout le monde s'en apercevra en constatant l'énorme disproportion qui existe entre le nombre des spécimens des deux genres qui figurent à l'Exposition. La gravure en taille-douce a maintenant une tendance à se réfugier, sinon dans des travaux artistiques, du moins dans les travaux soignés dont la large rémunération permet seule la dépense de temps inhérente aux longueurs du métier.

III

Gravure à la manière noire.

La rapidité d'exécution de ce genre de gravure, jointe à son aptitude à reproduire les effets les plus fantastiques, lui ont donné, il y a quelque dix ans, une renaissance de vogue aujourd'hui tombée.

Inventée par un officier au service du Landgrave de Hesse-Cassel, Louis de Siegen, elle passa promptement en Angleterre, où l'introduisit le prince Rupert (Robert), palatin du Rhin et neveu de Charles Ier. Les écrivains anglais, H. Walpole entre autres, voulurent faire hommage de l'invention de ce procédé au prince, et imaginèrent une petite histoire fort intéressante, que malheureusement les faits viennent contredire. C'est le cas de dire : « Se non è vero, è bene trovato. » Le jeune prince aurait un jour remarqué un soldat qui, pendant sa faction, tentait d'enlever une tâche de rouille sur le canon de son mousquet; s'étant approché avec l'intention de le réprimander sur son manque de tenue sous les armes, ses yeux auraient été frappés des traces laissés par la rouille, et il aurait, en partant de ce point, conçu l'idée d'un nouveau genre de gravure. Malheureusement pour le succès de cette fable, la date de 1463, du portrait de la Landgravine Amélie-Élisabeth de Nassau, veuve du Landgrave Guillaume V, vient infirmer la date de 1469, que Walpole assigne à l'épisode qu'il raconte. Il est supposable que le pince Rupert avait connu, en Allemagne, Louis de Siégen, en avait appris les nouveaux procédés, et s'en était servi peu de temps après, à son arrivée en Angleterre, aidé dans ces essais par son pensionnaire le peintre Walerad Vaillant. Quoi qu'il en soit, le cabinet des estampes de Paris possède une épreuve de la gravure qu'il fit, d'après le tableau de Ribera : *Bourreau tenant la tête de saint Jean*. Cette admirable estampe prouve que, s'il n'est pas l'inventeur de la manière noire, il était du moins digne de l'être, et qu'il a tout au moins puissamment contribué à la mettre en pratique.

Les plus célèbres graveurs à la manière noire appartiennent presque tous à l'Angleterre, et leurs œuvres sont extrêmement connues : l'un d'eux, G. White, introduisit l'usage de l'eau forte dans la pratique de ce procédé. Valentin Green a tiré parti de l'aptitude de ce procédé à rendre les effets un peu som-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bres, en gravant différents portraits de Rembrandt. Les peintures fantastiques de Martinn conservèrent, grâce à la manière noire, ces ombres effrayantes, à travers lesquels on devine de si terribles apparitions. Reynolds reproduisit aussi par ce procédé le *Naufrage de la Méduse*, d'après Géricault.

Les défaut de ce genre de gravure étaient, autrefois surtout, la petite quantité de bonnes épreuves que pouvait fournir une planche; aujourd'hui, on peut aciérer les planches et tirer un grand nombre d'épreuves satisfaisantes. Ce genre présente, néanmoins, de grandes difficultés à l'impression, manque de fermeté, et ne peut s'appliquer qu'aux effets sombres, ou tout au moins présentant de grandes masses obscures.

Les procédés en sont très-simples : on prépare la planche au *berceau*, instrument de forme convexe, dont la surface est striée comme une lime, mais assez profondément pour former des dents saillantes et très-fines. Cet instrument est promené dans tous les sens en croisant ses directions, horizontale, verticale, diagonale, de façon à creuser la planche et à en faire surgir un grain égal, qui donnerait à l'impression une plaque d'un noir velouté. Cette opération, autrefois très-longue, puisqu'il fallait, en moyenne, repasser vingt fois le berceau sur toute la surface, se fait aujourd'hui mécaniquement.

Une fois le grain satisfaisant obtenu, on décalque le dessin, et, au moyen de brunissoirs, de grattoirs, on abat le grain en proportion du ton qu'on veut exprimer. Le dessin, dans ce procédé, s'exécute comme s'exécuterait un dessin au crayon blanc sur papier foncé, c'est-à-dire en attaquant d'abord les grandes masses de lumière dont on adoucit les passages à l'ombre. L'emploi de l'eau-forte vient heureusement corriger le défaut de fermeté et diminuer la lourdeur qui résultait du manque de détail dans les ombres. Certaines épreuves de genre ressemblent à des lavis à l'encre de chine relevés d'un travail de plume.

IV

Gravure à l'aqua-tinte ou au lavis.

Selon certains auteurs, ce serait Jean-Adam Schweikard, de Nüremberg, qui aurait, à Florence, en 1750, le premier pratiqué ce genre de gravure. Les moyens qu'il employait ne nous sont pas connus, mais ils doivent avoir une grande analogie avec ceux dont se servit Jean-Baptiste Leprince qui, en 1760, obtint des résultats si semblables à des lavis que les amateurs de cette époque s'y laissèrent prendre. Ces procédés, qui ne furent divulgués qu'après sa mort, arrivée en 1781, ont été modifiés par un grand nombre d'artistes, selon leurs besoins, et tantôt seuls, tantôt unis à l'eau-forte ou au burin, produisent des œuvres agréables, qui sont au burin ce que l'aquarelle est à la peinture à l'huile.

La rapidité du travail, les ressources qu'il offre à une main exercée, en font le moyen le plus usité pour la gravure dite de commerce, pour ce genre d'estampes qui touche à l'art par le sérieux des objets qu'elles reproduisent, et que leur bas prix rend accessibles à tout le monde presque autant que la lithographie.

Chaque artiste, pour ainsi dire, a sa manière de graver à l'aqua-tinte. Dans la variété des procédés, nous allons en décrire deux ou trois dont les moyens diffèrent du tout au tout.

Dans le premier, après avoir verni la planche, on trace, à la pointe, son dessin, puis on dissout le vernis dans les parties qui doivent recevoir du grain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en y appliquant, au moyen d'un pinceau, une composition d'essence de térébenthine, d'huile d'olive et de noir de fumée. Le vernis s'enlève avec un linge. On répand ensuite, au moyen d'un appareil spécial, une couche très-légère de résine en poudre fine, on fait chauffer la plaque légèrement pour fixer, après quoi on fait mordre à l'acide. Cette opération est renouvelée autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir le ton voulu.

Le second procédé exige aussi un premier dessin à la pointe; mais celui-ci doit être soumis à l'action du mordant, après quoi on nettoie la planche avec un charbon de saule et de l'eau.

On applique, au pinceau, du vernis sur les parties qui doivent rester blanches. Puis, après avoir bordé la planche avec de la cire à modeler, on y verse de l'eau-forte plus ou moins étendue d'eau, selon l'intensité de la teinte qu'on veut obtenir. En répétant cette opération, en multipliant les réserves, on arrive, en superposant dans les ombres, ces teintes égales et d'un grain mat, à rendre certains travaux imitant parfaitement le lavis.

Pour obtenir des effets plus vigoureux, on emploie généralement un procédé tout différent. Après avoir étendu une couche épaisse de vernis ou de colophane sur la planche chauffée à un degré suffisant pour maintenir l'enduit à une consistance sirupeuse, on répand, d'une certaine hauteur, du sel marin purifié et bien sec : ce sel doit pénétrer jusqu'au métal. On renverse vivement la planche pour faire tomber l'excédant du sel, et on expose le tout à une chaleur un peu plus forte; on verse alors sur la planche, avant de la laisser refroidir, une assez grande quantité d'eau pour dissoudre le sel, et on renouvelle cette eau jusqu'à sa complète disparition. Cette opération a pour but de dégarnir de vernis le cuivre sur une multitude de points, et de permettre ainsi la morsure qui se fait par les procédés ordinaires. Chaque fois qu'une partie paraît assez attaquée par l'acide, on doit laver la planche et recouvrir cette partie avec du vernis mou composé d'asphalte en poudre dissous dans de l'essence de térébenthine.

A. Jazet, qui a gravé à peu près complétement l'œuvre immense d'Horace Vernet à l'aqua-tinte, et dont les œuvres peu appréciées des artistes ont fait le bonheur des bourgeois de son époque, a montré une grande habileté à manier ce procédé. Revenant sur sa planche avec un pinceau, comme le graveur à la manière noire, au moyen du brunissoir, il modifiait l'effet à l'aide d'un mordant et parvenait ainsi à imiter jusqu'aux empâtements de la peinture à l'huile.

Du mélange de l'aqua-tinte et de l'eau-forte naît un genre très-propre à l'interprétation du paysage; mais de tous les artistes qui ont employé ce genre mixte, Goya est, à coup sûr, celui qui l'a le mieux su plier à son caprice.

Ce puissant humoriste, dont M. Charles Yriarte vient de nous révéler la physionomie complète, a su donner à ce procédé une couleur incroyable. A propos de ses *tauromachies*, où l'aqua-tinte joue un rôle si bizarre, M. Ch. Blanc écrit : « On dirait d'un Vélasquez, qui, enivré de fureur, aurait emprunté pour un jour les acides de Rembrandt et son génie. »

V

Gravure en couleur.

La gravure en *fac-simile* d'aquarelle dont les résultats, généralement assez tristes, ont inutilement fait concurrence à la chromo-lithographie, n'est autre chose que la gravure à l'aqua-tinte, imprimée en planches superposées, de couleurs différentes, de façon à imiter le travail du pinceau. Ce travail étant abso-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lument le même, quant à la disposition des couleurs et à leur effet, que celui de la chromo-lithographie, nous renvoyons à l'article *Lithographie*, pour les détails techniques.

M. Himely, qui, s'il n'est pas l'inventeur de ce procédé, est un des plus anciennement connus de ceux qui le pratiquent, n'a pas exposé lui-même ; mais les imprimeurs, entre autres Sarrazin, ont cru devoir remettre sous les yeux ces agaçantes reproductions de Lepoitevin et Aug. Delacroix que tout le monde ne connait, hélas! que trop. Combien nous leur préférons une simple imitation d'aquarelle anglaise, imprimée avec une richesse de tons incroyable et d'un travail si simple et si habilement déguisé que bien des gens n'ont pas soupçonné la reproduction et ont cru avoir sous les yeux une aquarelle véritable!

L'impression, nous le savons, est une difficulté double ici, en ce sens que l'exactitude des tons doit être, pour ainsi dire, mathématique; et, ensuite, que cet important travail doit être exécuté par un ouvrier, qui, quelque habile qu'il soit, n'est cependant pas infaillible, là surtout où la difficulté de se rendre compte de l'effet des tons superposés mettrait plus d'un peintre dans l'embarras. C'est donc plutôt à l'imprimeur qu'au graveur qu'incombe la responsabilité de ces *fac-simile* si infidèles dont les journaux de demoiselles ont tant abusé. Le talent de l'artiste chargé de la gravure consiste à combiner l'impression des planches, de façon à obtenir l'effet le plus riche avec le plus petit nombre possible de tons.

La gravure en camaïeu est une gravure en couleurs, imprimée à deux ou trois planches, où les tons gris et sourds dominent, et s'emploie ordinairement pour reproduire les reliefs, hauts et bas, les études d'après la bosse, etc.

VI

Gravure imitant le crayon.

Cette gravure, nommée aussi dans certains cas *gravure à la roulette*, *manière sablée*, fut inventée par le graveur François, auquel Demarteau contesta la priorité parfaitement établie en faveur du premier par le passage d'un Mémoire adressé par l'inventeur à M. Savérien [1], passage qui, du reste, expose tout le procédé.

« En 1740, je formai le projet d'un livre à dessiner, et je compris que pour réussir il fallait trouver une façon qui imitât le crayon ; j'en fis plusieurs essais qui ne me contentèrent pas. Ce ne fut qu'en 1756 que je réussis complétement. Pour imiter les accidents et irrégularités que le grain du papier occasionne dans un trait fait au crayon, je me sers d'une pointe divisée en plusieurs parties inégales, et je trace, en la tournant dans les doigts, sur un cuivre verni, le dessin des figures ; j'imite les hachures du dessin soit avec cette pointe, soit avec la roulette. »

Si nous voulions remonter plus loin, nous verrions qu'en 1650, Lutma fils, dessinateur et orfévre, dont Rembrandt immortalisa le père par un superbe portrait, au lieu de tourner entre ses doigts l'instrument décrit par François, enfonçait un instrument de ce genre, mais plus fort, dont les dents creusaient le cuivre (*gravure au maillet*).

Quant à la roulette, c'est une petite roue d'acier, proportionnée à la grosseur des traits du dessin et traversée par un axe sur lequel elle tourne facilement.

1. Auteur d'un ouvrage intitulé : *Portraits des philosophes*. C'est à la fin du tome Ier. que se trouve la lettre que nous citons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sa circonférence est dentelée, et c'est en la roulant sur le cuivre, dans une direction plus ou moins oblique, qu'on obtient des travaux plus ou moins serrés.

L. Calamatta a gravé par ce procédé les portraits à la mine de plomb de M. Ingres, dont il a conservé ainsi l'apparence légère et la finesse. M. Dieu a gravé aussi dans ce genre, mais par un procédé tout différent, c'est-à-dire avec des points imperceptibles. Le résultat est à peu près le même comme effet ; mais comme travail il est beaucoup plus long. Le genre *pointillé* est du reste un genre à part, on l'a appelé longtemps *manière anglaise au pointillé*, quoiqu'il ait été pratiqué au dix-septième siècle pour la première fois par deux artistes français, Jean Boulanger, d'Amiens, et Jean Morin, de Paris. Ce genre, toujours mou, ne se prête pas à tous les travaux, quoique certaines estampes d'après Prudhon aient prouvé qu'à la rigueur on pourrait en tirer bon parti.

Ce genre de gravure s'exécute entièrement avec des points préparés à l'eau-forte et terminés au burin. Il est inutile d'insister sur la difficulté que présente un semblable travail.

Quoique peu nombreuses, les estampes de ce genre se rencontrent encore quelquefois. Outre Prudhon, Corrége a été gravé par ce procédé, et, s'il faut en croire certains historiens, cette gravure aurait été pratiquée en Italie avant que Morin ni Boulanger ne la connussent.

C'est encore un des genres de gravure auxquels la lithographie est venue rogner la part. La photographie s'en est mêlée par-dessus le marché, et aujourd'hui le procédé photo-lithographique de Poitevin, compliqué de son système d'impression au charbon sur papier lui a fait un mal irrémédiable dans la reproduction des *fac-simile*, qui était son plus important débouché. Du reste, peu de spécimens de ce genre à l'Exposition.

DEUXIÈME PARTIE.

Gravure sur bois.

Nous avons dit que la xylographie a précédé l'invention de l'imprimerie, à laquelle elle a servi d'étude préparatoire. Si nous laissons de côté les dates approximatives et incertaines, nous ne ferons remonter ses débuts en Europe qu'à la moitié du quatorzième siècle, c'est-à-dire à l'époque où les cartes, nouvellement inventées, après avoir fait les délices des riches et des nobles, se démocratisèrent sous la forme très-primitive que leur donnèrent les *tailleurs d'ymages* et sous le rude coloris des *peintres de cartes*. Rien ne ressemblait moins aux délicates miniatures de Jacquemin Gringonneur ; mais le peuple alors n'était pas difficile, et ses goûts artistiques étaient satisfaits à peu de frais. Aussi, depuis cette époque jusqu'en 1423, la xylographie mérite à peine le nom de métier. Le saint Christophe de 1423 est, jusqu'à présent du moins (puisque la date de la Vierge de Malines est controuvée), le point de départ d'une série d'œuvres où le niveau du métier commence à s'élever. Cette seconde époque ne produit pas encore d'œuvres d'art proprement dites.

Albrecht Dürer, qu'il faut, à cause de la multiplicité des faces de son génie, considérer comme le plus surprenant des phénomènes artistiques, imprima au métier des tailleurs de bois une telle impulsion artistique, que, malgré l'imperfection des moyens d'exécution, malgré l'état rudimentaire de l'imprimerie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il enfanta des œuvres, sinon parfaites, du moins dignes de figurer à côté des peintures et des sculptures de cette époque.

Albert Durer aurait eu, paraît-il [1], de nombreux ouvriers, formés sous sa direction, et leur aurait fait exécuter une partie des gravures qui sont connues sous son nom. N'eût-il eu que le mérite d'avoir dessiné la série de son *Histoire de la Vierge*, *la Mélancolie* et tant d'autres œuvres d'une simplicité un peu gothique, mais d'un sentiment profond, qu'il aurait encore droit au titre de créateur de la gravure sur bois.

Nous ne pouvons comparer les œuvres des premiers maîtres allemands avec les œuvres d'aujourd'hui, les procédés étant complétement dissemblables. Pour bien comprendre le mérite des œuvres de Durer et des graveurs des seizième, dix-septième et dix-huitième siècles, il faut nous rendre compte de leur manière de procéder.

Jean Honterus, Sébastien Munster, Michel Volgemuth, tout comme Durer, et plus tard Salomon Bernard et Papillon, gravaient sur des planches de poirier et de cormier ; mais (et c'était là la plus grande difficulté) leurs planches étaient de véritables planches, c'est-à-dire en *bois de fil*. L'incision des tailles se faisait au moyen de pointes tranchantes, dont la forme avait une grande analogie avec celle de la lancette des médecins. Il est facile de juger de quelle difficulté dut être l'exécution de gravures de grandes dimensions, et à quelles épreuves dut être mise la patience du graveur. A la simple inspection des estampes de Durer, on reconnaît le consciencieux respect avec lequel a été rendu son dessin tracé avec la plume sur le bois. Aujourd'hui même, avec nos procédés, comparativement si rapides et si faciles, la même chose n'a pas toujours lieu.

Depuis Durer jusqu'au dix-septième siècle, la gravure sur bois n'attira l'attention ni par des défaillances bien caractérisées ni par des œuvres d'un éclat remarquable. En France, introduite sous Louis XII, elle ne débuta pas d'une façon bien brillante entre les mains de J. Duvet, le *maître à la Licorne*. Le nombre des graveurs sur bois fut toujours fort restreint, relativement à celui des graveurs en taille-douce ; aussi ne trouvons-nous de noms connus que ceux de Boutemont, Salomon Bernard, Lesueur père, Pierre et Vincent Lesueur, ses deux fils, puis la famille des Papillon, qui terminent la nomenclature de l'ancienne xylographie.

La gravure sur bois était passée à l'état de mythe en France, où la gravure en relief sur cuivre la remplaçait, tandis que l'Angleterre, dès les dernières années du dix-huitième siècle, avait repris la mode d'illustrer les livres, comme au temps d'Albert Durer. Un artiste anglais, Thomas Bewick, avait, vers 1775, complétement renouvelé la partie technique du métier, et devant la xylographie s'ouvrait l'ère des publications illustrées. Une première tentative d'introduction en France, vers 1805, échoua, et ce ne fut guère que vers 1845 que l'Anglais Thompson parvint à nous faire comprendre le parti qu'on en pouvait tirer. Puis vint la révolution artistique de 1830, et le goût du pittoresque dont les masses s'étaient éprises fit la fortune de cette renaissance. L'exposition de 1827 prouva que les graveurs français avaient mis à profit les leçons anglaises, et l'un d'eux, M. Godard fils, d'Alençon, entre autres exposa des œuvres d'un réel mérite.

L'Allemagne avait depuis longtemps abandonné la routine ; mais, entraînée par ses tendances archaïques, elle refit trop souvent, avec les nouveaux procédés, la copie, presque toujours malheureuse, de la manière de ses vieux maîtres.

1. Jansen. *Essai sur l'origine de la gravure sur bois et en taille-douce et sur la connaissance des estampes des quinzième et seizième siècles.* — Paris, 1808.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à nous, nous avons soutenu la lutte avec l'Angleterre, et si les graveurs habiles sont abondants à Londres, s'ils ont Thomas, W. Measom, W. Linton, Evans, etc., nous avons Brevière, Gusman, Robert, Rouget, Maurand, Chapon, Sargent, Pannemaker, etc., dont les œuvres sont partout à l'Exposition de 1867.

Avant de parler de l'exécution de la gravure sur bois, il est important de bien définir la part du dessinateur et celle du graveur dans l'œuvre commune.

Le rôle du graveur auquel Albert Durer confiait un bois se bornait à enlever patiemment toutes les parties que n'avait pas touchées la plume du maître. Nous n'entendons pas dire que, même à cette époque, ce travail ait été purement mécanique. En tout temps, l'intelligence du dessin a été nécessaire pour accomplir la besogne artistique, même la mieux préparée. Mais aujourd'hui, certaines causes ont rendu la besogne du graveur plus difficile. Lorsque, il y a une vingtaine d'années, Gigoux illustra *Gil Blas* et Tony Johannot, *Molière* et *Don Quichotte*, la mode des dessins estompés et lavés n'était pas encore aussi répandue ; alors soutenu par un croquis accentué, par des effets décidés, le graveur a pu rendre toute la verve du dessinateur. Aujourd'hui la mode, ou plutôt les nécessités du métier, ont créé un autre genre, où la liberté de la gravure sur bois disparaît devant une assez pauvre imitation de la taille-douce (voir un grand nombre de gravures de Pannemaker, Ligny, etc., d'après Gustave Doré et autres).

Nous ne sommes plus à l'époque où Boldrini gravait les dessins à la plume du Titien, et nous n'exigeons pas une mise sur bois aussi énergique que celle des gravures de Jeghers, d'après Rubens; mais l'estime que professent encore les connaisseurs pour les croquis de Gigoux, si admirablement gravés par Porret, nous semble une critique du dessin sur bois, tel qu'on le pratique aujourd'hui. Nous n'avons cependant pas l'intention de repousser systématiquement l'usage du pinceau et de l'estompe ; ces moyens ont leur emploi assez clairement indiqué dans les fonds des compositions importantes.

Dans certains cas, surtout lorsqu'il s'agit d'ouvrages techniques, tels que les dessins destinés à illustrer des ouvrages de science, les reproductions de machines, etc., dont la gravure doit être faite rapidement et à bon marché, l'emploi de l'estompe a le double avantage d'abréger la besogne du dessinateur, en laissant au graveur la liberté de choisir le travail qui lui semblera le plus rapide et le plus convenable. Or, en pareille matière, le graveur est plus compétent que qui que ce soit; on peut s'en reposer sur lui.

Une dernière observation : nous croyons fermement, et pour cause, au talent des graveurs en général; mais, hélas ! comme presque tout le monde, ils sacrifient au dieu du jour. Qui leur jettera la pierre...! Leur profession est, d'ailleurs, pleine d'embûches : un dessin, parfois très-brillant au sortir des mains du dessinateur, a perdu beaucoup à la gravure. Déception ! reproches ! (L'original n'est plus là et n'en est que plus regretté.) Pourquoi ? Parce que, d'abord, la rémunération de la gravure était souvent trop faible pour permettre d'y passer le temps nécessaire; — or, si l'intelligence du graveur est indispensable, la gravure est aussi une affaire de temps, « *Times is money;* » ensuite, parce que trop souvent aussi le dessin était conçu de façon à ne pas gagner à la dureté relative qui résulte des tailles, imprimées en noir, remplaçant la teinte grise de la mine de plomb finement estompée et rehaussée de gouache dans les lumières. Alors on est injuste, on crie à la trahison : *Traduttore! traditore!* » et l'on a tort. Donnez à un graveur sur bois, comme nous en connaissons tant, un bon dessin et le temps nécessaire, puis vous le condamnerez ensuite, s'il ne réussit pas.

Nous terminerons ces réflexions un peu longues par une remarque relative à certaines œuvres exposées dans la galerie du matériel des arts libéraux, remarque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que bien d'autres sans doute ont faite comme nous : certains dessinateurs industriels, qui occupent très-certainement un ou plusieurs ouvriers graveurs, ont exposé, en se qualifiant de *dessinateurs-graveurs*, des cadres où leur nom figure au bas de chaque épreuve. Le nom du graveur étant absent, on est libre d'attribuer à messieurs les dessinateurs le dessin et la gravure, vu l'étiquette générale du cadre. Cependant il était bien facile de ne pas enlever ce nom et de laisser à César ce qui lui appartenait; on aurait ainsi évité à ceux qui découvraient la supercherie la peine de restituer ce nom, et à ceux qui s'y laissaient prendre, la peine d'être détrompés et de perdre une illusion. — Raison de métier, c'est possible, mais mauvais procédé entre gens qui se touchent de si près. D'autant plus qu'il ne s'agit pas toujours d'ouvriers graveurs à la solde des dessinateurs, mais le plus souvent de gens établis, qui ont au contraire des dessinateurs attitrés et un nom gagné à la pointe du burin.

Nous avons dit qu'anciennement la xylographie se pratiquait sur bois de cormier ou de poirier, avec des pointes tranchantes dans les parties délicates, et des fermoirs dans les parties larges. Depuis la renaissance de cet art, on se sert de buis coupé *de bout*, et qui se taille avec des burins à peu près comme du métal. Souvent, soit que le dessin soit trop grand (un morceau de buis de 25 centimètres de côté est assez rare), soit que l'exécution rapide de la gravure exige que le travail soit fait simultanément par plusieurs ouvriers, l'ensemble d'un bois est composé d'un certain nombre de morceaux collés ensemble [1]. Une fois le dessin fait, on peut séparer chacune des parties, qu'on recolle après que l'œuvre collective est terminée : un travail de raccord dissimule les lignes de jonction, qu'un léger trait blanc signale seul aux yeux très-exercés.

Le bois mis à la hauteur des caractères d'imprimerie et poncé, on le recouvre d'une légère couche de blanc d'argent gouaché, c'est-à-dire délayé avec de l'eau et un peu de gomme. Cette opération, surtout pour les planches de petites dimensions, ne demande qu'un peu d'habitude. Le dessinateur y fait alors son dessin, qui est ensuite livré au graveur.

Tel dessin, telle gravure. Si le dessinateur a exécuté son travail au crayon ou à la plume, et que le graveur ait à reproduire l'enchevêtrement de ces traits dont l'œil a peine à se rendre compte, la gravure est dite en *fac-simile*. Les *fonds* de certaines gravures de Tony Johannot, dans le *Voyage où il vous plaira*, donnent une idée des difficultés de ce travail. Alors le graveur doit, avec le plus fin de ses burins, cerner tous les traits du dessin en dehors et en dedans, puis enlever les blancs qui se trouvent entre les hachures; après quoi il isole le contour général du dessin, avec une échoppe ronde, en traçant un sillon assez creux, et abat les grands blancs à la gouge.

Si le dessin a été lavé ou estompé, une plus grande responsabilité pèse sur le graveur; c'est à lui de calculer le travail du burin de façon à rendre la valeur des teintes de l'original. Il doit, dans ce cas, avoir un certain nombre d'instruments nommés *langues de chat*, sortes de burins de grosseur insensiblement graduée, de manière à obtenir par leur emploi successif une teinte dégradée. En interprétant un dessin par ce genre de gravure, il faut avoir soin de varier le

1. L'administration du journal *l'Illustration* a exposé dans la classe 6 du IIe groupe plusieurs bois de grand format, composés de morceaux, dont le nombre peut être augmenté à volonté et dont l'assemblage et le maniement présentent une grande facilité et surtout une économie de temps précieuse pour un journal dont les nombreuses gravures doivent être exécutées à heure fixe. M. Scott, de Londres, expose des planches formées de bois joints, par un système d'assemblage à vis qui nous semble supérieur comme facilité de maniement à tout ce que nous avons vu jusqu'à ce jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail, afin d'éviter la monotonie de l'aspect et de rendre plus distinctement la nature des objets qui composent ce dessin. Ce genre de gravure, auquel on a donné le nom de *gravure classique*, tend à prédominer maintenant, au grand désespoir des amateurs de la gravure en *fac-simile*, dont la liberté, l'esprit, le brillant est en tout l'opposé de ce genre qu'on devrait plus justement qualifier de *métier*. Visant à imiter la taille-douce, sans pouvoir y arriver, il ennuie par sa régulière froideur, et même entre les mains de M. Pannemaker, le moderne Marc-Antoine de la gravure sur bois, son aspect terne et gris le met au niveau de l'exécution proprette et luisante, d'un luisant de zinc, de certaines peintures dont le brillant vernis ne recouvre que des pauvretés. Enfin, c'est la mode ! Espérons qu'elle passera ; que messieurs les dessinateurs n'auront plus la prétention de faire un tableau d'histoire à chaque vignette, et que les gravures imitant le zinc feront place à ces croquis brillants où l'individualité de l'artiste accentue chaque détail. La gravure sur bois consacrée à l'illustration des ouvrages littéraires doit commenter intelligemment le texte ; or, Doré a fait, dans les *Contes* de Balzac, de ravissants petits chefs-d'œuvre délicieusement gravés en fac-simile ; s'il a cru devoir, en illustrant la Bible, élever sa manière jusqu'à une certaine façon historique, nous ne pouvons qu'y applaudir ; mais qu'il reprenne, à l'occasion, son ancienne manière de dessiner sur bois et laisse de côté la gravure de haute école, nous sommes sûrs qu'il rachètera l'échec que lui ont valu les dessins des *Fables* de La Fontaine, dont la gravure était bien solennelle pour l'esprit du bonhomme.

Cette froide régularité que nous reprochons aux gravures d'art devient un mérite pour la reproduction des dessins de science et d'industrie, tels que les figures des cours d'architecture et celles qui sont destinées à commenter le texte des ouvrages techniques ; là, en un mot, où l'élément pittoresque doit disparaître devant la netteté du dessin et la clarté des détails, où rien n'est abandonné à la fantaisie du dessinateur.

Enfin, quel que soit le genre de la gravure, aussitôt le travail fini, après avoir encré le bois avec un tampon ou un rouleau, le graveur doit tirer une épreuve dite *fumet* sur papier de Chine. Il applique, sans la mouiller, la feuille de papier, et prend l'épreuve en frottant avec un brunissoir. Cette épreuve permet de juger s'il y a des retouches à faire.

La bonne impression des gravures sur bois est encore une partie délicate, dont l'importance est immense pour la bonne exécution de l'estampe. C'est à la *mise en train* de compléter l'œuvre du dessinateur et du graveur, et cette mise en train est tellement importante, que la meilleure gravure mal imprimée donnera à l'impression un effet tout autre que celui qu'on attendait. Une impression uniforme, grise partout, donne aux fonds la même valeur qu'aux premiers plans, tandis qu'un imprimeur intelligent obtiendra des lointains légers, dont la profondeur sera augmentée par la vigueur des premiers plans. C'est en augmentant la pression, au moyen de papiers découpés de façon à correspondre aux vigueurs et aux parties qu'on veut alléger que les typographes obtiennent ce résultat. Une autre condition importante encore, c'est l'emploi d'encre irréprochable, pour éviter l'empâtement des parties délicates.

On avait cru trouver dans la photographie un auxiliaire de la xylographie, un moyen de supprimer le dessinateur ; mais l'expérience a démontré que cette application, séduisante en somme, était d'un emploi à peu près impossible. Les agents chimiques qu'on était forcé d'employer changent la couleur du bois, non-seulement à la surface, mais jusqu'à une certaine profondeur, en vertu de la capillarité, et cette altération de la couleur empêche le graveur de se rendre bien nettement compte de son travail. De plus, il fallait, lorsqu'on ne pouvait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérer d'après nature, se procurer un dessin à la plume très-fini, sur papier, puis ensuite le transporter photographiquement sur bois, double opération complétement inutile par le procédé naturel, en vigueur de temps immémorial.

L'avantage immense de la gravure en relief est encore doublé par la facilité d'obtenir, au moyen du clichage galvanoplastique, autant d'exemplaires de la planche qu'on en désire, et de conserver intacte la matrice, qui jadis ne pouvait donner qu'un certain nombre d'épreuves.

Somme toute, la gravure sur bois a rendu d'immenses services à la science; elle a sa raison d'être à notre époque, où les livres, et surtout les livres illustrés, sont devenus un besoin général. Si le prix encore élevé auquel elle revient, et la difficulté de la plier à la rapidité nécessaire pour certains travaux, sont contre elle; si, en un mot, elle n'est pas le type du *desideratum* général, il faut reconnaître qu'elle a tout fait pour remplir, dans la mesure de ses forces, les conditions du programme, et, jusqu à ce que l'électricité ou tout autre moyen physico-chimique vienne la remplacer, elle continuera à progresser tout doucement, en raison du proverbe : « Qui va *piano* va *sano*. »

A part quelques œuvres exécutées *pour la circonstance*, la majorité des gravures sur bois exposées ont figuré soit dans des livres récemment édités, soit dans différentes revues périodiques, et sont assez connues pour nous dispenser de toute description. Il nous suffirait, au besoin, de feuilleter quelques-uns de ces beaux livres si luxueusement illustrés, tels que *la Bible*, *l'Enfer* du Dante, *l'Histoire des peintres*, de Ch. Blanc, *le Magasin pittoresque* ou les journaux hebdomadaires illustrés pour avoir une exposition cent fois plus complète que celle du Champ de Mars. Chacun des exposants n'a pu apporter qu'un simple spécimen de son savoir-faire, encore en est-il beaucoup qui se sont abstenus. — Parlons d'abord des présents, sauf à nous occuper ensuite des absents.

Un beau portrait de l'Empereur, exécuté dans des proportions qui rappellent peut-être les gigantesques affiches du cirque américain, mais dont l'exécution fait le plus grand honneur à M. Dumont, est peut-être l'œuvre la plus hors ligne de l'exposition xylographique. Certes, nous n'étions pas bien disposé pour M. Dumont. Tout en lui reconnaissant un véritable mérite individuel de dessinateur, nous avons trop souvent constaté dans ses gravures, outre une certaine dureté, ordinairement due à l'abus de tailles surcoupées, une grande incorrection de contours, jointe parfois à l'inexactitude de la perspective, pour ne pas voir en lui un traducteur dangereux. Son *portrait de Napoléon III* efface aujourd'hui bien des œuvres... médiocres. L'effet en est à la fois doux et riche, d'un beau ton gris bien soutenu et bravement gravé en grandes tailles habilement dirigées dans le sens du modelé. Il y a, selon nous, bien peu de graveurs, non-seulement en France, mais encore en Amérique, qui oseraient entreprendre une telle gravure dans les mêmes conditions. C'est là une œuvre de maître, et l'atelier de M. Dumont, sous l'impulsion d'une main aussi sûre d'elle-même, ne peut que gagner en s'astreignant davantage au respect du dessin, même pour l'exécution des œuvres de commerce.

M. Gusman, lui, n'a pas de gravure gigantesque à montrer. C'est un talent consciencieux et patient, auquel les petits cadres suffisent pour montrer toute sa force. Dans les deux gravures qu'il expose, *les Noces de Cana*, de Paul Véronèse, et *la Bataille d'Eylau*, de Gros, dessinées par M. Cabasson pour l'*Histoire des peintres*, on retrouve son genre habituel : travail sobre, fin, consciencieux, patient, qui reproduit les tableaux avec une pureté presque égale à celle du burin. S'il est personnellement moins dessinateur que M. Dumont, il y supplée par la conscience avec laquelle il rend l'œuvre de son collaborateur habituel, et personne n'accusera M. Cabasson de dessiner à la légère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A propos de dessin, M. Rouget n'a pas non plus à se plaindre ; — M. Jacques, dont nous nous sommes occupé en parlant de l'eau-forte, et M. Français s'entendent à préparer la tâche du graveur ; aussi est-il résulté de cette association de ces bonnes gravures auxquelles M. Rouget nous a depuis longtemps habitués. Nous aimons moins les illustrations de *l'Oiseau* de Michelet, dessinées cependant très-gracieusement par M. Giacomelli, et délicatement gravées, mais moins intéressantes, selon nous.

Quel que soit le dessinateur, M. Sargent sait donner à ses œuvres un véritable cachet artistique dont il faut lui tenir compte, et c'est une bonne fortune que d'être gravé par lui. Sa *Source sous bois*, d'après K. Bodmer pour le *Magasin pittoresque*, n'est sans doute pas son chef-d'œuvre ; mais c'est, avec le *Vieux berger* d'après Decamps, ce qui nous convient le mieux dans les six gravures contenues dans son cadre.

Un grand nombre de gravures de l'*Histoire des peintres* portent la signature de M. Chapon, et, comme les autres spécimens qu'il a réunis à l'Exposition, sont d'une exécution très-soignée ; elles se soutiennent bien à côté de celles de M. Gusman et s'en distinguent souvent par des qualités d'un noir plus hardi.

Nous avons encore remarqué des portraits gravés sur bois (on sait quelle est la difficulté de ce travail) par M. Robert, — presque un spécialiste, — et parfaitement compris au point de vue de l'impression. Ces dessins de Mouilleron ont été publiés par l'*Illustration*.

M. Meyer-Heine a gravé, d'après M. de la Charlerie, pour le *Panthéon de l'histoire* de M. Armengaud, plusieurs bois d'une exécution très-soignée. M. Pierdon a reproduit un dessin de M. Penguilly, *les Chanteurs de Noël*, d'une façon assez bizarre, qui présente à certaine distance l'effet d'une lithographie. Enfin nous trouvons dans l'exposition de la librairie un grand cadre contenant des dessins sur bois de MM. Anastasi, Mouilleron, Bocourt, Lancelot, etc , exposés par M. Salmon, tandis que M. Hachette nous montre quelques dessins exécutés pour le *Tour du Monde*, par MM. Bayard, Theron, Riou, etc. Tous ces dessins, quoique mal éclairés ou placés trop haut, nous ont paru d'une très-belle exécution et intelligemment exécutés au point de vue de la gravure.

Les spécimens exposés par le *Monde illustré*, quoique gravés avec la célérité indispensable à ce genre de publication, dénotent une rare habileté de la part des graveurs ; quelques gravures de M. Maurand surtout sont traitées d'une façon grasse et facile, qui attestent un joli talent de dessinateur joint à une incroyable célérité d'exécution comme gravure.

Nous pourrions étendre indéfiniment cette partie de notre étude sur la xylographie française ; car les éditeurs ont exposé au grand complet les publications illustrées qui ont paru depuis 1855, et Dieu sait si le nombre en est effrayant ! Toutes ces œuvres étant suffisamment connues, nous passerons à l'exposition anglaise, pour étudier comparativement l'œuvre de nos anciens maîtres.

Ce n'est certainement pas l'œuvre du premier venu, le cadre qui contient les *Douze paraboles* d'après Millais ! Il y a là une imitation des vieux maîtres allemands, d'un archaïsme parfois assez réussi. C'est, du reste, une spécialité ; car nous trouvons non loin de là d'autres gravures archaïques pour la *Vie d'Holbein*, signées aussi de MM. Dalziel frères, d'après Reid. Somme toute, l'exécution en est parfois d'une naïveté assez gauche et doit présenter à l'impression des difficultés sur lesquelles nous serions sans doute moins accommodants en France. Nous leur préférons de beaucoup les gravures si brillantes de M. W. Thomas, tout en regrettant l'incorrection du dessin qu'elles affichent si gaillardement. Cependant la *Sépulture du Christ*, d'après le Pérugin, mieux dessinée, nous a semblé une exception dans l'exposition de ce graveur. A une suffisante correction de dessin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il a su joindre une délicatesse d'exécution d'autant plus remarquable qu'elle avoisine d'autres épreuves si brillantes qu'elles en sont tapageuses. M. Thomas nous semble une personnification du talent des graveurs sur bois de l'Angleterre, qui ne peuvent manquer d'imiter leurs collègues de la taille douce, si habiles à faire miroiter l'acier. La *Grotte de la reine Mab*, d'après Turner, nous aurait peut-être surpris, si nous n'avions souvent rencontré de semblables tours de force dans l'œuvre de M. W. Thomas, entre autres un paysage, d'après Troyon, si brillant, que le tableau, lorsque nous le revîmes, faillit nous sembler terne. — Qui sait où peu conduire un excès de talent !

M. Measom est presque aussi connu en France qu'en Angleterre ; il est peu d'éditeurs parisiens qui n'aient eu affaire à lui, et sa gravure est toute française. Son *chevalier Jauffre*, d'après Doré, fait partie de l'illustration d'un roman de Mary Lafon, dans lequel il a déployé un joli talent de graveur, nous dirions presque de coloriste.

Un graveur bien anglais, c'est M. Swain, dont le genre se rapproche un peu de M. Thomas. La vue de la cathédrale de Tolède et les autres épreuves de M. W. Palmer sont d'un fini précieux. Enfin, les *Chants du cavalier écossais*, de feu Thompson, sont dignes de sa réputation.

Somme toute, l'exposition anglaise, quoique plus brillante que la nôtre, n'a rien à opposer à cette série de gravures sérieuses que nous avons signalées en commençant, et si nos anciens maîtres sont restés des maîtres, nous pouvons au moins marcher de pair avec eux.

En Italie nous ne trouvons guère que quelques gravures d'un bon travail, très-libre et d'une grande habileté, exposées par M. Salviani. Celles de M. Pisante nous ont paru bien dures, celles de M. Tramontano plus dures encore et d'un dessin par trop sans façon.

L'Espagne est pauvre : à part un mouton dont la laine est assez bien rendue par un travail très-patient signé Marchi, et quelques lourdes épreuves de M. Severini, la xylographie brille par son absence.

L'Imprimerie impériale d'Autriche expose quelques épreuves d'une force ordinaire. La Belgique a, par-ci par-là, quelques gravures sur bois dont certaines, assez jolies, sous le nom de Vermorcken. La Bavière expose, comme résultats des études xylographiques dans ses écoles, quelques épreuves assez médiocres. — Le reste de la terre s'est abstenu ou n'a rien exposé qui mérite attention.

Après nous être tant occupé d'art, parlons un peu de gravure industrielle. Il est bien entendu que la France seule est en cause.

En fait d'architecture, nous serions bien embarrassé pour trouver le meilleur xylographe spécialiste. La famille Guillaumot nous en fournit trois à elle seule, dont l'Exposition renferme des œuvres très-sérieuses gravées sur les dessins de M. Viollet-le-Duc pour son *Dictionnaire raisonné d'architecture*. M. Mouard, qui collabore à la même œuvre, expose des épreuves tout aussi soignées, et M. Pégard, dont les gravures se retrouvent à chaque page des *Études sur l'Exposition*, a exposé un cadre tout aussi riche de bonnes choses, non pas seulement à l'Exposition, mais encore au Salon annuel des Champs-Élysées. Nous nous servirons pour passer à un autre genre de gravure de la transition que nous offrent les reproductions de machines et autres sujets industriels qu'il a groupés sous la même glace dans la galerie du matériel des arts libéraux.

S'il est un genre qui demande de la précision, un travail sobre produisant de grands effets à peu de frais, c'est certainement la gravure de machines industrielles ou agricoles. Ces conditions, M. Pégard les a remplies en graveur consciencieux, habitué à vaincre des difficultés d'un ordre plus élevé dans la reproduction des sujets artistiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'exposition de M. Bourdelin, dont la collaboration au *Monde illustré* a prouvé le talent de dessinateur, contient aussi nombre de bonnes choses, quoiqu'on y trouve de tout un peu : animaux, paysages, figures, machines gravées,..... tantôt bien quand elles sont gravées par M. Charlot, tantôt.... moins bien.

M. Guiguet, quoiqu'il nous montre quelques animaux dessinés sur bois, est plus spécialiste que son voisin ; il ne sort guère des machines industrielles que pour entrer dans la machinerie agricole. Nous connaissons de très-bonnes choses qui sont sorties de son atelier, c'est une vieille réputation de dessinateur à laquelle bien des graveurs ont collaboré.

M. V. Rose est aussi un dessinateur, dont la réputation bien établie dans l'industrie est au-dessus des défaillances de la gravure. Nous conseillons à messieurs les dessinateurs de ne pas reculer devant les expositions, il y a là une occasion de réunir leurs dessins les mieux réussis par le graveur, et de faire oublier bien des gravures tout au moins médiocres, qui ne leur font pas honneur aux yeux des gens étrangers à la question de métier. Ceci soit dit pour tous, et pour M. Lepage en particulier, dont les dessins sont généralement médiocrement rendus par la gravure. Il y aurait là aussi une occasion de faire partager au graveur, — qui était à la peine, — les honneurs du triomphe.

TROISIÈME PARTIE.

I

Procédé Gillot ou paniconographie.

Titre pompeux, mais procédés assez simples en somme, quoique exigeant une grande habileté pratique de mise en œuvre.

On lève, avec l'encre à reporter, une épreuve d'un dessin lithographié, autographié ou gravé, qu'on transporte sur une plaque de zinc planée et polie ; puis commence l'opération du mordançage, opération délicate où se trouve toute la difficulté du procédé.

Le mordant de M. Gillot est composé d'acide nitrique fortement étendu d'eau, et se trouve dans une cuve en gutta-percha, agitée d'un mouvement de bascule destiné à déplacer incessamment les sels formés par l'action de l'acide sur le zinc. Avant de soumettre la planche à l'action de l'acide, on a soin d'y répandre et étendre, avec un blaireau, une très-légère couche de résine en poudre, après quoi on la met dans la cuve. La première morsure, qui ne doit attaquer que dans les parties vigoureuses, doit être très-légère et dure à peine un quart d'heure; alors on retire la planche qu'on débarrasse au pinceau des sels qui y seraient restés. On chauffe sur un feu doux, de façon à faire fondre lentement la résine qui, mélangée avec l'encre, vient garnir le léger talus des tailles formées par cette première morsure. On encre avec un rouleau de lithographe, puis on verse une nouvelle couche de résine et la morsure recommence, mais plus énergique et plus prolongée. L'opération continue, identiquement semblable, jusqu'à ce que les différentes couches de résine fondues successivement aient bouché toutes les tailles, et que la plaque ne présente plus qu'une surface d'un noir à peu près égal, où l'on ne distingue presque plus le dessin. La dernière morsure doit être plus énergique que les autres : l'acide doit être moins étendu d'eau, et la planche reste environ trois quarts d'heure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le bain. Avant de fixer ce cliché sur bois, on découpe, s'il y a lieu, les grands blancs, et l'opération est terminée.

Au point de vue de l'économie, ce procédé est séduisant ; mais les résultats, quelle que soit l'habileté de l'opérateur, sont rarement satisfaisants. Quelques journaux l'emploient cependant, mais il ne convient pas aux œuvres d'un travail serré. L'emploi du crayon surtout produit de tristes dessins.

II

Procédé Comte (Néographie).

Ce procédé de gravure en relief par les acides, auquel le jury vient de décerner une mention honorable par une méprise au moins aussi honorable pour son inventeur que la mention, — mais inexplicable de la part d'un jury, — est beaucoup moins ancien que le procédé Gillot. Ses résultats, qui l'ont fait récompenser à titre de *gravure en creux*, tandis qu'il ne produit que la *gravure en relief*, sont assez connus pour que nous nous dispensions d'en faire la description. Quant au moyen d'opérer, nous n'en pourrons donner que ce que nous devons à l'obligeance de l'inventeur qui garde pour lui le secret du laboratoire.

Une plaque de zinc, préalablement préparée, c'est-à-dire planée et lustrée est recouverte d'un enduit blanc..... A l'aide d'une pointe dure, d'os, de laiton de bois ou de corne, on trace sur cet enduit le dessin qui se laisse voir sous l'apparence d'une mine de plomb, teinte favorable, mais dont il faut se méfier si on ne veut pas tomber dans le noir. Un léger miroitement dû au poli du zinc, dans lequel se réflète la pointe du dessinateur lorsqu'il travaille au milieu de parties déjà découvertes, désoriente un peu lorsqu'on n'en a pas encore l'habitude ; mais passons. — Une condition essentielle, c'est de ne pas érailler le zinc en dessinant.

Lorsque le travail du dessinateur est terminé, le graveur soumet la planche à un dépôt de vernis gras qui ne se dépose que dans les parties où la pointe a mis à nu le métal. Dans cette opération, l'enduit blanc a disparu, et sur le zinc net et gris le dessin apparaît alors comme s'il avait été tracé à la plume avec de l'encre lithographique. On peut encore faire au dessin les retouches qu'on juge convenables, soit en ajoutant, soit en enlevant ; puis la planche passe à la mise en relief par les acides.....

Comme tous les procédés spéciaux, ce genre de gravure demanderait des dessinateurs spécialistes, et son malheur est peut-être d'avoir été jugé, dans certains cas, sur des essais où le dessinateur n'était pas au courant de ce genre de travail, car les dessins publiés depuis 1861 dans *l'Art pour tous*, par M. Kreutzerberger, ceux de la *Gazette des Architectes*, différents spécimens publiés par le journal de *l'Illustration*, par *le Magasin pittoresque* et *le Monde illustré*, sans compter les œuvres qui figurent à l'Exposition, prouvent mieux que tout le bien que je n'ose dire de ce procédé combien son application économique présenterait d'avantages.

III

Gravure par les procédés physico-chimiques de M. Dulos.

La mise en relief d'un dessin sur planche métallique se présente à l'esprit comme une chose assez simple au premier abord, et si nous ne citons que MM. Gillot et Comte, c'est que dans la masse des chercheurs eux seuls sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrivés à des résultats pratiques. Presque tous ceux qui se sont préoccupés de cette question en ont cherché la solution dans l'action des acides ; mais l'érosion du métal par l'acide, qui donne dans la taille-douce des résultats suffisants, ne peut donner que de très-incomplets résultats lorsqu'on l'applique à la gravure en relief. La profondeur des tailles qui doivent séparer les traits en relief d'une gravure typographique ne peut s'obtenir que par l'action prolongée du mordant qui s'exerce alors aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical, et ne donne la profondeur voulue qu'au détriment de l'épaisseur des parties réservées, c'est-à-dire en détruisant les finesses du dessin et en atténuant les vigueurs. C'est en évitant jusqu'à un certain point cet écueil que MM. Comte et Gillot ont obtenu leurs succès. »

M. Dulos s'est bien gardé de s'engager dans cette voie, et son invention, basée sur l'observation des phénomènes capillaires, n'a aucune analogie avec les procédés déjà cités.

Si, sur une feuille de verre dépoli, on trace avec une encre grasse un dessin, et qu'ensuite on jette de l'eau sur toute la surface du verre, il se forme, à droite et à gauche de chaque ligne tracée, deux ménisques convexes, quoique l'eau s'élève à une certaine hauteur. Le même phénomène se reproduit toutes les fois qu'on opère ainsi avec un liquide mouillant une surface sur laquelle on a tracé un dessin avec un corps qui ne se laisse pas mouiller. Les mêmes ménisques se reproduisent lorsque après avoir tracé un dessin gras sur une plaque argentée, on verse au lieu d'eau du mercure. Tel est le point de départ de M. Dulos, qui, dans un ordre d'idées dont on ne saurait trop le louer, a tenu à faire connaître lui-même en détail sa manière d'opérer.

En principe, voici le détail des procédés : On prend une plaque de cuivre argenté, sur laquelle on trace le dessin à l'encre lithographique, soit d'inspiration, soit après un décalque préalable. Le dessin terminé, on recouvre au moyen de la galvanoplastie la plaque d'une légère couche de fer, qui ne se dépose que sur les parties qui ne sont pas touchées par le dessin. On enlève ensuite le dessin avec la benzine. En cet état, les traits sont représentés par l'argent, et les blancs par la couche de fer; on verse alors le mercure qui ne se fixe que sur l'argent, et dont la partie superflue est enlevée à l'aide d'un blaireau. Les traits tracés d'abord à l'encre lithographique se trouvent ainsi mis en relief, et l'on pourrait à la rigueur en prendre une empreinte avec des matières plastiques très-molles, telles que de la cire fondue ou du plâtre; il vaut mieux, après avoir métallisé avec de la plombagine la surface, en obtenir une contre-preuve galvanique en cuivre, qui pourra servir de matrice et fournir un nombre infini de clichés en taille-douce.

Pour obtenir une gravure en relief, une simple modification suffit. On trace son dessin sur le cuivre même, qui reçoit alors une couche d'argent dans les parties que n'a pas touchées le dessin; on enlève l'encre lithographique, puis on oxyde les parties non couvertes en chauffant la plaque, et les opérations continuent comme ci-dessus. Les saillies formées par le dépôt galvanique donnent alors les traits du dessin en relief, et les creux sont produits par l'épaisseur du mercure.

Le métal de d'Arcet, fusible à une température assez basse, se comporte comme le mercure, surtout lorsqu'on a soin d'opérer sous une couche d'huile chauffée à 80 degrés pour éviter l'oxydation. Après le refroidissement, on n'a plus qu'à faire un dépôt métallique, au moyen de la pile, pour avoir une planche propre à l'impression et facile à remplacer si on a soin de conserver la première matrice.

Tout autre métal que le métal d'Arcet, amalgamé avec le mercure, se com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte comme le mercure; aussi, M. Dulos a-t-il renoncé à ces derniers métaux, avec lesquels il était difficile d'obtenir certaines finesses.

Voici la manière d'opérer : Sur la plaque dessinée et traitée comme il vient d'être dit, on applique l'amalgame au moyen d'un rouleau de cuivre argenté, qui ne le dépose que sur l'argent et en débarrasse les parties ferrées. Aussitôt que l'amalgame est cristallisé, on tire une contre-empreinte galvanique.

Il existe encore un moyen plus rapide, basé sur la propriété que possède l'argent d'attirer plus fortement le mercure que ne le fait le cuivre. Donc, après avoir dessiné sur la plaque, on l'argente, on enlève l'encre qui laisse le cuivre à nu, et on plonge dans un bain contenant un sel de mercure, de préférence un sulfate ammoniacal de mercure. Dans ce bain, l'acide sulfurique quitte le mercure pour se combiner avec le cuivre et forme un sulfate de cuivre, tandis que le mercure régénéré se porte sur l'argent. Cette opération continuée quelques minutes, ne présente pas les inconvénients inhérents à la morsure des acides, car le passage du mercure qui se fait du cuivre à l'argent, préserve les parois latérales des tailles.

Les nombreuses applications de ces principes produisent des clichés qui répondent à presque tous les besoins de l'impression, puisque l'emploi de l'amalgame de cuivre, aussi bien que celui d'un sel de mercure, peuvent fournir à volonté des planches propres à l'impression en taille-douce et à l'impression typographique. Un essai qui a fourni de belles épreuves permet même d'imiter la gravure à l'aqua-tinte et de l'imprimer typographiquement.

M. Dulos s'est aussi préoccupé d'une question d'exécution de dessin, qui, selon nous, est d'une grande importance dans le succès à venir des nouveaux procédés. Le dessin à la plume, outre la difficulté de son application à la reproduction de certains sujets, demande au dessinateur une grande habitude, une rare certitude de main, que bien peu d'artistes possèdent. Il le remplace au besoin par un travail fait à la pointe, comme dans l'eau-forte, sur un vernis blanc composé de caoutchouc et de blanc de zinc qui se coupe admirablement. Ces dessins peuvent se transformer en clichés de taille-douce ou de typographie, selon la manière de procéder et soit qu'on emploie l'amalgame de cuivre, soit qu'on emploie le procédé suivant :

Le dessin étant terminé, on plonge la plaque dans un bain de fer, dont le dépôt ne s'effectue que dans les parties mises à nu par la pointe; pour obtenir une gravure en creux, par un sel de mercure, on enlève le vernis et on argente à la pile; l'argent se dépose sur le cuivre à l'exclusion du fer; on attaque le fer au moyen de l'acide sulfurique étendu d'eau, et on traite par un sel de mercure comme il est dit plus haut.

Pour obtenir le même dessin en relief, il suffit de changer le bain et de déposer non du fer, mais de l'argent.

Les spécimens de gravure exposés par M. Dulos étaient nombreux et soignés : planches en creux et planches en relief luttaient de délicatesse et de brillant; mais nous avons regretté que chaque planche ne fût pas accompagnée d'une épreuve qui eût permis de juger, plus facilement que ces surfaces miroitantes, les détails du travail.

M. Comte, au contraire, n'a guère exposé de clichés que juste ce qu'il fallait pour piquer la curiosité à l'endroit de son procédé : un ou deux dessins transformés au vernis noir et quelques-uns en reliefs définitifs; mais il a renfermé dans son cadre plusieurs de ces grandes estampes, que *l'Illustration* a réunies en album, sous le titre d'*Eaux-fortes de Bodmer*. Le fait est que pour ceux qui n'ont pas encore eu affaire à la néographie, ce travail si terriblement fouillé, revenu croisé, surcroisé, si capricieusement enchevêtré dans certaines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parties, a quelque chose qui surprend. Les retouches de blanc obtenues à la transformation au vernis noir, par des applications au pinceau, seules peuvent dérouter ceux qui seraient tentés de les prendre pour des eaux-fortes. Ces spécimens *typographiques* auxquels, sans son inconcevable méprise, le jury eût certainement accordé mieux qu'une mention honorable, imposent éloquemment silence aux craintes qui pourraient s'élever contre les aptitudes pratiques de ce procédé. Imprimer un dessin aussi travaillé et dans de telles proportions, serait déjà dans tout autre cas un tour de force.

M. Gillot a quelques reproductions de crayon dont nous ne pouvons le complimenter, il nous semble tenter là l'impossible ; son procédé nous paraît ne pas devoir dépasser le genre d'affiches petit modèle, et même dans les livres de M. Hetzel, nous regrettons de voir tant de jolies vignettes alourdies par cette *paniconographie* tant soit peu barbare.

IV

Procédé Salmon et Garnier, de Chartres.

Le procédé de MM. Salmon et Garnier, qui a figuré avec tant d'honneur à l'Exposition de 1855, n'a aucune analogie comme point de départ avec celui de M. Dulos. Tous deux ont cependant une tournure scientifique, qui fait qu'on les rapproche volontiers. Si l'un est basé sur la capillarité, l'autre prend sa source dans la propriété de l'iode, qui se porte plus volontiers sur les parties noires d'un dessin que sur les réserves blanches, et qui montre encore plus d'affinité pour le cuivre que pour le noir ; car il suffit d'un simple coup de presse pour que la vapeur d'iode, déposée sur les traits d'un dessin ou d'une gravure, vienne se décalquer sur une plaque de cuivre jaune polie. Ici nous retrouvons le principe de M. Dulos : le mercure qui *mouille* volontiers l'iode, ne *mouille* pas le cuivre : aussi, pour rendre le dessin apparent, emploie-t-on le mercure étendu au tampon. Une fois le dessin décalqué, on peut le traiter de trois façons différentes, de manière à obtenir une planche destinée :

A l'impression lithographique,
A l'impression en taille-douce,
Ou à l'impression typographique.

Pour obtenir un dessin analogue à la lithographie, on passe sur la plaque un rouleau de lithographe, dont l'encre se fixe sur les parties nues du cuivre et respecte le mercure ; puis on détermine au moyen de la pile un dépôt de fer réduit de son chlorhydrate, et on enlève l'encre au moyen d'un lavage à l'essence. La planche soumise de nouveau à la vapeur d'iode est ensuite recouverte de mercure, qui vient occuper la place de l'encre lithographique, tandis que le noir d'impression, lorsqu'on passe le rouleau, ne se fixera que sur les parties ferrées.

Dans le second cas, après avoir passé le tampon de mercure sur le décalque d'iode, on encre, puis on enlève le mercure avec une dissolution fortement acide de nitrate d'argent, et on continue la morsure comme pour toute autre planche.

Le relief indispensable à l'impression typographique s'obtient en déposant, au lieu de fer, de l'or qui préserve le dessin de la morsure des acides.

Somme toute, il n'est pas étonnant que ce procédé curieux, amusant, qui fit les délices des visiteurs du palais de Cristal, ne se soit pas répandu. Lorsqu'on regarde au fond des choses, on s'aperçoit : 1° que pour avoir un simple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessin autographique, il faut un outillage spécial et des manipulations plus longues que celles de l'autographie; 2° que pour obtenir une épreuve en taille-douce, il faut au moins deux fois plus de travail et de temps que pour faire une gravure à l'eau-forte; 3° que l'on peut préserver la surface du cuivre pendant la morsure, mais qu'il faut renoncer à la profondeur du relief ou à la pureté du dessin à cause de l'érosion latérale du mordant. Tout ceci sans préjudice, dans les deux premiers cas de la question, du prix toujours plus élevé que celui de l'autographie et de l'eau-forte. Outre cela, pour l'application de ce procédé à l'impression des vignettes ou de tout autre sujet, le dessinateur aurait à faire un dessin excessivement travaillé, s'il voulait lutter avec les autres procédés, et serait évidemment forcé de travailler à la plume, le crayon ne pouvant, selon nous, donner ici que de tristes résultats pour l'impression lithographique, et n'étant plus possible dans les deux autres cas.

Il n'en est pas moins vrai que ce procédé a séduit bon nombre de gens et fait concevoir de belles espérances : son plus grand mérite, selon nous, est d'avoir tenté par ses résultats brillants, au premier abord, bien des gens qui ne savaient où chercher la voie du perfectionnement de la gravure, et de les avoir attirés dans ce chemin où la science laisse tant à glaner derrière elle.

V

Gravure mécanique.

La gravure par procédés mécaniques est une découverte toute moderne. La machine à graver de l'anglais *Lowry*, tout comme celle de notre compatriote *Conté*, méritent à peine l'honneur d'une mention. En effet, pour combiner un engin composé d'une règle, le long de laquelle glissait un chariot, dont la pointe traçait une ligne parallèle à la règle, il ne fallut ni de grands efforts d'imagination, ni de longs tâtonnements. Mais ce fut sur cette base que M. Collas s'appuya en 1825, dans ses curieuses recherches, dont les résultats les plus sérieux furent la découverte de ce genre de gravure numismatique, dont le fameux trésor de *Numismatique et de Glyptique* de 1832 fit tout d'un coup la réputation.

M. Collas débuta par remplacer la règle mobile, qui, à chaque ligne tracée, s'avançait sur la planche, par une règle fixe; tandis que la planche immobile, devenait mobile d'abord, puis bientôt, fixée sur un pivot, tournait dans toutes les directions et permettait de tracer les lignes les plus serpentines.

Quant à la reproduction des reliefs par ces procédés mécaniques, c'est, sinon un secret, du moins un travail peu connu. Faute de description authentique, nous empruntons l'à peu près suivant au *Dictionnaire des Arts et manufactures.*

« Qu'on suppose une plate-forme horizontale susceptible de marcher, de « quantités quelconques mais égales, au moyen d'une vis à tête graduée; et à « l'extrémité de celle-ci une seconde plate-forme, douée des mêmes propriétés, « mais perpendiculaire au plan de la première, les mouvements des deux « plates-formes étant, d'ailleurs, liés de telle manière que le mouvement im- « primé à l'une entraîne celui de l'autre. Plaçons maintenant entre les deux « plates-formes un chariot pouvant se mouvoir parallèlement aux plans de ces « deux plate-formes, et armé de deux branches, dont l'une, horizontale, sera « perpendiculaire à la plate-forme verticale, et dont l'autre, verticale, sera « perpendiculaire à la plate-forme horizontale, la première portant une tou- « che et la seconde un burin ou une pointe de diamant. Supposons, enfin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« qu'outre son mouvement de translation parallèle aux deux plates-formes, le « chariot puisse facilement se mouvoir dans une direction perpendiculaire à « la plate-forme verticale, et nous aurons la matérialisation du principe con- « stitutif de l'ingénieuse machine de M. Collas.

« Fixons maintenant sur la plate-forme verticale le bas-relief à représenter; « fixons aussi sur la plate-forme horizontale la planche de cuivre ou d'acier, « qui doit recevoir l'action du burin ou de la pointe de diamant, et amenons « les plates-formes dans une position relative, telle qu'en faisant marcher le « chariot, la touche parcourt le bord extrême de l'un des côtés du bas-relief. « Si ce côté est un plan, la touche et le burin se mouveront en ligne droite, et « une ligne droite sera tracée sur la planche. Le déplacement des deux plates- « formes, au moyen de la vis de rappel qui les commande, permettra de tracer « sur la planche une seconde ligne droite, parallèle et à une petite distance « de la première; puis se succèderont autant de lignes droites que le compor- « teront l'écartement régulier donné aux lignes à tracer, et la grandeur de la « surface plane parcourue d'abord par la touche qui, enfin, parviendra aux « parties sculptées du bas-relief. Alors la touche sera repoussée par les saillies « et pénétrera dans les cavités de la sculpture, circonstance qui fera tracer au « burin une ligne ondulée pour les portions correspondantes aux saillies et « aux dépressions du bas-relief, et droite pour les portions entièrement planes. « Les lignes suivantes, parcourues par la touche sur les parties voisines du « bas-relief, déterminent d'autres ondulations dans les lignes correspondantes « tracées par le burin; et comme ces ondulations ne seront autre chose que le « rabattement géométrique, sur un plan, des saillies et des dépressions du bas- « relief, la juxtaposition d'une série de coupes successives, il en résultera une « image de bas-relief. »

Outre l'excellence des résultats, cette découverte mit M. Collas sur la voie d'une autre invention fort importante que nous citons, quoiqu'elle soit en dehors de notre sujet, à cause de sa ressemblance avec le procédé que nous venons de décrire, et de sa parenté avec les applications du pantographe à la réduction des gravures, où la gravure s'obtient en même temps que la réduction. Le tour à portraits de M. Collas ne diffère du procédé de reproduction des reliefs par la gravure que dans la proportion des résultats, c'est-à-dire que, au lieu de tracer des lignes qui doivent reproduire l'*image* d'une sculpture, on reproduit la sculpture elle-même.

En dehors du procédé Collas, l'ancienne machine à graver, diversement modifiée et perfectionnée, est employée pour des travaux simples, tels que les teintes grises qui servent à indiquer sur les cartes géographiques les parties des mers qui touchent les continents. On l'emploie aussi, même dans certaines gravures semi-artistiques, pour donner ces teintes dégradées du ciel, si difficiles à obtenir au burin; on l'emploie quelquefois pour terminer quelques endroits des eaux-fortes; enfin, elle sert aussi à la gravure industrielle pour la mise en carte des dessins de tissus. Peu d'exposants dans cette spécialité. Nous n'avons guère rencontré au Champ de Mars que le cadre de M^me^ Fontaine et fils, fort ordinaire. Quant à la part qu'a pu avoir la mécanique dans les différentes gravures de tout genre, il serait trop difficile et surtout trop long de la rechercher. Comme tous les moyens, elle produit un excellent effet lorsqu'elle est judicieusement employée, mais son abus est encore plus à craindre que son abstention.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VI

Gravure par l'électricité.

Les recherches tendant à appliquer l'électricité à la reproduction des planches gravées, quoique datant à peine de quelques années, ont cependant produit des résultats assez importants pour qu'on ne puissse les passer sous silence.

Le but poursuivi étant celui-ci, reproduire promptement et mécaniquement, autant de fois qu'il peut être utile, une planche gravée, M. Gaëff exposa, en 1862, une machine donnant d'assez bons résultats.

La gravure type, dont les tailles sont remplies d'un vernis isolant ou d'huile grasse séchée, est fixée sur un cylindre en cuivre que traverse un courant électrique conduit par une petite pointe de même métal. Cette pointe mobile interrompt ou rétablit le courant, selon qu'elle passe sur le cuivre ou sur les parties isolantes, et permet à un ou plusieurs stylets de diamant ou d'acier de reproduire exactement le dessin type sur des plaques de métal enduites de vernis. La morsure à l'eau-forte transforme ces dessins en gravures en taille-douce.

La Société d'électro-gravure Gaiffe Zglinicki et Cie a, cette année, exposé une machine déjà connue, qui, basée sur le même principe, donne des réductions de toutes dimensions. Ici, le modèle et la planche à graver sont fixés sur deux poupées parallèles et tournent simultanément. Là encore, le courant libre ou interrompu, lorsque la pointe passe sur les parties conductrices ou non, reproduit le dessin sur le vernis de la plaque à graver, et dans les proportions déterminées par les distances qui existent entre elles et le point d'articulation.

Nous ne croyons pas que ce genre de gravure soit appelé à un avenir très-brillant, mais il peut rendre dans l'industrie quelques services en raison de ses produits économiques et de l'exactitude mécanique sur laquelle on peut compter. Néanmoins, il est intéressant et peut servir de point de départ à de nouvelles applications de l'électricité à la gravure, et nous croyons que la mine est à peine égratignée, tandis qu'elle contient de riches filons.

HENRI GOBIN.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XVI

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS

DE

L'EXPLOITATION DES MINES

PAR **M. ÉMILE SOULIÉ,**
Ingénieur civil, Ancien Élève de l'École des Mines,

ET **M. ALFRED LACOUR,**
Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.

(Pl. 115, 120, 150.)

SONDAGES.

Dans l'introduction aux études sur le matériel et les procédés de l'exploitation des mines, M. Soulié a expliqué en quelques lignes quel était l'objet et quels sont les moyens employés pour effectuer les sondages [1].

Avant d'entrer dans l'étude détaillée des objets exposés au Champ de Mars, il me reste à résumer les travaux effectués dans cette voie antérieurement à notre époque.

L'idée de creuser des trous dans la terre pour aller chercher, dans le sein de cette *bonne mère*, les substances qui peuvent être utiles à l'homme, et principalement l'eau, remonte évidemment à la plus haute antiquité.

Aussi loin dans le passé que peuvent aller les traditions des peuples de l'Orient, on trouve chez eux la trace de semblables travaux, plus utiles encore dans ces pays brûlés par un soleil ardent que dans toute autre contrée.

Le procédé qu'ils employaient pour trouver, sous la croute desséchée de sable, la nappe d'eau fraiche et vivifiante, devait être le même qui est encore employé par les indigènes du Sahara algérien.

Le puits est creusé dans une roche de moyenne dureté. L'épuisement se fait, autant que possible, au moyen de baquets ; mais quand on arrive à la couche sableuse aquifère, l'eau s'élève tout à coup dans le puits, et alors pour achever le sondage ou bien pour dégager à temps le fond du puits des sables qui l'encombrent, il faut retirer ces sables d'un trou dont la profondeur va quelquefois jusqu'à 40 ou 50 mètres et complétement rempli d'eau. Pour cela, des puisatiers de profession plongent sous cette colonne liquide, et vont remplir au fond du trou un panier de sable que l'on remonte ensuite au moyen d'une corde. Avant de s'immerger dans ce liquide glacé, ils exposent leur grand corps sec et décharné à un feu ardent ; puis ils se précipitent dans l'eau le pied passé dans la boucle d'une corde attachée à une pierre qui les

1. L'article de M. Soulié, publié dans les tomes II, III et IV, est accompagné des planches 14, 15, 16, 25, 26, 27, 28, 118 et 119.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entraîne rapidement au fond. Lorsqu'ils ont fait leur travail, ils se dégagent de leurs entraves, et remontent d'eux-mêmes à la surface. Ils restent souvent ainsi quatre ou cinq minutes sous l'eau, et il n'est pas rare de les ramener évanouis. On comprend ce qu'un pareil exercice a de peu hygiénique; heureusement ils sont soutenus dans cette rude tâche par des idées mystiques.

Les anciens puits construits par cette méthode barbare ne laissèrent pas que de rendre d'immenses services; ils étaient solidement muraillés, et on en trouve encore dans la Haute-Égypte, en Arabie, tantôt à l'état de sources jaillissantes et donnant alors lieu à des oasis fertiles et peuplées, quelquefois un peu ensablés, mais que de faciles travaux suffisent pour remettre en état.

Les Chinois eux aussi, depuis une antiquité tout à fait immémoriale, savent creuser des trous qui atteignent même des profondeurs infiniment plus considérables, 5 à 600 mètres et plus.

Ces puits servent à amener à la surface du sol tantôt des eaux salées, plus souvent des eaux douces. Dans quelques régions, ils donnent des dégagements de gaz inflammables, que les habitants de ces provinces emploient à l'éclairage et au chauffage.

Pendant longtemps, on n'a pas connu la méthode qu'ils employaient pour forer ces trous. Le missionnaire Imbert, au commencement de ce siècle, a raconté leur procédé qui, sous le nom de *sondage à la corde*, a été très-prôné par quelques-uns de nos ingénieurs. Nous ne connaissons qu'assez imparfaitement la méthode suivie en Chine, aussi je ne m'y arrêterai pas; mais je dirai quelques mots des essais de ce genre qui ont été faits dans des régions moins lointaines.

M. Sello, il y a trente ans environ, a beaucoup étudié cette méthode et en a tiré un certain parti. Voici en quelques mots comment il opérait.

Un trépan de forme ordinaire était attaché à l'extrémité d'une corde de chanvre. Pour opérer le battage, on attachait le bout de la corde à l'extrémité d'une perche élastique, à laquelle on communiquait un mouvement d'oscillation. Un treuil ordinaire, sur lequel s'enroulait la corde, servait à remonter le trépan. Le poids de celui-ci était de 100 kilogrammes, et le prix total de l'appareil était de 500 francs; c'était donc un appareil extrêmement simple, très-économique et marchant parfaitement pour de petites profondeurs et un petit diamètre. M. Sello fit par ce moyen plusieurs sondages à Sarrebruck; M. Gruner, M. Froman, employèrent aussi cette méthode en y apportant quelques perfectionnements de détail. M. Jobard fit également des essais heureux dans les environs de Marienbourg. Enfin M. Selligue conduisit, par cette méthode, un puits creusé près de l'École militaire de Paris, jusqu'à 200 mètres de profondeur; mais alors la corde cassa, il fut impossible de retirer la corde du trou, et l'on dut abandonner le travail.

Dans ces essais, et dans d'autres encore sur lesquels je ne puis m'appesantir, priant le lecteur de s'en référer à la brochure publiée sur cette matière, en 1852, par M. Lechatellier, on a varié plus ou moins le système d'outillages. Sans doute cette question de la disposition des outils employés a une certaine importance et doit être en harmonie avec le mode de suspension que l'on emploie; mais cette harmonie une fois obtenue, en adoptant je suppose les appareils proposés par M. Lechatelier, et mis en œuvre par la maison Degousée et Laurent dans la Moselle, il reste toujours l'emploi de la corde qui caractérise le système. Or de cet emploi résulte l'impossibilité d'agir au fond du trou par l'intermédiaire d'une tige rigide. De là résulte : 1° qu'en marche normale, on ne peut s'attaquer, par ce système, à des terrains trop durs, le trépan n'étant pas suffisamment guidé à la partie inférieure pour être sûr qu'il percera un trou parfaitement cylindrique; 2° en cas d'accident, on n'a aucun moyen d'agir au fond du trou. On ne pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rait donc se risquer à employer ce système pour des travaux importants qu'à la condition d'avoir à sa disposition un système de tiges rigides susceptibles de venir en aide à la corde, et dès lors on perdrait tout l'avantage de l'économie qu'il pourrait présenter, — avantage qui semblait avoir été de beaucoup le plus considérable, car au point de vue du temps, il n'a pas paru y avoir grande amélioration.

On a cherché à combiner aussi la corde avec un système rigide.

La Société française de la Compagnie Fréminville a fait emploi d'une colonne de garantie qui descendait à mesure que le puits s'approfondissait. Cette colonne servait au tubage provisoire du puits. Elle avait en outre pour objet de permettre d'agir par rotation sur l'outil foreur. Voici la disposition prise pour remplir ce but.

Supposons qu'à la partie inférieure de la colonne on ait fixé à l'intérieur deux pièces de tôle triangulaires de 50 centimètres de hauteur, dont les bases, égalant chacune d'elle la demi-circonférence du tuyau, s'appuient sur la base de la colonne. Elles laisseront donc entre elles des espaces triangulaires diamétralement opposés, dans lesquels la colonne ne sera pas recouverte de cette doublure. L'outil foreur à son tour est muni de deux saillies triangulaires ayant leur sommet dirigé vers le bas, et s'enfourchant par conséquent dans les vides de l'armature du tuyau. Il en résultera donc que, lorsqu'on voudra donner un mouvement de rotation au trépan, il faudra faire tourner la colonne tout entière, qui alors entraînera le cylindre de fonte au moyen de cet assemblage, lequel à son tour fera tourner le trépan; mais avec cette disposition, on comprend que le trépan obligé de descendre dans la colonne de garantie ne peut forer un trou plus large que le diamètre intérieur de la colonne.

Dans quelques cas, lorsque les terrains sont suffisamment meubles, dans des sables, par exemple, ou dans des argiles peu compactes, ce mouvement de rotation, joint au poids de la colonne, suffit pour la faire pénétrer; mais lorsqu'il s'agit de terrains compactes et de roches dures, il n'en est pas ainsi. Il faut alors avoir recours à un instrument élargisseur. Il se compose essentiellement de scies maintenues à l'intérieur d'un tuyau de fonte, d'un diamètre inférieur à celui de la colonne. Lorsque cet instrument est soutenu par la corde qui le descend au fond du trou, les scies sont rentrées dans l'intérieur; mais lorsqu'il vient reposer au moyen des saillies triangulaires sur la colonne, les scies sortent de leur manchon en glissant sur une pièce en forme de coin, et viennent, par conséquent, sous-caver la base de la colonne qui peut alors descendre. On le voit donc, dans cette méthode, on peut toujours agir par rotation sur le trépan; mais c'est grâce à la manœuvre de cette énorme colonne de garantie qui doit toujours rester libre dans le forage. Or il arrive souvent que des compressions latérales lui ôtent tout mouvement; on est alors obligé d'en descendre un autre d'un diamètre moindre, ce qui est un énorme inconvénient. De plus, on n'a pas la facilité d'agir au fond du trou pour réparer ces accidents si fréquents dans les sondages, tels que rupture d'un trépan, etc.

MM. Degousée et Laurent ont cherché à perfectionner cette méthode en donnant à la colonne de garantie une extrême facilité pour être retirée du trou. Pour cela, ils la composent de tubes en tôle de 3 à 4 millimètres d'épaisseur qui, au lieu d'être rivés les uns aux autres, sont réunis par des manchons en fer, forgés et filetés à chacune de leurs extrémités.

Le trépan a la dimension nécessaire pour que le trou foré permette à la colonne de descendre immédiatement sans élargissement subséquent. Il ne pourrait donc pas passer dans la colonne. On le fait alors descendre attaché à la base de celle-ci; puis on descend la corde à l'intérieur; elle vient saisir la tête du trépan, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opère le battage à la manière ordinaire. on désaccroche le trépan et on remonte la corde d'une part, ce qui se fait très-vite, puis la colonne en divisant les tronçons. Au dernier se trouve attaché le trépan.

Pour opérer le curage, il faut alors redescendre la cuiller au moyen de la corde ou de tiges spéciales, si on le préfère, pour plus de sécurité. On a donc ainsi une manœuvre assez longue à effectuer pour opérer ce travail, et à ce point de vue, on n'a aucun avantage sur les tiges rigides. La supériorité sur celles-ci se trouve, pour les profondeurs, un peu plus grande; on n'a plus cet énorme poids des tiges, si gênant avant que l'on eût inventé les coulisses à déclic, qui rendent les tiges complétement indépendantes de la chute de l'outil percuteur. De plus, la colonne creuse garantit les parois du trou pendant le battage, et empêche les éboulements qui peuvent être causés par le fouettement soit de la corde, soit même des tiges, si on les emploie. Enfin si la rupture de la corde a lieu, ou si une une masse solide tombe dans le trou, elle est retenue par les argots de tube, et on la remonte sans difficulté.

J'ai décrit, avec certains détails, le procédé chinois, ou plutôt les diverses tentatives qui ont été faites pour le rendre pratique et le mettre à l'abri de toutes causes d'accidents graves. On comprend les inconvénients que présentent les tiges dans les sondages profonds, lorsque la roche est assez dure pour ne pouvoir être attaquée que par le trépan. Il faut soulever toute la colonne des tiges portant à sa partie inférieure l'instrument foreur et la laisser retomber de plusieurs décimètres de haut. Elle doit nécessairement se briser fréquemment, et, en tout cas, elle est soumise à des mouvements de trépidation qui la détériorent elle-même et dégradent les parois du trou. Pour obvier à ces inconvénients, M. Œnhausen a imaginé la coulisse qui porte son nom, et qui a pour but de séparer le trépan des tiges qui le supportent, de façon que celles-ci étant équilibrées par un contre-poids restent toujours tendues, et servent seulement à relever le trépan.

Lorsque le choc a lieu, les tiges descendent encore un peu jusqu'à ce que leur vitesse soit annulée, puis remontent en ramassant le trépan qu'elles élèvent de nouveau. Ce mécanisme est très-simple et a rendu de grands services; mais les sondeurs français ont construit des instruments encore plus parfaits; ce sont ceux-là qui sont à l'Exposition et que nous allons étudier en détail.

Je décrirai simultanément les deux expositions de MM. Degousée et Laurent, et Saint-Just et Léon Dru, puis je parlerai séparément des appareils Kind et Chaudron, qui ont une destination un peu différente.

Les instruments d'un sondage peuvent se diviser en trois catégories :

1° Les outils qui travaillent au fond;

2° Les engins placés à la surface du sol qui leur communiquent le mouvement;

3° Les tiges servant d'intermédiaire entre ces deux systèmes.

Outils travaillant au fond.

Quelques terrains sont assez facilement attaquables pour qu'il suffise de cuillers et de taraudes pour opérer le forage; ce sont celles qui sont exposées par MM. Degousée et Laurent; leur usage se comprend à la simple vue de la figure. Les langues de serpent s'emploient dans les argiles compactes en les faisant alterner avec la tarière de même diamètre.

Les figures 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 11 de la planche 115 montrent des variétés de cet outil.

La mèche ordinaire (pl. 150, fig. 12) et la mèche anglaise, moins contournée (pl. 115, fig. 34), remplissent le même résultat.

Les alésoires servent à régulariser ce trou lorsqu'il y a dans le terrain des pla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quettes dures que le trépan n'attaque pas uniformément ; en employant un outil très-long, de 6 à 8 mètres, par exemple, on attaque à la fois plusieurs de ces parties saillantes, et on obtient la rectitude voulue.

L'alésoir à quatre branches (fig. 9, pl. 115) se compose de quatre tiges rectangulaires agissant par leurs angles et maintenues à un écartement convenable au moyen de deux rondelles de fonte. Deux plaques intermédiaires maintiennent ces tiges. On voit que c'est une espèce de lanterne qui rôde l'intérieur du trou, et qui, en remontant à la surface du sol, ramène dans son intérieur une grande quantité de déblais.

On remarquera que les quatre tiges qui fatiguent particulièrement ne sont pas soudées à l'appareil, et qu'elles peuvent, par conséquent, se remplacer avec la plus grande facilité.

Le *tire-bourre* (fig. 10, pl. 115) est destiné au retrait des cailloux roulés ou à celui des objets cassés. La partie qui fatigue le plus est la naissance de l'hélice sur la tige ; elle doit être particulièrement forte et bien construite.

Tous ces instruments agissent par rotation ; il suffit donc de les emmancher à l'extrémité de la sonde au moyen d'un pas de vis.

Mais la plupart des terrains demandent la percussion pour être entamés. Il faut alors avoir recours à la *chute* d'un trépan. Disons d'abord quelques mots des trépans eux-mêmes.

Les premiers trépans étaient de simples lames à biseau acéré.

Les fig. 12, 13, 14, 15 et 16 représentent des outils que le dessin explique suffisamment.

A ce genre d'outils se rattachent encore les casse-pierres, les bouchardes, bouchardes-alésoirs, etc.

Tous ces outils sont en acier de première qualité. On ne néglige rien pour leur donner toute la solidité possible. Il est très-important qu'un trépan qui en remplace un autre soit exactement de la même dimension que celui-ci. En effet, ces outils s'usent toujours un peu latéralement pendant le travail. Le trou qu'ils percent est donc légèrement conique. Un trépan plus petit aggraverait ce défaut. Un trépan plus large pourrait se coincer, ce qui serait un bien plus grave inconvénient. Aussi, pour plus de précision on le forge à chaud, un peu plus grand qu'il ne doit l'être, puis on l'ajuste à froid au moyen de la lime en le tenant néanmoins encore un peu juste, la trempe qui doit avoir lieu ayant pour effet d'en augmenter légèrement les dimensions.

Mais ce qu'il y a d'intéressant dans l'usage des trépans percuteurs, ce sont les moyens employés pour en rendre la chute indépendante du mouvement des tiges. J'ai déjà dit que la coulisse d'Œnhausen remplissait en partie ce but. Pour une profondeur qui ne dépasse pas 300 mètres elle peut rendre d'excellents services, mais au delà elle est insuffisante. Il faut avoir recours à un système radical dans lequel, à chaque oscillation du système de tiges au moment où elles atteignent le point culminant de leur course ascendante, le trépan se détache, tombe de tout son poids et doit s'accrocher par la colonne des tiges qu'elle descend à son tour.

Trois systèmes sont représentés à l'Exposition pour obtenir ce résultat :

1° Appareil à chute libre à point mort de MM. Degousée et Laurent ;

2° Appareil à chute libre à réaction de MM. Saint-Just et Léon Dru ;

3° Appareil de M. Kind avec appareil hydraulique.

Appareil à chute libre à point mort de MM. Degousée et Laurent. Le principe de ce système consiste en une tige glissant à frottement doux sur la coulisse, de telle sorte que par son poids elle reste toujours appuyée sur le fond du trou. Lorsque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le trépan descend cette tige il prend son point d'appui sur le fond du trou, et ce point d'appui lui permet d'opérer à son extrémité supérieure le décrochage du trépan qui tombe alors de tout son poids ; les tiges de la sonde continuent alors à descendre, vont accrocher le trépan en remontant, n'entraînent pas la tige morte qui se trouve ainsi toute disposée pour produire de nouveau la chute du trépan. Les fig. 17, 18, 19 et 20, pl. 115, représentent les appareils exposés par MM. Degousée et Laurent. La tige BB, BB', formant le point mort qui opère le décliquetage, est placée de côté. Elle est maintenue contre la maîtresse-tige par les bagues *oo oo* et par la glissière qui enveloppe au sommet la coulisse. Elle porte intérieurement deux renflements qui forcent les cliquets *mm* à s'ouvrir et à abandonner la tête *k* du trépan. La coulisse se visse sur une maîtresse-tige D, à laquelle on donne ainsi qu'au trépan T les dimensions nécessaires pour former tout le poids utile que l'on veut employer à la percussion. La hauteur de chute dépend de la distance qui existe entre les pinces et le chapeau de décliquetage au moment où le trépan et la petite tige additionnelle sont tous deux sur le fond. Pour faire varier cette hauteur de chute, il suffit donc de faire varier la longueur de cette tige ; généralement on s'arrange de manière à ce que la chute soit de 30 à 35 centimètres.

Lorsqu'on descend la coulisse dans le forage, il pourrait arriver qu'un choc ou tout autre accident opérât le décliquetage ; le trépan ne venant pas alors frapper le sol, toute sa force vive devrait être détruite par la coulisse elle-même et causer ainsi de graves dommages, sinon la rupture complète de l'appareil. Pour parer à cet accident, on emploie un taquet de sûreté JJ (fig. 19 et 20, pl. 115) placé sur la tige du poids mort et que l'on introduit par la mortaise I I' I'', derrière la branche supérieure d'un des crochets, pour les empêcher de s'ouvrir et de lâcher le trépan. Lorsque l'instrument arrive au fond, l'extrémité inférieure de la tige morte butte le fond du trou. Le trépan continue à descendre quelque temps encore, et c'est lui qui vient forcer le taquet à se dégager et à prendre une position verticale dans laquelle le maintient un ressort d'acier muni d'un petit bouton qui se loge dans un trou que le taquet porte à cet effet. Le décliquetage peut donc alors fonctionner sans entrave.

Appareils à chute libre automatique de MM. Saint-Just et Léon Dru. Les fig. 3, 4, 5 et 6 de la planche 120 représentent les appareils employés par cette maison.

Le trépan *k* se termine par une tige en traversant une glissière HH fixée aux maîtresses-tiges. L'extrémité B de cette tige du trépan se termine par un crochet retenu par le mors A pouvant tourner autour d'un axe O. (L'œil de cet axe est ovale, de sorte qu'il peut prendre un mouvement de bas en haut.) L'autre extrémité de ce bord vient buter contre un plan incliné C qui tend à faire décrocher le trépan, mais le mors est retenu par la pièce DD, lorsque le tout est en repos. Supposons le trépan encliqueté avec le mors, la bascule soulève la sonde ; le choc qu'elle produit fait sauter l'axe du mors des œils ovales, il monte donc d'une petite quantité ; son extrémité supérieure glissant sur le plan C, le décliquetage en B s'opère et le trépan tombe de toute la hauteur dont il a été élevé.

En redescendant le mors A pince le crochet B, enlève le trépan pour le lâcher de nouveau à l'instant où un second choc a lieu.

Primitivement MM. Dru avaient mis deux mors agissant symétriquement sur la pièce B ; mais ils regardent comme assez avantageux d'en supprimer un ; l'appareil est un peu plus simple, il y a moins de pièces, par conséquent moins de chance d'avoir des pièces défectueuses, ce qui est en effet un certain avantage pour ces appareils où le moindre accident entraîne souvent de si graves conséquences. D'un autre côté, le défaut de symétrie n'a-t-il pas ses inconvé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nients et ne porte-t-il pas atteinte à la solidité de l'appareil? MM. Dru ne l'ont point remarqué, c'est tout ce que je puis dire.

Appareils de M. Kind avec parachute hydraulique. (Fig. 21 et 21, pl. 115.) Je ne dirai qu'un mot de ce système, très-connu d'ailleurs, dont la description se trouve dans tous les ouvrages spéciaux.

La tête du trépan est retenue au moyen d'un levier coudé à un disque de cuir horizontal glissant à frottement doux sur la maîtresse tige, de telle sorte que lorsque l'appareil descend, le disque faisant piston dans l'eau dont le trou est rempli tend à être soulevé; il agit alors sur le levier coudé qui fait manœuvrer les mors; ceux-ci s'écartent, le déclanchement a lieu et le trépan tombe d'une hauteur à peu près égale à celle de la course du balancier. Ce système est évidemment moins parfait que les deux autres. Il présentera surtout des inconvénients lorsque l'on opérera dans des terrains peu solides, des marnes ou des argiles, par exemple; car alors les mouvements produits par cette espèce de piston pourront dégrader les parois du trou, produire dans quelques cas des éboulements ou au moins des irrégularités qui pourraient même, en quelques circonstances, empêcher le système de fonctionner.

Tels sont les principaux systèmes employés pour opérer le décliquetage du trépan et rendre sa chute indépendante de celle des tiges. Avant de passer à la description de ces tiges elles-mêmes et des machines qui les font mouvoir, j'ai encore à parler de quelques appareils agissant au fond du trou.

Lorsque l'on fait un sondage dans un but de recherche, il importe d'avoir des indications aussi précises que possible sur la nature des couches où l'on se trouve.

Il y a longtemps que l'on a cherché à retirer ainsi du trou des échantillons précis de la couche que l'on perfore. M. Evrard, professeur à Valencienne, a inventé un système (voir pour plus de détails la Notice de M. Evrard publiée dans les *Annales des Mines*, t. 28. 1840, p. 53).

M. Evrard emploie un trépan de quatre lames placées aux quatre extrémités de deux diamètres. En forant au moyen de ce trépan, on découpe une colonne annulaire dont le centre est formé par le témoin que l'on détache du sol en imprimant à la colonne un mouvement de trépidation et que l'on remonte à la surface comme l'on peut; ce témoin, qui d'abord est de dimensions fort restreintes, donne bien des indications sur la nature et l'inclinaison des couches, mais pas sur leur direction. Pour obtenir ce dernier résultat, M. Evrard avait imaginé de descendre, avant la formation du témoin, une lame dont la direction était connue et qui imprimait à la face supérieure un trait qui servait à replacer celui-ci dans sa vraie position.

La manœuvre des outils de M. Evrard était difficile; on ne pouvait guère attaquer ainsi que des terrains tendres, on n'avait que des témoins de petites dimensions et on manquait souvent son affaire.

Voici les nouveaux appareils exposés par MM. Begousée et Laurent, qui permettent d'extraire d'une façon courante de 50 ou 60 cent. de hauteur dans des terrains quelconques, en les ramenant au sol exactement dans la position qu'ils occupaient au fond du trou.

L'appareil découpeur (fig. 2, pl. 150) se compose d'une tête A terminée par quatre branches verticales BBBB, dont les quatre extrémités percées d'un trou $9^{m}.02$ à $9^{m}.05$ reçoivent les tenons DDDD de quatre ciseaux CCCC. Les quatre branches réunies à leurs ciseaux par les tenons sont solidement assujetties entre deux tuyaux concentriques en tôle forte au moyen de rivets *ttttt*. Ces branches ainsi parfaitement maintenues peuvent avoir une longueur très-considérable ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui permet d'obtenir des témoins longs à proportion. Dans l'instrument qui se trouve à l'Exposition, la longueur est de 1m.30, ce qui permet d'extraire des boudins de près de 1 mètre de longueur, dimension parfaitement suffisante. MM. Degousée ont opéré avec un appareil de 2 mètres de longueur et retiraient des boudins qui avaient jusqu'à 1m.60; mais c'est plus délicat et parfaitement inutile. Pour le détacher du fond du trou et le remonter au sol on emploie l'emporte-pièce (fig. 3, pl. 150). Il se compose d'un tuyau *tt* réuni dans toute sa hauteur à une fourche ABB, dont l'une des branches reçoit au moyen de boulons *ee* une bande *cc* de fer plat de même longueur qu'elle; cette bande fait ressort. Un coin D, dont la partie supérieure est amincie, porte une rainure ou coulisse *k* destinée à se mouvoir entre la bande de fer et la branche de fourche. Des goujons *hhh* sont rivés au tuyau et pénètrent dans des trous percés dans la bande de fer, mais n'y sont pas fixés. Ils sont destinés d'une part à guider la tige de fer et à empêcher de tomber le coin D.

Des ressorts SR placés à l'intérieur sont destinés à pincer le témoin et à l'enlever lorsque l'appareil remontera.

Le jeu de cet appareil est facile à comprendre : on le descend dans le trou, le coin étant en dehors de la lame, puis lorsque l'on est arrivé à quelques centimètres du fond du trou on lâche tout; le coin pénètre entre les parois du tube et la lame, celle-ci cède, exerce en porte-à-faux sur le témoin qui se trouve ainsi détaché à sa base et serré par les ressorts. Il s'agit de le rencontrer dans la position qu'il occupe. Pour cela on a tracé dans l'atelier une direction fixe : celle du nord magnétique, par exemple, qui est facile à retrouver. On fixe sur la première tige de la sonde une alidade dans cette direction fixe, puis, lorsqu'elle est montée et que la suivante arrive au jour, avant de dévisser la première on place sur celle-ci une seconde alidade parallèle à la première et ainsi de suite; il suffit alors de ramener la dernière alidade dans la direction N. S. magnétique pour que le témoin se trouve orienté.

On peut avoir affaire à des alternances de grès assez dur et de schistes extrêmement mous, de telle sorte que le témoin précédent, qui en fin de compte est soumis à beaucoup de manipulations avant d'arriver au jour, se désagrége en s'exfoliant avant de pouvoir être examiné. Voici le moyen employé dans ce cas : on attaquera (fig. 4 et 5, pl. 150) la roche avec le trépan au plus petit numéro en le guidant au moyen d'une lame de fer, de façon à ce qu'il fasse son trou aussi exactement que possible au centre du trou précédent. On fera ainsi un trou de 80 centimètres à 1 mètre dans la roche dure, puis on nettoiera la surface de cette roche avec de petites tarières, de façon à mettre la surface du grès à nu sans l'entailler. On descendra alors un trépan horizontal muni à son centre d'une tige qui pénétrera dans le petit trou central, de façon à bien guider ce trépan. Il est évident alors qu'en imprimant quelques mouvements à ce trépan, son taillant finira par s'appliquer sur l'horizontale de la couche et ce sera la position dans laquelle il sera stable. On pourra donc avoir assez exactement la position de cette horizontale. Le sens de l'inclinaison de la couche se cherchera au moyen d'un trépan à biseau très-oblique, en voyant s'il monte ou descend en tournant dans un sens déterminé. On peut même avoir ainsi la valeur de cette inclinaison en cherchant la quantité dont il descend, en passant de son point le plus haut au point le plus bas; mais il ne faut pas se dissimuler que cette estimation ne peut être que très-approximative. Il peut arriver qu'après avoir fait un sondage on désire étudier de nouveau une couche placée à une certaine hauteur dans le trou, mais que l'on a dépassée depuis longtemps : on emploie pour cela des appareils que représentent les figures 1 et 1 *bis* de la planche 150.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'un d'eux on remarquera les deux petits crochets *mm*, qui peuvent à un moment donné sortir de cavités dans lesquelles ils sont logés pendant la descente de l'appareil et râcler la couche dont les débris tombent dans un réservoir placé au-dessous. Lorsque la couche est un peu épaisse et intercalée entre des couches de grès très-dur, on peut même, au moyen de mouvements analogues à ceux dont je parlais tout à l'heure, en déterminer l'épaisseur et les autres éléments ; mais ceci devient de plus en plus délicat.

Je ne m'appesantirai pas sur les différents outils accessoires qui servent à raccrocher les tiges, les morceaux de trépan, etc., qui peuvent se trouver dans un trou de sonde, la caracole, les cloches à vis, les pinces de toute nature, etc., les cloches à galets ou à claquets, les crochets, les gueules de brochets, les pinces à encliquetage, etc., etc.

Instruments de vidange et de nettoyage.

Je serai également bref sur ces instruments.

Pour retirer les débris des roches ou les sables suffisamment fluides, on emploie des tuyaux munis de soupapes planes. Le diamètre de ces tuyaux est à peu près égal à celui du trou ; quant à leur hauteur, elle varie suivant la quantité de déblais que l'on a retirés. Quand on trépane une roche très-dure, où l'on n'avance que de 10 à 15 centimètres à chaque voyage du trépan, il suffit d'avoir une hauteur de 0^{m}.80 à 1^{m}; mais si le trépan avance de 1 mètre de plus, il est alors nécessaire d'avoir des tuyaux de 2 ou 3 mètres et même plus.

Les fig. 3, 4, 5, 6 et 7, pl. 115, représentent un assortiment de ces instruments.

On voit qu'ils sont tous terminés à leur partie inférieure par une sorte de taraude qui facilite l'entrée des détritus dans le tuyau ; quelquefois certains sables ont beaucoup de peine à pénétrer ; ainsi à travers les soupapes il faut imprimer des mouvements de rotation très-rapides.

Quand au contraire ils pénètrent sans difficulté, on peut employer la soupape à boulets munie de corde ce qui donne toujours une économie de temps.

M. Guibal pense que pour les sables difficiles il y a avantage à placer la soupape à 25 ou 30 centim. au-dessus du fond du tuyau ; en agitant celui-ci dans le trou, il fait piston, les sables s'amassent sous la soupape et pénètrent en plus grande abondance dans le tuyau.

Je reviendrai d'ailleurs avec quelques détails sur la manière de forer des trous dans le sable. Quand je parlerai des sondages faits dans le Sahara algérien, la disposition des tiges de sonde a une importance tout à fait capitale dans un sondage.

Les premières tiges que l'on employait étaient à enfourchement ; cette disposition, qui se comprend à la simple vue de la fig. 30, pl. 115, a de très-nombreux inconvénients. Au bout de très-peu de temps, les emmanchements prennent du jeu, les trous de boulons s'agrandissent eux-mêmes, se cisaillent et la sonde est sujette à des ruptures extrêmement fâcheuses. On a donc tout avantage à employer des sondes à vis. Seulement on ne peut alors opérer par rotation que dans un seul sens et dans quelques cas. Lorsque l'on a à faire des travaux exceptionnels au fond du trou, les sondes à enfourchement ont bien aussi leurs avantages. On a employé aussi les sondes creuses (fig. 31, Pl. 115).

Enfin, au sondage du puits de Passy, M. Kind, afin de diminuer le poids de la sonde et de le rendre pour ainsi dire nul lorsqu'il était dans l'eau, a employé des tiges en sapin frettées de fer (fig. 32, pl. 115).

Il me reste enfin à dire quelques mots des appareils placés à la surface du sol et destinés tant à produire le battage qu'à manœuvrer les sondes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le sondage ne doit pas être profond, les appareils destinés à produire le battage sont des espèces de sonnettes mues à la main. On employait jadis une crémaillère s'engrenant sur une roue qui ne portait des dents que sur une partie de sa circonférence, de sorte que, lorsque la dernière dent de la crémaillère arrivait en face de la partie vide de dents, la sonde retombait, puis la crémaillère était engrenée de nouveau et ainsi de suite. On comprend quels inconvénients avait un semblable procédé. Plus tard on l'a remplacé par un système d'embrayage et de débrayage à volonté qui permettait de tourner une roue toujours dans le même sens et néanmoins, à certains moments, de lâcher la sonde.

Quant aux engins destinés à retirer les sondes, ils se composent essentiellement d'une chaîne supportant une poulie à sa partie supérieure. Une chaîne passant sur cette poulie s'enroule sur un treuil mû à la main. Lorsque l'on élève la sonde de la longueur d'une tige, on arrête le treuil, on dévisse la tige, etc. Je ne m'arrête pas sur les détails de l'opération, mais lorsque les travaux sont très-importants on a recours à la vapeur.

Les deux maisons Degousée et Laurent, et Saint-Just et Léon Dru ont exposé des petits modèles parfaitement exécutés des machines qu'ils emploient dans deux sondages importants actuellement en cours d'exécution.

Tubages. Une opération extrêmement importante des sondages est le tubage.

On distingue deux sortes de tubes : les tuyaux dits de retenue qui ont pour but d'empêcher l'éboulement des terres dans le trou, et le tubage définitif que l'on ne place que dans les puits artésiens, et qui a pour but la conservation indéfinie du puits et la pureté des eaux qui en sortent. Les colonnes de retenue se font généralement en tôle. On pourrait aussi les faire en fonte, ce serait plus économique comme matière; mais pour les trous de petit diamètre on perdrait une fraction trop considérable de la largeur du trou et même pour les trous de 1^m ou $1^m.50$, on préfère la tôle qui est plus facile à manier, dont on peut être plus sûr de la bonne qualité, qui se prête mieux aux assemblages et qui a toujours l'avantage d'occuper un peu moins de place. Il n'y a donc que pour les grands cuvelages de 4 ou 5 mètres, dont je parlerai tout à l'heure, que la fonte est employée.

Quant à l'épaisseur qu'il convient de leur donner, c'est là une question extrêmement délicate. S'ils étaient immergés dans un liquide homogène, une formule mathématique assez simple donnerait lieu à une profondeur déterminée en fonction du diamètre ; mais les témoins sont loin de pouvoir être identifiés ainsi à un liquide homogène. Il y a quelquefois des terrains argileux qui ont une tendance au foisonnement et qui exercent une pression extraordinaire. Il ne faut donc pas craindre dans ce cas de donner à la tôle une épaisseur exagérée.

Lorsque le diamètre est assez petit on assemble les tuyaux au moyen d'un pas de vis ; mais pour les diamètres un peu considérables on a recours au rivetage ou dans quelques cas au boulonnage ; la manœuvre est dans ce cas un peu plus longue et difficile, mais avec un peu d'habitude les ouvriers arrivent à la faire très-régulièrement et sans embarras. On s'arrange autant que possible pour que les colonnes de retenues soient libres dans l'intérieur du trou. Pour cela on leur donne de temps en temps de légers mouvements.

La fabrication de ces tubes constitue une industrie spéciale : il s'en trouvait à l'Exposition de remarquables spécimens.

On a essayé de tôles galvanisées ou plombées, mais on y a renoncé.

Lorsqu'il s'agit d'un puits artésien, on introduit après l'achèvement complet du travail une colonne de tuyaux qui doit amener les eaux au jour. On a quelquefois employé le bois. On sait, en effet, que cette matière complétement im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mergée dans l'eau se conserve indéfiniment. On a donc une colonne solide, peu coûteuse et d'un long usage, malheureusement à parois très-épaisses et occupant beaucoup de place.

Le cuivre est juste l'opposé du bois, quant au prix et à l'épaisseur qu'on est obligé de lui donner. D'ailleurs, comme solidité et durée ils s'équivalent. Pourtant il ne faut placer la colonne de tuyaux de cuivre que lorsque le travail du trépan est complétement terminé, car ces tubes minces de cuivre seraient immédiatement détériorés par les chocs des tiges, etc.

Le fer ne convient pas, sa durée n'est pas suffisante. Pourtant lorsque les eaux sont sulfureuses il vaut encore mieux employer le fer que le cuivre.

Le zinc pourrait dans ce cas présenter des avantages sérieux.

Les eaux qui s'élèvent dans la colonne d'ascension d'un puits artésien filtrent avant d'arriver à la base du tube à travers des sables ou des graviers qui gênent considérablement son mouvement ; on ne peut donc pas regarder ce tube comme plongeant dans une nappe d'eau indéfinie, et on s'exposerait à de très-graves mécomptes si on pensait augmenter le débit proportionnellement à la section du conduit. En général, en augmentant cette section, le débit s'accroîtra jusqu'à une certaine limite qui souvent ne dépassera pas beaucoup le détail obtenu avec un tube de 10, 15 ou 20 centimètres. La même remarque s'applique au forage dans un espace limité d'un grand nombre de puits. Après un nombre très-limité d'ouvertures, le débit total cesse d'augmenter sensiblement.

Lorsque la vitesse de l'eau, dans la colonne d'ascension, est trop faible, il arrive quelquefois que le courant d'eau n'a pas la force d'entraîner les sables qui arrivent à la base, et que ceux-ci finissent par en obstruer l'ouverture. Pour la dégager, il faut momentanément augmenter la vitesse ascensionnelle de la colonne liquide.

Si le réservoir supérieur est-au-dessus du niveau du sol, en faisant un trou dans la colonne, près du sol, l'eau s'écoule par cet orifice : la charge que supportait la colonne liquide se trouve diminuée, et sa vitesse augmentant, elle peut entraîner les sables. Si le réservoir est au niveau même du sol, on introduit dans le tube une pompe aspirante dont la manœuvre active produit le même résultat. Dans les deux cas, il ne faut pas faire agir ni faire cesser le remède trop brusquement ; on pourrait ainsi produire des perturbations dans le sol très-dommageables. MM. Degousée et Laurent pensent qu'il n'y a pas en Europe de nappe d'eau qui ne puisse avoir son écoulement convenable à travers une colonne d'ascension de 0.^{m}20 à 0^{m}.25.

Lorsque l'on a à traverser des alluvions tout à fait fluides, on enfonce la colonne par pression. Le mouton peut servir dans certains cas ; mais son action est fort limitée. Les vis de pression ont une action beaucoup plus énergique, surtout en y joignant de petits chocs, souvent même pour enfoncer les colonnes de retenues.

On a quelquefois à traverser une certaine longueur de terrains éboulieux, situés à une profondeur assez considérable, tandis que le reste du terrain est solide et ne nécessiterait nullement un tubage.

Pour économiser une longueur de tuyaux assez considérable, on cherche à tuber seulement cette portion du trou, c'est ce que l'on appelle un tubage en colonne perdue ; on descend alors la fraction de tubage qu'il faut placer en la fixant à l'extrémité de la sonde par un mouvement de baïonnette. On peut la désaccrocher ainsi assez facilement lorsqu'elle est arrivée à un niveau convenable ; mais la manœuvre est très-difficile : tantôt on laisse tomber la colonne avant d'être arrivée au point voulu, tantôt on la remonte avec les outils, croyant l'avoir décrochée, car son poids est généralement une fraction minime du poids

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des sondes, de sorte que l'on ne s'aperçoit pas qu'on la remonte; enfin on n'a aucun moyen d'agir sur elle en cas d'accidents. La grande difficulté des tubages réside dans le passage des sables argileux à un des endroits précisément où il est le plus utile de tuber.

Les sables argileux se passent encore assez bien, seulement ils sont un peu collants; mais avec une pression suffisante, on peut faire descendre la colonne dans le trou fait d'avance.

Mais les sables fluides sont excessivement difficiles. On ne peut pas faire le trou d'avance. On ne peut pas non plus enfoncer la colonne dans ces sables, il n'y a qu'un soupapage actif qui permette de surmonter la difficulté.

M. Fauvelle a proposé, pour traverser ces sables, d'employer des sondes creuses à travers lesquelles il injecte un courant d'eau aussi énergique que possible. Ce courant liquide entraîne le sable en abondance.

Outils élargisseurs.

Lorsqu'on a introduit une colonne de tubes destinés à traverser des sables mouvants ou tout autres, cette colonne s'arrête forcément lorsque ces sables étant traversés on retrouve le terrain dur qui doit être traversé à coups de trépan; car alors ces instruments ne peuvent forer un trou d'un diamètre supérieur au diamètre intérieur de la première colonne. Celle-ci se trouve appuyée sur un soc de rochers qu'elle ne peut en général faire ébouler pour pénétrer plus avant. Si au bout de 50 mètres, je suppose, on rencontre de nouveaux sables nécessitant le tubage, on se trouve dans la nécessité ou d'employer une seconde colonne complète depuis la surface du sol jusqu'à la difficulté, ou de forer la première colonne à descendre. Ce dernier parti est le moins coûteux. On y arrive en employant des outils élargisseurs qui sous-cavent sous la colonne le rocher sur lequel elle s'appuyait, et la forcent à descendre les élargisseurs de deux sortes : les élargisseurs mus par rotation et ceux mus par percussion.

Comme élargisseurs mus par rotation, je citerai les pattes d'écrevisse (pl. 150, fig. 6). Les deux lames CD se maintiennent écartées par l'action du ressort PSK. En descendant dans la colonne, elles glissent le long des tubes; arrivées contre le rocher, elles le pressent, et en tournant l'instrument, on produit un rodage.

On emploie aussi des coracoles à charnières. Un ressort maintient la lame ouverte et produit le rodage.

Comme d'ailleurs ce n'est tout à fait que la partie inférieure de l'appareil qui a une dimension supérieure au diamètre intérieur de la première colonne, qu'il est, pour ainsi dire, taillé en biseau, lorsqu'on veut le retirer, il pénètre facilement et se ferme de lui-même.

Dans l'outil représenté fig. 10, pl. 150, on a supprimé le ressort; la lame s'ouvrant parfaitement d'elle-même, et de plus, on a donné une grande longueur à la lame directrice Bc, de telle sorte que celle-ci, restant engagée dans le tuyau, l'outil rodeur c n'aille pas trop loin et n'élargisse pas inutilement le trou, ce qui arrive lorsque, l'outil n'étant pas guidé, une légère inflexion des tiges peut le conduire à tourner en dehors de son axe. Par cette disposition, on obvie à cet inconvénient. Il faut seulement faire suivre constamment la première colonne de garantie, à mesure que l'on a préparé une longueur égale à la lame Bc, ce qui ne présente aucun inconvénient. Deux tiges arquées, comme le représente la figure 11, pl. 150, peuvent encore servir d'outil élargisseur.

Enfin la figure 3, pl. 115, représente un élargisseur qui a rendu de grands services sous le nom d'excentrique Ribet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit à l'inspection de la figure qu'il ne diffère guère de celui décrit précédemment, qu'en ce que le guidage se fait au moyen d'un cylindre au lieu de se faire au moyen d'une simple lame. Lorsque l'on se propose simplement d'élargir le trou, on place l'outil rodeur à la base M.

Mais si l'on se propose de recueillir des échantillons d'une couche que l'on aurait dépassée, on le placerait à la partie supérieure en N.

On peut aussi employer des outils élargisseurs par percussion. Ils sont fondés sur des principes analogues. On peut du reste, pour ainsi dire, varier indéfiniment la disposition de ces outils.

Arrachement des colonnes de garantie.

Lorsqu'un sondage est terminé, les colonnes qu'on y a introduites deviennent parfaitement inutiles, soit qu'on ait foré un puits artésien, auquel cas on devra placer une colonne définitive, soit qu'on ait eu simplement pour but des recherches, et alors, au bout de peu de temps, on n'a plus intérêt à conserver et à entretenir le forage. Pour arracher les colonnes de garantie, on exerce des tractions à leur partie supérieure, ou des pressions à leur base ; et de plus, on peut exercer sur elles des efforts de torsion et d'ébranlements qui facilitent le dégagement. La combinaison de tous ces moyens n'est, la plupart du temps, pas inutile, et souvent même est insuffisante. Il faut alors couper le tube par fractions, et opérer sur chacune d'elles isolément.

Les endroits où l'on doit ainsi couper les colonnes doivent être choisis avec discernement ; on comprend, par exemple, que si les 100 premiers mètres sont dans un terrain solide n'exerçant aucune pression sur la colonne, il serait complétement inutile de faire une section à 80 mètres, etc. Les outils coupe-tuyaux et arrache-tuyaux n'ont subi depuis assez longtemps aucune modification importante ; je ne m'y arrêterai donc pas.

Bétonnage. — Dans les puits artésiens, lorsque l'on a retiré les colonnes de garantie il y a entre le tube d'ascension et la paroi de rocher un espace annulaire que l'on remplit de béton. Un bon bétonnage serait évidemment une chose très-importante, malheureusement on ne peut pour ainsi dire avoir aucun indice sur du béton qui a traversé 5 ou 600 mètres d'eau dans un espace aussi petit.

Il faut employer de très-bons ciments aussi lourds que possible, et les mélanger avec des matériaux fins et d'une densité à peu près égale à celle du ciment employé autant que cela est possible. Ainsi des ciments de Portland mélangés avec des sables lavés donnent de bons résultats. De la pouzzolane de Rouen triturée avec de la chaux, convient aussi parfaitement. Quelquefois au lieu de béton on emploie simplement l'argile. Il est évident qu'on ne peut obtenir d'aussi bons résultats.

MM. Charles et Villepigne ont exposé une glissière dont voici la description. Cette glissière dite tubulaire se compose (fig. 1 et 2, pl. 120) :

1° D'un cylindre creux A sur lequel se trouvent deux rainures B terminées chacune par deux entailles C. Ce cylindre se visse sur la tige de la sonde ;

2° D'un piston E terminé d'un côté par un pas de vis femelle F s'adaptant à l'outil percuteur et de l'autre par un emmanchement mâle G. Ce piston est traversé près de son extrémité supérieure par une clavette H.

Dans le dessin la glissière est représentée avec l'outil accroché. Le trépan étant élevé à la hauteur voulue pour la chute, pour opérer le déclic il suffit d'imprimer aux tiges un simple mouvement à droite. Par ce mouvement, la clavette quitte le siége des entailles où elle repose et entre dans les rainures où elle glisse librement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le raccrochement se fait de lui-même ; il suffit pour cela de faire descendre les tiges, la clavette vient glisser sur le plan incliné des entailles et reprend sa position sur le siége.

La clavette est fixée au piston par une goupille que l'on place à l'aide d'un trou I pratiqué dans l'épaisseur du cylindre. Le pas de vis mâle qui termine le piston sert à le reprendre dans le cas où la clavette viendrait à casser ou à s'échapper. Les entailles inférieures du cylindre sont destinées à tenir le piston fixe lorsque le trépan vient à s'accrocher pendant la descente.

J'ai achevé de passer en revue ce qui touche aux sondages ordinaires.

Il convient de remarquer que l'art du sondage n'est pas de ceux qui font des progrès rapides, et dans lesquels les inventions se succédant à intervalles rapprochés modifient de tout en tout les méthodes suivies et les résultats obtenus. C'est plutôt par des perfectionnements de détail qu'il progresse, mais c'est surtout par le soin apporté à la construction des appareils et l'étude minutieuse de tous leurs détails, qu'il a été porté au haut degré de perfection où il se trouve aujourd'hui.

Sondage à grand diamètre.

Pendant longtemps on n'a fait des trous de sonde que de 25 à 30 ou 50 centimètres au plus.

Le passage de terrains aquifères pour les avaleresses de mines ont engagé les ingénieurs à chercher le moyen de forer des trous de plusieurs mètres de diamètre sans être obligé d'épuiser, ainsi que cela se pratique ordinairement lors du fonçage d'un puits d'extraction.

Dès 1830, Lauguaire Souligné proposait une méthode pour percer ainsi des trous à grande section, et Arago, consulté sur la possibilité d'une pareille entreprise, répondit : « Je demande seulement à voir la forge où se feront les outils. »

C'est qu'en effet pendant fort longtemps ce furent les difficultés d'exécution matérielle bien plus que l'invention des procédés qui arrêtèrent ces genres de travaux, mais aujourd'hui les diverses branches de la métallurgie et de la construction ont fait des progrès qui permettent d'aborder des travaux auxquels on ne pouvait pas songer il y a 40 ans.

Du reste, si les fonçages à très-grands diamètres pour puits de mine ont été entrepris et menés à bonne fin par MM. Kind et Chaudron, le forage de puits artésiens à très-grande profondeur a pu aussi accroître considérablement leur section. Ainsi MM. Dru font à la Butte-aux-Cailles, pour la Ville de Paris, un puits artésien destiné à traverser les sables verts et à atteindre à une profondeur de 8 à 900 mètres les calcaires de Portland. Ce forage a actuellement la profondeur de 160 mètres, et est percé au diamètre de $1^{m},20$. J'ai déjà signalé l'installation générale de ce travail. Arrivons aux fonçages à grand diamètre.

M. Triger, ingénieur des mines, avait eu l'idée pour passer ainsi les terrains aquifères d'employer l'air comprimé. Je ne ferai ici qu'en indiquer le principe ; il a été décrit avec grands détails dans plusieurs mémoires. Imaginons un cylindre en tôle fermé à sa partie supérieure et s'enfonçant d'une certaine profondeur dans les terrains aquifères. Si on comprime de l'air dans ce cylindre, on finira par en chasser complétement l'eau lorsque la pression de l'air fera équilibre à la colonne d'eau comprise entre le niveau supérieur du liquide et la base du cylindre. Dès lors les ouvriers pourront pénétrer dans ce tube, en retirer des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déblais et faciliter ainsi la descente. Pour l'introduction des ouvriers et la sortie des déblais, il suffit de disposer à la partie supérieure une chambre ou dos à ais communiquant tantôt avec l'atmosphère, tantôt avec la partie inférieure du cylindre, et n'ouvrant d'ailleurs la communication avec l'une ou l'autre de ces régions que lorsque l'équilibre atmosphérique a été établi.

Quand on s'enfonce ainsi dans les terrains aquifères, ceux-ci opposent toujours aux mouvements de l'eau certaine résistance, qui fait qu'en réalité il n'est pas nécessaire d'avoir une pression aussi considérable que l'indiqueraient les lois de la statique. Pour profiter de cet avantage, il faut disposer au fond du cylindre une sorte de cuvette dans laquelle se rendent les eaux qui filtrent à travers les sables. Dans cette cuvette plonge un tube qui traverse tout le cylindre de tôle et débouche à l'air libre. L'air comprimé dans l'intérieur du cylindre chasse l'eau à travers ce tube, et comme son diamètre est plus que suffisant pour donner passage à toute l'eau qui arrive, l'air pénètre en même temps et la pression de l'air n'a en définitive à faire équilibre qu'à un mélange d'eau et d'air d'une densité beaucoup moindre que celle de l'eau, et par conséquent sa pression a besoin d'être beaucoup moins forte.

On comprend que ce procédé puisse donner des résultats satisfaisants pour des profondeurs qui ne sont pas trop considérables; mais au delà il devient excessivement difficile de l'appliquer, d'abord à cause de la grande pression de l'air dans laquelle les ouvriers sont obligés de travailler; ensuite cette pression peut avoir, sur la résistance des appareils, des résultats tout à fait fâcheux. Ainsi j'ai vu en Westphalie un appareil de ce genre, installé pour traverser les alluvions du Rhin, et qui avait fait explosion en causant d'immenses dommages.

Le premier appareil dont se servit M. Triger fit aussi explosion. Quoi qu'on en dise, ce danger sera toujours à craindre. Néanmoins il a été assez employé, principalement en Belgique. J'ai vu un grand nombre de puits percés au milieu d'alluvions qui avaient été traversés par ce procédé.

C'est surtout pour établir les fondations des piles de pont qu'il a donné de bons résultats, en permettant de maçonner directement les bases de ces piles, ne se contentant pas d'immerger des blocs de maçonnerie ou autres matériaux, comme on le fait dans la plupart des autres procédés.

Dans le procédé de MM. Kind et Chaudron, on se proposa de traverser des terrains aquifères, sans chercher à épuiser les eaux, en un mot à *niveau plein*.

L'opération a donc la plus grande analogie avec celle d'un sondage, seulement sur des proportions beaucoup plus considérables. Ce procédé a été décrit avec soin dans plusieurs notices.

Comme les appareils se trouvent au Champ de Mars d'une façon très-complète, j'entrerai ici dans quelques détails. Je prendrai pour type le travail fait au puits de la houillère l'Hôpital, dans la Moselle.

Le puits se fait en deux fois : on fore d'abord un puits central de $1^m,37$ de diamètre; puis on l'agrandit jusqu'à la dimension voulue de $4^m,20$. On doit donc avoir deux séries d'outils relatives à ces deux diamètres.

Mais les débris du second forage tombant dans le premier, c'est seulement dans celui-ci que se fait le curage, et, par conséquent, on n'a pas besoin d'outil cuveur de grande dimension.

Trépans. — Pour le forage du petit trou, on peut employer deux trépans différents, suivant la dureté des terrains (fig. 8 et 8 *bis*, 9 et 9 *bis*, pl. 150).

1° Un trépan à fourche, du poids de 2000 kilogrammes. La lame placée à la base de la fourche porte des dents en fer aciéré ou en acier fondu.

Des clavettes réunissent les dents à la lame, et celle-ci a la fourche formée de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux bras en fer surmontés d'une tige centrale, qui s'adapte, par l'intermédiaire de la coulisse, à l'appareil de suspension de la sonde. Ce petit trépan donne de bons résultats dans des terrains tendres. On peut lui donner un poids plus considérable, et alors l'appliquer à des terrains plus durs; mais quand il s'agit de rocher tout à fait dur, il faut employer le petit trépan massif. On supprime ainsi les assemblages de la lame à la fourche, et on donne beaucoup de poids et de solidité à tout l'ensemble. Les dents sont assemblées sur cette masse de fer au moyen de clavettes que l'on s'est attaché à rendre excessivement solides. Des dents pèsent 30 à 32 kilogrammes.

On a remplacé l'assemblage à vis, qui unit ordinairement le trépan à la coulisse, par un assemblage à clavette beaucoup plus commode à manier et plus solide.

Enfin, pour donner au trou les dimensions définitives de $4^m,20$, on employait le grand trépan à fourche de cette dimension. On conçoit que, pour un trépan de semblables dimensions, on ne puisse employer de trépan plein, il faut avoir recours au système de fourche. Seulement pour lui donner plus de solidité, ce trépan pèse 14,000 kilogrammes. On a apporté à sa construction tous les soins possibles; on s'est surtout attaché à donner une solidité extrême aux assemblages et un poids considérable aux parties inférieures de l'appareil.

M. Kind s'est fait breveter pour une série de trépans qui n'ont pas encore fonctionné, mais qui sont construits d'après tous les principes que lui a suggérés son expérience. Ces trépans figuraient à l'Exposition. M. Kind pense que pour forer un trou de 4 mètres de diamètre, ce qu'il y a de mieux dans l'immense majorité des cas, c'est de procéder en trois fois : on doit commencer par employer un outil de 0,80 à 1 mètre de diamètre; puis on élargit à $2^m,50$, puis enfin on prend le grand outil de $4^m,20$.

Lorsque le terrain est assez tendre pour que l'on procède simplement en deux fois, on opère d'abord avec un trépan de $1^m,50$; puis on élargit immédiatement avec le trépan de $4^m,20$.

Quelle que soit la succession des trépans que l'on emploie pour passer d'un diamètre au diamètre supérieur, il suffit de placer dans le trou central la cuiller de draguage représentée fig. 7, pl. 150. Elle est de forme légèrement conique, et armée de quatre bras formant parachute qui, en s'écartant, pénètrent dans les parois du petit puits, où on la descend. Les fragments de la roche que l'on désagrége, et même les portions d'instruments qui peuvent se détacher du trépan, tels que dents, clavettes ou boulons, tombent immédiatement dans la cuiller, et sont retirés ainsi sans aucune difficultés.

Quoique je ne traite ici la question du fonçage des puits de mine que comme une annexe à celle des forages, et que, par conséquent, il ne rentre pas dans mon programme, déjà suffisamment étendu, de traiter avec les questions de muraillements, etc., je croirais ne pas donner une idée suffisamment exacte de la méthode de M. Kind, si je ne parlais pas de ses procédés de cuvelage et de sa boîte à mousse.

Le cuvelage est composé de tronçons annulaires en fonte. On doit apporter le plus grand soin à leur confection. Le succès du cuvelage dépend en grande partie de leur solidité. Les fondeurs ont d'abord eu une extrême répugnance à entreprendre ces pièces exceptionnelles. Lors du fonçage du puits de Saint-Waast, la forge qui avait accepté la commande ne réussit pas tout d'abord, et finalement ne put livrer les pièces voulues dans le délai déterminé. Le puits étant complétement foré et le cuvelage ne pouvant subir de retard, on dut achever au moyen d'un cuvelage en tôle. Mais depuis, l'art de la fonderie a fait des progrès, et le magnifique segment de cuvelage qui est à l'Exposition témoigne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moins de la possibilité de produire de semblables pièces. La fonte doit être de seconde fusion, à grain fin. Il ne doit y avoir ni soufflure ni gravelure.

Les deux collets supérieurs ou inférieurs sont aplanis au tour, de façon à se joindre bien exactement au moyen de boulons parfaitement espacés. Il faut naturellement que les trous des deux segments se correspondent avec une exactitude parfaite. L'épaisseur du cuvelage doit varier avec la pression et le diamètre. M. Kind la calcule par la formule

$$E = 0^{m},02 + \frac{RP}{500}$$

dans laquelle R représente le rayon et P la pression.

La constante 0,02 peut être diminuée dans les grandes profondeurs.

La résistance à l'écrasement de ces pièces est très-considérable. Une d'elles, qui avait 25 millimètres d'épaisseur, a parfaitement résisté à une pression extérieure de 37 atmosphères.

Les tronçons portent généralement des nervures horizontales entre les deux collets, de manière à les renforcer encore.

Lorsque le cuvelage a été descendu par la manœuvre que nous verrons tout à l'heure jusqu'au rocher solide et non aquifère, il faut placer à cet endroit une trousse qui a pour objet d'arrêter les eaux des terrains supérieurs.

Au lieu des anciennes trousses picotées, M. Kind emploie la boîte à mousse (fig. 8, pl. 150). Elle est formée par un cylindre en fonte un peu plus petit que le cuvelage. A sa partie inférieure, il est muni d'un sabot en bois devant porter sur la base du trou. Ce sabot est formé de seize pièces de bois de $0^{m},40$ de haut et de $0^{m},20$ de large. Il est attaché par des tringles de bois au dernier anneau du cuvelage. Ces tringles ont pour objet de l'empêcher de tomber, mais ne l'empêchent pas de glisser à l'intérieur du cuvelage. On remplit l'intervalle laissé vide par de la mousse déjà assez fortement tassée et retenue au moyen d'un filet. On adapte donc cette boîte à mousse à la base du cuvelage, puis on assemble successivement les trois premiers anneaux; on adapte alors un faux fond, dit fond d'équilibre. Il a pour but d'empêcher l'eau de pénétrer à l'intérieur du cuvelage, de façon à ce que celui-ci flottant comme un bateau, on n'ait pas d'effort à exercer pour le retenir. Pour le faire descendre, il suffit de le remplir peu à peu d'eau, à mesure que les segments s'assemblent. Seulement, afin de se ménager constamment accès au fond du puits pendant l'opération de la descente du cuvelage, on a pratiqué, au centre de ce faux fond, un trou qui est surmonté d'un tube communiquant à l'air libre.

On pourra donc toujours, par ce moyen, introduire des sondes ou des instruments de curage propres à enlever quelques détritus qui pourraient s'ébouler des parois pendant l'opération. On peut calculer le diamètre de ce tube, de façon à ce que le cuvelage reste constamment en équilibre dans le trou rempli d'eau, et que l'addition du nouveau segment enfonce d'une hauteur précisément égale à la hauteur de ce segment, la partie supérieure reste constamment au niveau du sol. Mais généralement on se tient au-dessous de cette limite, et on introduit de l'eau pour l'immerger.

Lorsque le cuvelage a ainsi descendu jusqu'au fond du trou, qui doit pénétrer de quelques mètres dans le rocher, le sabot de la boîte à mousse s'appuie sur le fond; le cuvelage descend en comprimant la mousse contre les parois du trou, et forme ainsi une fermeture parfaitement hermétique. Pour forcer plus certainement la mousse à se presser contre les parois du rocher, on a disposé à l'intérieur des lames de tôle légère, inclinée de façon à rejeter la mousse à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'extérieur. La compression est devenue assez énergique pour que les deux lames se touchent ; elles cèdent sans difficulté et n'empêchent pas le rapprochement des parois supérieures et inférieures de la boîte à mousse. La boîte à mousse, pour produire tout son effet, doit descendre très-librement pour ne pas se détériorer dans la descente ; puis arrivée au bas, elle doit être serrée assez fortement : aussi doit-on forer le dernier mètre du trou un peu plus petit que le reste, de manière à ce que la boîte à mousse y pénètre juste, tandis que, dans le reste, il doit y avoir un certain jeu.

Les différents tronçons du cuvelage doivent être assemblés avec grand soin pour assurer non-seulement la solidité du cuvelage, mais aussi son étanchéité. Une lame de plomb, intercalée entre les deux brides, réalise parfaitement cette condition.

Bétonnage. — Enfin, après la pose du cuvelage vient une dernière opération, qui consiste à remplir de béton l'espace laissé libre entre le cuvelage et les terrains aquifères. C'est là l'opération qui assure la dureté indéfinie de l'étanchéité du cuvelage. C'est surtout la base qui doit être bétonnée avec soin, puisque c'est par la boîte à mousse principalement que l'eau peut entrer dans le puits. On emploie pour cela des cuillers mues à la corde, et qui descendent le mortier jusqu'au fond. On évite ainsi le mélange avec l'eau, qui produit une détérioration complète du béton. Il faut avoir des chaux dont la prise soit suffisamment lente pour que les diverses assises se soudent parfaitement les unes aux autres, et pourtant pas par trop lentes, pour que les matériaux ne se séparent pas. La composition suivante a donné de bons résultats :

1 chaux hydraulique.
1 sable.
1 trass d'Andernacht.
1/4 ciment romain (Vassy).

Enfin, pour surcroît de précaution, on a placé deux trousses picotées au-dessous de la boîte à mousse, dans le puits de l'Hôpital.

M. Chaudron résume ainsi les avantages du fonçage des puits à niveau plein :

1° Isolement complet des terrains aquifères ;
2° Solidité très-grande des cuvelages ;
3° Réduction considérable dans les dépenses ;
4° Économie de temps ;
5° Amélioration du service des ouvriers ;
6° Possibilité de traverser tous les terrains, quelles que soient l'épaisseur et la nature des morts terrains.

Fonçage en Westphalie.

Comme exemple de fonçage de puits à niveau plein, je vais donner quelques détails sur celui qui fut exécuté dans la concession dite Buhr et Rhein, non loin du village de Ruhrort en Westphalie : c'est un exemple très-remarquable de difficulté vaincue.

Il s'agissait de traverser une épaisseur de 80 mètres de terrains aquifères : on avait commencé le fonçage au moyen d'une tour en maçonnerie, on espérait pouvoir épuiser et creuser en dessous de cette tour de manière à la faire descendre à mesure que l'on s'élevait par le sommet, mais on fut très-vite arrêté par l'affluence des eaux et des sables (fig. 9 et coupes, 10, 11, 12, 13, pl. 120).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une seconde tour en maçonnerie pénétra un peu plus loin. Elle fut remplacée par un cuvelage formé de palplanches de bois, puis on employa des palplanches de fer le tout sans succès.

Je ne puis donner de détails sur toutes ces opérations, quelque intéressantes qu'elles soient, et j'arrive au cuvelage en fonte : on était arrivé à 41 mètres de profondeur, on éleva le cuvelage en fonte jusqu'au sommet de la deuxième tour, en le consolidant par un muraillement entre son extrados et l'intrados de la tour en maçonnerie.

Tout à coup le puits se remplit d'eau et de sables. Après s'être assuré que cette veine provenait bien du fond et non de dérangements latéraux dans le cuvelage, on résolut d'employer le draguage à niveau plein avec cylindre descendant en fonte.

Pour établir ce cylindre dans toute la portion du puits qui était déjà creusée, il fallut commencer par la vider. On y parvint en jetant au fond une couche épaisse de mousse surmontée de 5 mètres de gravier : on put alors épuiser complétement, établir à la base un sabot et le faire surmonter de toute la colonne formée de tronçons boulonnés et picotés avec soin. Par son propre poids la colonne s'enfonça elle-même de 6 à 8 mètres, mais on était loin d'avoir encore passé les terrains aquifères, et il fallut se mettre à draguer sans s'inquiéter de l'eau qui allait faire irruption.

Drague. — Afin de racler le fond du trou et d'enlever les cailloux et les argiles, on employa un système de gros couteaux en fer aciéreux placés dans des positions variables auxquels on imprimait un mouvement circulaire au moyen de la tige de la drague, et qui étaient immédiatement suivis de sacs en cuir dans lesquels pénétraient les matières à extraire. L'appareil essentiel de la drague consiste donc dans ce système de couteaux et de sacs portés par un bâtis convenable. Les dessins 15 et 16 de la pl. 120 font facilement comprendre ce bâti.

On voit qu'il se compose essentiellement d'un rectangle avec des fers transversaux. Les couteaux sont formés par de simples bandes d'acier recourbées. On peut les placer horizontalement (gravier), ou verticalement (argile).

Les sacs sont en cuir ou en toile goudronnée suffisamment renforcée par des lanières de cuir cousues seulement sur les côtés. Le fond se ferme au moyen d'une ficelle qui passe en haut. Pour vider le sac, on coupe celle-ci et les matières tombent dans un chariot.

Tiges. — Elles sont carrées, en fer aciéreux, de $0^m,96$ d'épaisseur et de $6^m,28$ de longueur.

Elles s'emmanchent par un mouvement de baïonnette.

Guide circulaire. — Au-dessus du bâti qui porte les couteaux on a disposé un guide circulaire formé de deux demi-cercles bâtis en bois et pouvant s'ouvrir ou se fermer à charnière.

Marche de l'appareil. — On descendait la drague comme tous les appareils de sondages. Pour la faire tourner on employait un manége. Dans les sables le travail n'était nullement pénible, mais dans les terrains argileux surtout, quand le couteau rencontrait des rognons de grès, il avait quelquefois beaucoup de peine à circuler.

La quantité de matière extraite était 1/3 de mètre cube avec les petites dragues et 1 mètre cube avec les grandes.

A la profondeur de 75 mètres on mettait 3/4 d'heure pour descendre la dra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gue et 1 heure pour la remonter. Pour faire descendre la colonne de fonte il suffisait ordinairement d'une forte impulsion. Si ça n'allait pas tout seul on chargeait avec des leviers et des gueuses de fonte dont le poids a été porté à 125 tonnes. Dans une couche d'argile plastique mélangée de grès, le travail était extrêmement difficile : on dut d'abord employer de petites dragues pour le forage, puis le couteau élargisseur pour faciliter la descente.

A 76 mètres on était dans une marne compacte. Le cylindre ne voulait plus descendre, on résolut de mettre une trousse. M. Mainshausen eut l'idée de couler du béton au fond du puits suffisamment élargi et de forcer par une charge énorme le cylindre à pénétrer dans cette masse. Il y réussit après quelques difficultés surmontées. Alors on put épuiser, puis on creusa le béton qui calfeutra pendant quelque temps la base de la colonne, et permit de mettre une trousse picotée. A partir de là il n'y eut plus de difficultés.

Je n'ai pas donné ce travail comme type de méthode à suivre, mais je crois que les deux traits caractéristiques, à savoir le draguage au moyen des sacs de cuir, et la colonne du cuvelage qui suit immédiatement l'approfondissement du trou sont deux résultats intéressants à se rappeler.

J'ai dit un mot au commencement de mon article des procédés employés par les Arabes pour creuser les puits dans le Sahara, et on a vu combien ces moyens étaient barbares comparés à nos procédés. Aussi lorsque la conquête de l'Algérie nous eut permis d'attirer l'attention des savants et stimulé l'activité des industriels, songea-t-on à forer des puits artésiens par les procédés perfectionnés.

Je ne puis faire mieux ici que de laisser la parole à M. Laurent en reproduisant à peu près textuellement la note qu'il a bien voulu me communiquer.

Le 20 avril 1844, M. Fournel proposa un sondage à Biskra ; cette proposition fut agréée par M. le ministre de la guerre en 1845, et enfin les travaux furent commencés le 10 octobre 1846. Ce sondage eut à traverser d'énormes poudingues de plus de 80 mètres et fut abandonné sans laisser de résultats.

MM. Dubocq et Berbrugger étudièrent aussi cette question des puits artésiens au désert. Le premier publia un excellent mémoire géologique dans les *Annales des mines*, le second donna l'histoire complète des procédés employés par les puisatiers arabes.

Depuis la tentative malheureuse faite à Biskra, les sondes restèrent inactives. Ce fut en 1856, sous l'administration de M. le maréchal Randon, gouverneur de l'Algérie, que le général Desvaux, alors commandant la subdivision de Batna, reprit cette question.

M. Charles Laurent, associé de la maison Degousée et Laurent, fit partie de l'expédition de la province de Constantine, qui parcourut le Sahara oriental à l'effet d'examiner les points qui devaient présenter les chances les plus favorables à de premiers succès, et enfin de déterminer la composition du matériel le plus convenable à l'exécution de ces travaux.

Ce matériel, accompagné d'un personnel convenable, arriva à Tansima au commencement de mai 1856, et le 19 juin suivant, une magnifique nappe jaillissante donnant 4,000 litres par minute s'élançait du forage pour venir remplacer un puits arabe en voie d'extraction, et qui, au plus haut de son débit, n'avait jamais donné plus de 1,500 litres d'eau par minute.

Après cette première campagne de 39 jours seulement, tout fut disposé pour activer vigoureusement le projet rédigé dans le rapport de M. Laurent, qui consistait à pratiquer dans le Sahara des puits sur tous les points qui se trouveraient à moins de 55 à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer. Aux travaux du désert proprement dit, sont venus s'ajouter ceux qui se sont exécutés et s'exécutent encore dans la plaine du Hodna, située au nord-ouest de Biskra. Le général Des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaux pensait que si les études faites sur les terrains de cette plaine, sur leur disposition, laissaient croire à un succès, il y aurait lieu d'y exécuter des sondages : on fit en effet les études et on pratiqua sur cette plaine des sondages qui donnèrent d'assez beaux résultats.

Enfin de petits ateliers furent installés pour la recherche d'eaux ascendantes là où les puits jaillissants étaient inexécutables. Beaucoup de ces puits fournissent des eaux douces et abondantes.

Pour résumer ce qui concerne les puits artésiens proprement dits forés à l'aide de l'appareil exposé, voici jusqu'à la dernière campagne les résultats obtenus. Entre Biskra et Tougourt 45 puits ont été forés; ils fournissent par 24 heures 87,479 mètres cubes d'eau jaillissante.

A Tougourt et dans l'Oasis 24 puits arabes abandonnés ont été terminés et versent sur le sol 4,994 mètres cubes par 24 heures. Au delà de Tougourt 4 forages donnent 538 mètres cubes. Enfin, la plaine de Hodna possède 17 forages qui répandent sur son son sol 11,335 mètres cubes. Tous ces travaux ont été pour chaque campagne l'objet de rapports détaillés auxquels on peut recourir pour les détails d'exécution. Je dirai seulement, pour ce qui se rapporte à la disposition générale des appareils, que l'on a tâché de les faire aussi mobiles et portatifs que possible. La chèvre principalement se compose de madriers pouvant se démonter facilement. Pour traverser la couche superficielle de sable, on employait un système de vis de pression en maintenant toujours la colonne libre à l'intérieur.

Tel est donc le résumé, trop succinct peut-être pour un sujet aussi intéressant, mais au moins consciencieux et impartial, des travaux effectués jusqu'à ce jour pour opérer les sondages. Si cet art n'a point été révolutionné dans ces dernières années, comme le furent tant de branches de l'industrie, cela tient surtout au haut degré de perfection auquel il a atteint depuis longtemps déjà ; mais il ne faut pas croirepour cela qu'il s'endorme dans une routine arriérée. La sûreté des opérations pour les sondages ordinaires, la grande extension que les puits artésiens ont prise depuis quelques années, enfin et surtout les sondages à grands diamètres, dont la réussite est aujourd'hui parfaitement assurée par des méthodes tout-à-fait sorties du domaine de la science théorique et désormais acquises à l'industrie, sont des résultats dignes des hautes distinctions dont la Commission a honoré les hommes qui les ont obtenues.

A. Lacour,
Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique et de l'École des mines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XLII

L'ORIENT

PAR MM. **CHAMPION, DUFOUR** ET **ROUS**[1].

III

CHINE ET JAPON.

PAR M. **CHAMPION.**

(Planches 185, 186, 187, 188, 189 et 190.)

Tandis que les industries de toutes les parties du monde s'empressaient d'envoyer à l'Exposition universelle ce qui pouvait servir à donner une idée de leur importance, la Chine, malgré les efforts de nos consuls et de nos agents diplomatiques, a peu répondu à leur appel. On pourrait presque en dire autant du Japon, si l'on ne devait tenir compte de quelques envois qui témoignent du désir qu'a eu cette nation de figurer au grand concours de 1867.

Pour faire comprendre les causes de cette indifférence, chez les Chinois surtout, il faudrait entrer dans des détails qui touchent à l'histoire de ce peuple, habitué, depuis des siècles, à vivre sur lui-même et absolument étranger aux progrès des autres nations.

Cette étude nous éloignerait du but spécial que nous devons poursuivre; en ce moment nous dirons seulement que vivant d'une autre vie que la nôtre, sous les lois d'une civilisation toute différente, il leur était difficile de saisir l'intérêt attaché à la réunion des produits industriels de peuples divers, et de comprendre l'influence, heureuse pour chacun d'eux, de la comparaison qui résulte de cette réunion. Il faut noter aussi que le souvenir récent encore des succès obtenus contre eux par les armées alliées de France et d'Angleterre, leur inspire peu de sympathie pour des nations qu'ils supposent vouloir leur imposer, dans un but intéressé, une civilisation étrangère. On ne doit donc pas être étonné si leurs industries sont si peu représentées au palais du Champ de Mars, ni s'en faire une idée d'après la pauvreté de leur exposition.

Nous y trouverons cependant quelques sujets d'intéressantes études; mais nous sommes forcés de reconnaître que la majorité des objets exposés ne l'ont été que grâce à l'initiative de négociants français, en vue d'un bénéfice de vente, et nullement dans le but de présenter à l'Europe un aperçu de l'état actuel de l'industrie chinoise.

Nous y voyons figurer de très-beaux cloisonnés dont la fabrication remonte à plusieurs siècles, des porcelaines, des bronzes, de vieilles laques, et

1. Voir les Etudes sur l'Orient et l'extrême Orient, publiées tomes III, page 171, et tome IV, page 303, ainsi que la planche 166.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une foule d'objets que leur ancienneté a rendus aussi précieux pour les Chinois que pour nous, tandis que les produits modernes y sont rares. Nous avons, il est vrai, remarqué diverses étoffes de soie, des armes japonaises fort belles, mais nous regrettons l'absence de collections sérieuses, de matières premières, de plantes textiles, de produits alimentaires, de minerais dont le sol chinois est si riche, d'instruments agricoles, et même de leurs machines qui, toutes primitives qu'elles puissent être, n'en feraient que mieux comprendre l'habileté des ouvriers qui obtiennent avec de faibles moyens des résultats relativement si remarquables. Aussi, tout en entrenant nos lecteurs des industries chinoises qui sont représentées à l'Exposition, nous nous proposons de dire quelques mots sur les principales de celles qui y manquent.

Régime alimentaire.

Si l'examen de l'état de la science et de l'art, chez un peuple, nous conduit à mieux comprendre ses qualités morales, l'étude de son régime alimentaire ne nous aide pas moins à apprécier ses qualités physiques. Jusqu'à ce jour les récits des voyageurs n'ont fourni que peu de renseignements sur l'alimentation des Chinois. Le mode habituel de nutrition, qui influe si notablement sur l'individu, ne peut manquer d'agir aussi sur les mœurs et le caractère d'un peuple et par conséquent sur ses industries, qui en sont les conséquences naturelles. Nous pensons que l'apathie des Chinois, leur penchant à la paresse, qui a amené leur indifférence presque absolue pour tous progrès, tient principalement à la mau-

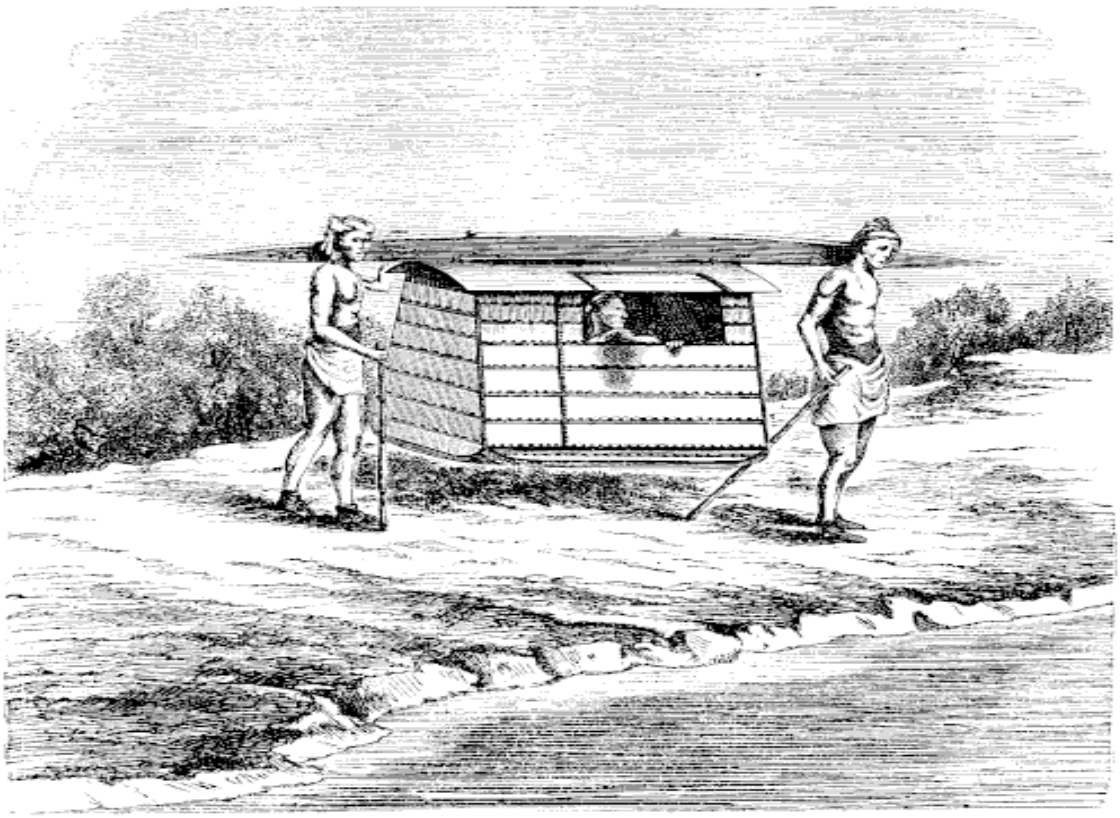


Fig. 1. — Chaise à porteurs japonaise.

vaise, ou tout au moins à l'insuffisante alimentation du peuple. Cette alimentation est trop pauvre en éléments azotés. Le riz, les légumes herbacés en forment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la principale base ; la chair des animaux, le poisson n'y occupent qu'une place insignifiante, et ce n'est que dans des cas exceptionnels qu'elle se rapproche des données indiquées, dans l'excellent ouvrage de M. Payen, comme réalisant les conditions d'une nutrition vraiment réparatrice.

Mais en peut-il être autrement en Chine ? Les salaires y variant de 50 à 85 centimes, l'ouvrier ne peut consacrer à sa nourriture qu'une somme très-modique.



Fig. 2. — Ouvriers japonais. (Nangasaki.)

Il ne nous a pas été possible de savoir avec certitude s'il en était de même au Japon ; tout porte à le croire ; car, dans les villes dont l'accès est ouvert aux Européens, le régime alimentaire du peuple est aussi déplorable.

Pourtant nous devons constater qu'autant le Chinois est mou, lent, enclin à l'anémie qui provient certainement de son régime alimentaire insuffisant, autant, au contraire, le Japonais témoigne d'énergique et virile activité.

Agriculture.

Rien dans les envois faits par les Chinois et les Japonais à notre Exposition universelle ne peut aider à se former une idée quelconque de l'état de leur agriculture. Ils ont pourtant cette science en grand honneur, et les résultats qu'ils ont su obtenir, depuis bien des siècles, attestent de l'intelligence patiente et laborieuse de ces deux peuples.

Le riz étant la base de l'alimentation du Chinois, est naturellement l'objet d'une culture spéciale, surtout dans le sud et le centre de l'Empire. Les moyens d'exploitation qu'il emploie sont nombreux, et, bien que primitifs, ils sont en somme suffisants. Il utilise et sait rendre fertile le moindre lopin de terre, si ingrate qu'en soit la qualité. Une des questions à l'ordre du jour de l'industrie agricole en France est celle des engrais. (On peut la considérer comme résolue aujourd'hui depuis les remarquables et récents travaux de MM. Payen, Boussin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gault, Elie de Beaumont et autres savants illustres). Mais cette même question avait été, il y a déjà plusieurs siècles, l'objet des études des Chinois, — et ils ont devancé l'Europe dans sa connaissance au point de vue pratique du moins. Ils emploient avec succès à la fertilisation de leurs terres, des matières que nous n'avons appréciées à leur véritable valeur que depuis un demi-siècle et que nous dédaignions comme inutiles. Ce fait résulte des intéressantes traductions que notre célèbre sinologue M. Stanislas Julien a faites d'ouvrages chinois.

Il n'est pas facile de pénétrer dans l'intérieur du Japon et nous ne pouvons rien dire de positivement certain sur son industrie agricole. Les récits des missionnaires nous assurent que dans le commencement du siècle passé l'agriculture japonaise ne le cédait en rien à celle des Chinois. Ils n'ont pas dégénéré, si l'on en juge par le peu qu'il est permis d'apercevoir à des yeux européens ; et comme leur caractère a plus d'énergie, que leurs moyens d'action sont plus nombreux et plus perfectionnés, nous penchons à les croire supérieurs.

Matières premières. Charbon de terre. Minerais. Pétrole. Matières grasses. Alcools. Bois, Bambous, etc.

Aujourd'hui que les rapports avec l'extrême Orient sont devenus fréquents et rapides, il eût été d'un haut intérêt pour toute l'Europe de connaître et d'apprécier les richesses minérales dont abonde le sol chinois. Si les marchands de curiosités, qui seuls ont fait l'exposition de la Chine et du Japon, ont négligé, dans l'intérêt de leurs petites affaires, de nous montrer ces précieux produits, nous en sommes à nous demander par suite de quelle ignorance de leurs vrais intérêts les importantes maisons françaises qui, depuis plusieurs années, font le grand commerce avec ces contrées, n'ont pas pris l'initiative d'une véritable exposition *universelle* des produits de la Chine et du Japon. Nous consacrerons quelques lignes à ces matières : peut-être serons-nous assez heureux pour faire comprendre que si le commerce européen diminue et menace ruine en Chine, l'industrie qui irait tirer parti de ces richesses n'aurait que des chances de succès ; et quoique nous ne devions nous préoccuper ici que du côté commercial et industriel des choses, on nous permettra de dire que c'est à la suite de ses industries et de ses moyens perfectionnés que l'Europe peut espérer de faire pénétrer sa civilisation dans l'empire du Milieu, et qu'on ferait fausse route en comptant sur des moyens politiques ou religieux. Le Chinois est surtout positif; le conduire au progrès, par l'exemple du résultat est une tâche que la France regretterait certainement de voir remplie par d'autres nations ; et s'il y a honneur à l'accomplir, nous croyons pouvoir ajouter qu'il y aura aussi *profit*.

Charbon. On connait en Chine, depuis des siècles, de nombreux gisements de charbon de terre. Les mines les plus importantes sont dans le Scu-tchuen, le Kouang-ton et les provinces du nord. Son usage est répandu dans les familles chinoises, même dans les classes pauvres. Mais par suite de l'insuffisance des moyens d'extraction, on ne recueille que le charbon de la surface, dont la qualité est, en général, inférieure. Les steamers ont dû renoncer à l'utiliser parce que ce charbon contient des quantités de soufre et de sulfure de fer, qui pendant la combustion détériorent rapidement les machines par la quantité d'acide sulfureux qui s'en dégage. Les grandes distances qui séparent les mines des rivières et des autres voies de transport ont fait d'ailleurs obstacle, jusqu'à présent, au développement de l'exploitation houillère. L'industrie et l'art de la navigation en Chine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne tarderont pas à trouver dans la qualité supérieure des couches profondes cet élément de la force à bon marché qui leur manque aujourd'hui.

Minerais. Le sol chinois est fécond aussi en richesses minéralogiques; mais au lieu de pousser à leur exploitation le gouvernement des empereurs y a souvent mis obstacle. Il résulte pourtant des recherches de M. Stanislas Julien que ces minerais convenablement exploités fourniraient des métaux aussi purs que ceux que nous obtenons et à un prix souvent moins élevé. Les plus importants sont : le cuivre sulfuré et carbonaté, le sesquioxyde de fer, le sulfure de plomb argentifère, l'étain. Le zinc, que les Chinois nomment *plomb japonais* est peu exploité. Quant aux métaux natifs, on en rencontre de grandes quantités surtout dans le nord ; on y trouve aussi le minerai de mercure (cinabre) et le sulfure d'arsenic (orpiment) qui sont d'un fréquent usage en médecine et pour la peinture.

Pétrole. L'huile de pétrole se trouve, dans l'intérieur de la Chine, près de puits d'où s'échappent des gaz inflammables, qu'on utilise pour le chauffage et l'éclairage des habitations. L'analyse a constaté l'analogie de sa composition avec l'huile de pétrole d'origine américaine : elle contient de la paraffine, et pourrait être utilisée par diverses industries; mais son usage, vu le peu de développement donné à son exploitation, se trouve restreint aux provinces où elle se rencontre.

Nous ne ferons que citer certains autres produits chinois que nous regrettons de ne pas voir figurer à l'Exposition, tels que les cires végétales et animales ; et entre autres la cire de « Pe-la, » peu connue en Europe : elle est produite par un insecte de la famille de la cochenille (coccus Pe-la). On n'a pu réussir à l'élever en France faute d'avoir pu y acclimater l'arbre qui le nourrit.

Ces matières, ainsi que le suif végétal et les graines oléagineuses dont la Chine produit un grand nombre d'espèces y sont l'objet d'un commerce actif.

Alcools. Sous le nom de Sam-chu, les Chinois fabriquent une grande quantité d'alcools provenant de la distillation du riz, des graines du sorgho et du blé. Leur mode de distillation et de rectification est encore si imparfait, que ces eaux-de-vie conservent un goût et une odeur empireumatique prononcés, et paraissent détestables au palais des Européens. Les Chinois en font cependant grand cas, l'usage du vin leur étant à peu près inconnu, depuis qu'ils ont négligé la culture de la vigne qui leur avait été enseignée par les pères jésuites.

Bois de construction et d'ébénisterie. Le sol chinois, du moins dans la partie connue des voyageurs européens, ne produit qu'un petit nombre de bois propres à la construction.

L'un des principaux, parmi ceux qui servent à la confection des meubles, est le camphrier. L'odeur assez agréable qu'il dégage a la propriété d'éloigner les insectes. Mais l'arbre utile par excellence c'est le bambou. Il faudrait des volumes pour énumérer ses diverses utilisations : la prévoyante nature l'a répandu en Chine avec une telle profusion qu'il fournit sans s'épuiser à tous les besoins. Souple, léger, résistant, il est le principal élément de la charpente de ce pays : il n'est pas d'industrie qui n'ait recours à son usage; on en fabrique des machines, du papier, des vases, des tuyaux. On fait cuire les jeunes pousses, on les accommode aussi en salade et elles fournissent un aliment aussi estimé des Européens que des Chinois eux-mêmes. Ne serait-il pas à désirer qu'on cherchât à doter nos colonies, celles surtout qui sont pauvres en bois, d'un arbre aussi précieux. Quelques essais ont été faits en Algérie; raison de plus pour en poursuivre la propagation sur une grande échelle.

Métaux. — Nous avons dit que le gouvernement des empereurs favorisait peu la science métallurgique en Chine; aussi, malgré la richesse minérale du sol,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est de contrées lointaines, telles que la Malaisie et autres, que lui viennent certains métaux. Ceux qui sont le plus usuellement employés par les Chinois sont le cuivre, le fer et l'étain. Viennent ensuite le plomb et le zinc; mais ceux-ci n'entrent que pour une plus faible part dans les usages industriels. Dans cette classe nous n'avons trouvé au palais de l'Exposition que des miroirs provenant d'alliages que nous allons indiquer, et des bronzes, fort beaux certainement, mais qui sont loin d'appartenir à l'industrie moderne.

Les miroirs chinois sont des disques d'un diamètre plus ou moins grand, composés de cuivre et d'étain, dont on polit avec soin la surface. Bien que ces miroirs soient certainement inférieurs, sous le rapport de la netteté de l'image, à nos plus mauvaises glaces de village, ils peuvent, quand ils sont encore neufs, rendre les mêmes services; mais leur éclat se perd rapidement sous l'influence de l'humidité et des gaz, surtout de l'hydrogène sulfuré qui se dégage d'habitations où la propreté est trop souvent négligée. Ils sont d'un usage général en Chine. On en fabrique quelques-uns en verre recouverts d'étain; mais les méthodes défectueuses employées dans la fabrication ne permettent pas d'arriver à des produits convenables. Les glaces métalliques sont un des principaux ornements des salles de réception en Chine. Généralement de forme ronde, elles sont supportées sur des pieds en bois, bizarrement sculptés. Nous aurons occasion, à propos des meubles et des cadres du Ning-Po, de dire avec quelle remarquable habileté les Chinois savent fouiller le bois ou l'ivoire.

Ils composent aussi d'autres alliages, qui varient selon leur destination. C'est ainsi qu'ils fabriquent beaucoup d'instruments de musique avec le cuivre uni tantôt à l'étain, tantôt au zinc, au plomb et même parfois au nikel, qui ajoute à leur sonorité.

Un des métaux le plus employés dans le Céleste-Empire est l'étain. Il sert à la fabrication de toutes sortes d'objets : vases, flambeaux, théières, boîtes à thé, et généralement de tous les instruments qui sont destinés à un usage domestique; dans ce cas, on lui adjoint souvent une petite quantité de plomb.

L'industrie du bronze est à peu près perdue en Chine; on n'y fait plus que des imitations des pièces de bronze ancien, que l'on sait recherchées en Europe. Les ouvriers chinois sont, du reste, fort habiles dans cette imitation. Ils remplacent aujourd'hui le bronze par la fonte pour leur propre usage, et c'est avec ce métal qu'ils fondent les cloches de leurs pagodes; dans cette fabrication comme dans beaucoup d'autres, nous avons constaté que les résultats sont de beaucoup supérieurs aux moyens employés pour les obtenir.

Leur minerai de fer est de bonne qualité, mais ils le travaillent mal. Le gouvernement a cependant des ateliers pourvus d'un nombreux personnel d'ouvriers. Il y fait fabriquer des armes; les fusils qui en sortent sont encore au-dessous du fusil à mèche, et si grossiers, que le danger doit être souvent aussi grand pour le tireur que pour celui qui lui servirait de but; telle est du moins l'opinion professée par les Européens qui habitent la Chine, et nous ne sommes pas éloigné de la partager, ayant regardé de près quelques-uns de ces barbares instruments.

Mais si les arts qui procèdent de la métallurgie sont délaissés ou inconnus en Chine, il n'en est pas de même au Japon. Tout le monde a pu remarquer dans les salles de l'exposition japonaise les beaux vases de bronze, simples ou niellés, aussi intéressants par la grâce de la forme que par la beauté du travail. Les ornements qui les surmontent, en partie fondus, en partie ciselés, témoignent à la fois de la finesse de la fonte et du goût de l'ouvrier. Sans doute, ce ne sont que des imitations de vases anciens, mais cette imitation n'est pas une servile contrefaçon et laisse beaucoup à l'initiative de l'artiste. Cette industrie est considérable à Jo-Ko-Hama et à Jeddo.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fer et l'acier japonais méritent aussi une mention spéciale. On a pu en juger par les beaux sabres qui ont été exposés ; l'acier en est aussi bon, aussi beau au moins que le nôtre ; le grain est fin et la trempe telle, que ces armes peuvent lutter avec les meilleures que l'on connaisse ; elle sont essayées, dit-on, en frappant sur deux pièces de monnaie de cuivre. Les pièces doivent être coupées sans que la lame soit même légèrement émoussée. Ces armes de choix sont, en général, destinées à servir de cadeaux, et souvent, autant par leur travail que par la qualité de l'acier, elle représentent une valeur considérable.

Parmi les armes exposées par le Japon, l'une portait l'inscription très-remarquée de *Fusil à aiguille japonais*. Il n'en faudrait pas conclure que les armuriers de ce pays aient devancé la célèbre invention prussienne ; mais seulement que leurs ouvriers travaillent bien le fer et ont su assez bien s'inspirer d'un modèle venu d'Europe.

Porcelaines modernes. — L'Exposition possédait quelques échantillons de l'art céramique chinois et une collection de porcelaines japonaises vraiment dignes d'attention. Les grandes fabriques de porcelaines chinoises, ruinées par les rebelles, se relèvent chaque jour ; mais elles ne produisent plus ces belles pièces si estimées des indigènes et plus encore peut-être des Européens. Soit faute de capitaux, soit que le goût des ouvriers se soit oblitéré en perdant les anciennes traditions, il est évident que la moderne céramique se contente de fabriquer des produits communs et d'une vente facile. Pourtant, à Ken-ti-Tchen, ville célèbre par l'antiquité de ses fours, une population de 200,000 ouvriers se livre à cette industrie. C'est là qu'étaient autrefois les célèbres fabriques, aujourd'hui détruites, de l'empereur. On exécute encore, il est vrai, à Ken-ti-Tchen, un grand nombre de pièces destinées au palais impérial, et dont la vue est toujours sévèrement interdite aux profanes ; mais elles ne diffèrent des pièces ordinaires que par un peu plus de soin dans la cuisson et peut-être un peu plus de richesse décorative. Il faut pourtant avouer que, malgré la décadence de l'art céramique en Chine, notre fabrication aurait encore à apprendre de la leur. Les céladons chinois, les rouges flammés, sont bien supérieurs aux nôtres ; les ouvriers règlent à volonté la formation des leurs craquelés, ce que nous ne pouvons faire. Il est, du reste, présumable que, même mis en possession de leurs secrets, nous ne parviendrions pas à produire les mêmes effets, nos matières premières n'ayant pas toujours la même composition que les leurs. L'exposition des porcelaines chinoises pouvait donc offrir encore un puissant intérêt ; malheureusement elle n'a renfermé, sauf quelques rares pièces, que des objets communs et de bas prix.

Il n'en est pas de même des envois japonais. L'originalité et l'élégance des formes, la disposition des couleurs, le fini des pièces, tout indique sinon une supériorité bien marquée sur les Chinois, du moins la prospérité de cette industrie au Japon. Quelques-unes de leurs grandes assiettes méritent tous les éloges des connaisseurs. Les marchands japonais qui sont venus à Paris, et qui certainement ont admiré notre splendide exposition de Sèvres, auront jugé quelle est chez nous l'importance de cet art ; mais leur génie est différent du nôtre, leur ornementation est plus décorative qu'artistique, et s'ils ne consacrent pas, comme nous le faisons souvent, plusieurs années à la peinture d'une seule pièce, ils n'en obtiennent pas moins des résultats dignes de notre envie, puisque nous ne dédaignons pas de copier quelquefois leurs formes et de faire des emprunts à leur goût.

Aussi c'est au point de vue des exemples perdus que nous devons surtout déplorer la décadence de cet art en Chine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ses fabricants ont oublié le secret de ce beau rouge sang de bœuf qui forme la couverte de certains anciens pots. Ils n'ont plus le moyen de donner aux figures et aux fleurs ce léger relief qui ajoutait aux colorations la finesse d'un émail transparent; leurs craquelés modernes, les céladons qui sortent aujourd'hui de leurs fabriques, sont bien inférieurs à ceux qu'ils faisaient autrefois. Il existe pourtant en Chine des ouvrages écrits sous la direction des hauts mandarins, chargés jadis par les empereurs de la surveillance des fabriques, et ces livres contiennent la description minutieuse des moyens employés par l'ancienne céramique. Notre contact, la force des choses, ne sauraient tarder, nous l'espérons du moins, à vaincre l'indifférence de ce peuple, et l'Europe profitera bientôt de ces trésors retrouvés.

Teinture. — L'art de la teinture en Chine et au Japon jouit d'une grande célébrité, et malgré nos remarquables progrès dans cette science, il est encore des couleurs que nous devons leur envier. Ces pays produisent une grande quantité de végétaux et de fleurs dont on retire des couleurs qui, fixées sur les étoffes, fournissent une variété de nuances aussi riches que délicates. Parmi les plus renommées, il faut citer le vert de Chine, qui eut autrefois tant de vogue en Europe, et que nous avons regretté de ne pas voir figurer à l'Exposition. Les Chinois l'obtiennent par la macération de l'écorce d'une espèce de nerprun qui croît spécialement dans les provinces de l'intérieur; mais le prix de cette couleur est si élevé, qu'elle est réservée aux seules étoffes de luxe.

Nous devons dire, du reste, que les couleurs qu'on fabrique chez nous avec les produits dérivés de l'aniline commencent à pénétrer en Chine, où leur puissance tinctoriale fait tort aux teintures purement indigènes. Cependant les Chinois, manquant de nos dissolvants, ne peuvent arriver à l'éclat que nous obtenons par leur emploi. Nous mentionnerons, comme produits de teinture purement chinoise à l'Exposition, des étoffes de satin rouge et bleu ornées de dessins brodés en couleur et représentant des fleurs, des oiseaux, des feuilles entremêlées à des dragons: le tout est d'un effet très-riche et peut, comme éclat et intensité, soutenir la comparaison avec n'importe quels produits européens analogues.

L'indigo joue le rôle le plus important dans la teinture chinoise. C'est avec cette couleur que sont teintes les étoffes de coton destinées aux vêtements du peuple.

Les Japonais sont encore plus habiles que les Chinois dans la teinture des étoffes. Il faut reconnaître d'ailleurs que les couleurs chinoises et japonaises sont remarquables par leur fixité et leur résistance, même aux actions climatériques.

Laques et vernis. — Les anciens missionnaires seuls ont donné, dans leurs récits, quelques renseignements encore bien incomplets sur les laques chinoises et japonaises. Ayant eu l'occasion, pendant notre séjour à Nangasaki, d'en suivre la fabrication, nous pensons que quelques détails sur ce que nous avons vu ne paraîtront pas sans intérêt.

La matière qui fait la base de ces laques est la liqueur qui s'écoule d'incisions faites à l'arbre désigné sous le nom de *rhus vernicifera*, qui croît surtout dans le Tche-Kiang et dans le See-tchnen. Ce n'est qu'à l'aide de grandes précautions qu'on peut se défendre des effets dangereux de ce vernis. Ses exhalaisons font venir à la peau des espèces d'eczema, qui quelquefois mettent en danger la vie des ouvriers. Ce vernis est mélangé avec diverses huiles siccatives et des matières colorantes, telles que le noir de fumée, le vermillon, etc. Quand il doit être appliqué sur du bois, on a soin d'en polir la surface, après avoir bouché ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moindres fissures avec un mastic composé de papier et de gélatine, quelquefois avec un mélange de terre argileuse et de colle. On applique ensuite, au moyen d'une spatule en bois flexible, une couche de ce mastic, qu'on laisse bien sécher, afin de pouvoir le polir après, ce que l'on fait à plusieurs reprises. Alors on donne la première couche de vernis au moyen de pinceaux plats très-durs ; on polit cette couche et on la recouvre d'une seconde, qu'on polit à son tour, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur voulue. Le dernier polissage doit être fait avec le plus grand soin ; c'est lui qui donne le fini et la transparence aux objets. Il n'est pas rare de voir passer quinze ou dix-huit couches et plus de vernis. Ces opérations forment le fond sur lequel l'artiste peint des fleurs, des figures ou des animaux. Il peut s'y prendre de plusieurs manières ; mais généralement voici comment il procède : il peint les objets qu'il veut représenter avec un mélange de colle et d'argile coloré, assez épais pour obtenir la saillie désirée. Quelquefois le mastic est recouvert de feuilles de nacre très-minces ou de paillettes d'or et d'étain.

Ces travaux sont longs et minutieux ; ils ne peuvent être exécutés que pendant certaines saisons de l'année. Celle qui suit les pluies est la plus favorable à cette industrie, qui occupe un grand nombre d'ouvriers. Les ateliers sont vastes, aérés ; on y veille surtout à ce qu'il n'y pénètre pas de poussière, qui détruirait la pureté du poli. Le prix élevé des objets en laque tient aux soins que nécessite l'épuration du vernis et au temps perdu à attendre que les différentes couches soient sèches. Aussi pour les laques qui se vendent le plus communément, l'ouvrier se contente d'un petit nombre de couches de vernis et couvre la surface de dessins dorés représentant ordinairement quelque scène d'intérieur.

Ce même vernis s'applique aussi sur les objets les plus grossiers, tels que des seaux, des baquets et autres ustensiles que l'on veut mettre à l'abri de la prompte détérioration qu'amène le contact de l'eau ; dans ce cas, on passe simplement le vernis sur le bois, dont on a préalablement bouché les fentes.

Aucune composition en Europe n'est comparable à ce vernis. L'arbre qui le fournit n'en produit pas dans nos climats. Nous ne saurions pourtant regretter les beaux résultats que nous ne pouvons égaler, en songeant que l'emploi de cette matière est toujours dangereuse et quelquefois funeste.

On a pu voir, à l'Exposition, des laques chinoises et japonaises anciennes et modernes. Cette curieuse industrie permet de donner aux objets de luxe, et même à ceux qu'emploie l'économie domestique, une durée et un éclat remarquables ; elle sert spécialement à la fabrication des éventails, coupes, petites caisses, meubles, tables, cabinets. Dans quelques ports du Japon et le midi de la Chine, on confectionne des tables, des boîtes à thé, des échiquiers, destinés aux Européens, le plus souvent en laque très-commune et de peu de valeur. Les laques finies, et principalement celles qu'on fait au Japon, sont au contraire d'un prix très-élevé.

Les laques japonaises de l'Exposition sont remarquables ; nous y avons admiré des coupes en bois léger, laquées de tous côtés et ornées de figures d'oiseaux. Nous louerons aussi sans restriction les cabinets dans lesquels l'ouvrier a associé si habilement le bois laqué, la porcelaine et les ornements d'or et d'argent. Il a su tirer aussi le plus heureux parti des laques diversement coloriées et des dessins en relief, qui, sans nuire à l'aspect de l'ensemble, lui donnent un caractère riche et original à la fois. Les Japonais sont arrivés à une rare perfection dans ce genre d'industrie ; ils surpassent de beaucoup les Chinois, auxquels il paraît certain, du reste, qu'ils ont donné les premières notions de cet art.

On ne doit pas confondre les laques dont nous venons de parler avec les objets connus sous le nom de laques anciennes de Pé-Kin ; on ne possède aucun ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seignement positif sur les méthodes de leur fabrication. On croit cependant que le vernis que nous avons décrit, mêlé de cinabre, en était la base, et que les dessins en relief étaient préalablement découpés dans la pâte encore molle dont ils étaient formés; mais les essais tentés depuis dans ce sens par les Chinois sont demeurés infructueux. L'Exposition nous a montré quelques superbes pièces de vieilles laques, qui n'ont servi qu'à constater une fois de plus la supériorité de l'ancienne industrie chinoise sur la moderne.

Bijouterie. Dessins et Gravures. Figurines. — Dans tous les pays du monde, la coquetterie des femmes a cherché à embellir en elles la nature, ou tout au moins à en dissimuler les défauts; de là les bijoux de toutes sortes. Les dames chinoises et japonaises ne se font pas faute de porter des bagues, colliers, bracelets, boucles d'oreilles, même des diadèmes. Dans ces bijoux, on trouve la perle unie à l'or ou à l'argent ciselés; quelquefois aussi on y mêle des pierres précieuses grossièrement taillées; mais les ornements de ce genre les plus usuels et les plus nombreux consistent en objets d'argent ou d'or, qu'on dirait au premier aspect émaillés de bleu. En les examinant de près, on s'aperçoit que cette couleur est due simplement à l'application de plumes d'oiseau, dont le lustre et l'éclat peuvent rivaliser avec l'émail. Le jade et l'agate jouent aussi un rôle important dans les bijoux chinois et japonais.

Les orfévres de presque tous les pays orientaux méritent d'être cités pour leurs procédés particuliers de travail dans lesquels on n'emploie que le moins d'outils possible et des outils toujours imparfaits; l'adresse des ouvriers sait y suppléer et il en résulte des œuvres très-artistiques. L'orfévre travaille au besoin à domicile; dans ce cas il arrive avec un petit fourneau, un marteau, quelques poinçons et quelques limes; il porte le fourneau sous son bras, l'outillage dans sa poche. Le soufflet se compose d'une caisse en bois renfermant un grossier piston. L'atelier est promptement installé dans le premier endroit venu.

Pour les grosses pièces qu'il est nécessaire de maintenir, l'ouvrier les serre entre ses pieds qui font l'office d'étau. Ce moyen laisse à désirer, le travail n'avance pas toujours vite; mais avec de la patience on en vient à bout. On comprendra sans peine que ces moyens de fabrication n'ont aucun caractère industriel; ils ne peuvent donner des produits à bon marché que si l'ouvrier se contente d'infiniment peu pour vivre; mais ils exigent une grande habileté de main, un sentiment intime de la forme, un déploiement continuel d'intelligence et d'esprit d'invention. Cet ensemble de qualités donne une grande valeur aux ouvriers orientaux [1].

Parmi les stores représentant des arabesques ou des scènes d'intérieur qui se trouvent à l'Exposition, quelques-uns sont dignes d'attention; mais les plus beaux étaient de fabrication ancienne. Nous avons aussi remarqué de grands rouleaux peints à l'aquarelle et collés sur toile. Ils sont dessinés avec un soin, on pourrait presque dire avec une délicatesse qui témoignent du goût qu'ont les artistes chinois pour la représentation minutieuse des objets et des personnages.

Nous citerons aussi la collection de paysages japonais. Sans doute on y critiquera toujours l'absence regrettable de la perspective aérienne et l'ignorance des lois de la perspective rectiligne; mais il faut pourtant reconnaître une certaine recherche de vérité *vraie* qui permet à l'illusion de se produire, pour peu qu'on regarde longtemps ces peintures. Par malheur leur couleur, quoique assez juste de ton, est fade et terne, ce qui n'arrive jamais dans leurs peintures sur

1. C'est par des procédés aussi simples, qu'en Algérie les Arabes arrivent aussi à faire ces lanternes gracieuses signalées par M. le capitaine Rous. dans le 4e tome des *Etudes*, p. 320, fig. 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étoffes, ni dans les fantastiques décorations dont ils ornent leurs produits céramiques.

Nous signalerons aussi les panneaux avec figures coloriées en relief. Ce relief est produit par un amoncellement d'étoffe foulée, agglomérée de façon à produire une saillie très-apparente qui ajoute au modelé par l'effet du jeu naturel de la lumière ; l'artiste peint presque à tons plats les figures, les mains, les ornements, les costumes, les accidents du paysage. L'ensemble a un aspect décoratif et plus coloré que celui des peintures ordinaires de ce pays. — On se tromperait fort, si l'on se faisait une idée des types, du costume ou des habitudes de ces peuples d'après leurs peintures. Les artistes semblent avoir adopté un type, leur idéal peut-être, dont ils ne sortent pas, qu'ils préfèrent à la nature, et hors duquel l'art serait sans intérêt pour eux. Cependant à Tien-Sin on fait, avec une vérité qui touche au talent, des statuettes en terre coloriée ; nous en avons aperçu quelques-unes à l'Exposition. La finesse de l'expression, la vérité du geste, l'exactitude du costume, tout, dans ces œuvres, tend à reproduire avec esprit soit un trait de mœurs, soit un trait de caractère.

Nous ne pouvons non plus passer sous silence les albums japonais ; le talent, l'exactitude avec lesquels y sont exécutées les fleurs en font de véritables ouvrages d'art.

En résumé, il est clair que le peuple chinois et le peuple japonais envisagent l'art du dessin et de la peinture à un point de vue tout différent du nôtre ; que, si l'on compare leurs produits en ce genre avec ceux des peuples les moins artistiques d'Europe, on est contraint de reconnaître qu'une telle distance les en sépare, que toute comparaison deviendrait absurde à force d'être impossible. Pourtant on ne peut leur refuser le talent industriel décoratif, et on doit avouer que, malgré tout ce qu'ils ont de conventionnel dans la manière de traiter l'art de la peinture et du dessin, ils approchent parfois, dans une certaine mesure, de la réalité.

Jades. Cristal de roche. Cloisonnés. Émaux. Ivoires. Écailles. — Si les produits qui ressortent de l'industrie chinoise moderne ont fait défaut à l'Exposition, elle nous a montré, en revanche, de très-beaux spécimens de ces objets d'art ancien, dont quelques-uns sont devenus des objets de curiosité, depuis que les Chinois ont perdu le secret de leur fabrication. Nous allons les passer rapidement en revue.

Le jade est une pierre si dure, qu'on ne peut le travailler qu'à l'aide de meules et avec le secours de sa propre poussière. On conçoit le temps considérable que nécessitent le travail et le polissage de cette pierre ; aussi les Chinois ont renoncé aux grandes pièces et ne fabriquent plus en jade que de petits objets, tels que bagues, colliers, boucles d'oreilles. Cette matière est peu estimée en Europe, quoiqu'elle soit très-prisée en Chine. La dimension, le fini des pièces, leur travail, la couleur de la pierre, qui varie du blanc laiteux au vert sale, en déterminent le prix, souvent très-élevé. Le jade blanc est celui que les Chinois préfèrent. On trouve chez les marchands de Pé-Kin des vases et des coupes de jade ancien dont nous n'osons pas dire le prix, dans la crainte d'être taxés d'exagération.

Cristal de roche. — A côté des jades, nous mettrons les objets en cristal de roche, très-recherchés aussi par les Chinois, mais que l'on ne trouve qu'en petit nombre au Japon, où ils paraissent avoir toujours été des objets d'importation plutôt qu'une industrie nationale. Le cristal de roche abonde, en effet, dans la partie nord-ouest de la Chine. On l'emploie généralement à faire des coupes, des vases qui ont souvent la forme d'une fleur, de petites statues de Bouddha, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La valeur du cristal dépend de sa pureté ; s'il a des fissures, s'il est enfumé, s'il manque de transparence, elle diminue en proportion. Les belles pièces de ce genre ne se trouvent guère qu'à Pé-Kin.

Cloisonnés. — Les cloisonnés occupent à bon droit le premier rang parmi les objets d'art que recherchent les amateurs de curiosités. On croit que les Chinois en durent le secret aux mahométans, qui ont laissé tant de traces de leur passage dans le Céleste-Empire. On assure que ce secret est aujourd'hui perdu. Nous dirons : oui, s'il s'agit de créer des pièces comparables aux admirables cloisonnés anciens ; mais, s'il ne s'agit que de copier ces pièces anciennes, ou même d'en faire de petites, nous dirons : non, et cela par expérience, ayant fait fabriquer sous nos yeux un petit cloisonné qui, chez un marchand de curiosités, aurait pu être facilement confondu avec ceux d'ancienne origine.

Les cloisonnés se distinguent, parmi les objets de fabrication chinoise, par la grâce de la forme et le goût de l'ornementation. Dans ces pièces, pas de bêtes fantastiques ; en général, les couleurs y sont douces, le dessin de l'ornementation rappelle le goût arabe. Les fonds sont généralement bleu pâle, bleu turquoise, quelquefois bleu foncé, rarement blancs. Dans ce dernier cas, le cloisonné atteint un prix considérable, l'émail blanc s'appliquant difficilement sur le cuivre et étant sujet à des taches et des creux.

On trouve en Chine deux espèces de cloisonnés, ou plutôt deux époques distinctes de fabrication ancienne, reconnaissables à la forme et au type de leur dessin ornemental.

On en rencontre peu au Japon ; on y fabrique cependant, en cloisonnés, de petites boules pour composer des colliers, et la disposition des dessins atteste en ce genre un goût tout différent de celui des Chinois.

Émaux. — On fabrique en Chine une grande quantité d'émaux, qui, malgré l'habileté de la main-d'œuvre, restent bien au-dessous des nôtres, tant nos procédés pour amener la fusion des matières employées sont plus commodes et plus réguliers. Les émaux chinois sont spécialement affectés à l'ornementation de tasses et soucoupes, de pendeloques pour les lanternes que l'on voit figurer dans tous les magasins de chinoiseries.

Ivoires. — Nous ne parlerons que pour mémoire des ivoires sculptés, qui proviennent en grand nombre du sud de la Chine ; ils sont destinés à être vendus surtout aux Européens. Pourtant les Japonais sculptent en ivoire des figurines et quelquefois des groupes assez curieux.

Écailles. — Disons aussi que l'Exposition a montré de superbes échantillons japonais de plateaux en écaille, quelques-uns ornés de figures et dessins laqués ou dorés, d'un effet agréable et de bon goût.

En trouvant rassemblées au Champ de Mars ces preuves de la perfection qu'avaient su atteindre ces anciennes industries chinoises, il faut bien constater leur décadence présente et espérer que les rapports fréquents de ce peuple avec l'Europe le réveilleront de sa torpeur. Quant aux Japonais, tout semble au contraire prouver en eux le désir de s'instruire et de rivaliser avec les peuples d'Occident. Leur vive intelligence a compris que par là seulement ils pourront maintenir leurs industries en présence de celles d'Europe, qui sont fondées sur la science et les progrès amenés par nos modernes découvertes.

Soies. Cotons. China-grass. Étoffes. — Excepté dans quelques provinces du Nord, où ne croît pas le mûrier, partout en Chine on cultive le ver à soie. Les soies prennent le nom de la province qui les cultive ou de la ville qui les exporte. Les Chinois recueillent aussi une sorte de soie peu connue des Européens : c'est la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soie sauvage de l'ailante (soie du chêne); elle est un peu dure et sert communément à la fabrication d'étoffes consacrées à l'usage des vêtements d'hommes pour l'été. Elle n'a pas la flexibilité des soies ordinaires et prend mal la teinture; aussi l'emploie-t-on généralement avec sa couleur naturelle. Son prix est relativement peu élevé.

Les soies que la Chine exporte en Angleterre proviennent presque exclusivement des diverses espèces qui portent le nom de *soies de Nankin*; leur couleur est belle et le fil très-fin. Les qualités communes sont expédiées aux Indes; elles portent le nom de *Pim-Yam*, à cause de leur ressemblance avec la soie indienne de ce nom. L'exportation des soies chinoises pour le seul port de Shang-Haï est environ de 600 balles par an; le prix de la balle est de près de 4,000 francs.

Depuis que la maladie des vers à soie menace de ruiner tout à fait cette industrie en France et en Italie, ces nations ont essayé de faire venir à grands frais de la graine de Chine et du Japon. Plusieurs causes ont empêché ces tentatives de réussir. Parmi elles nous citerons les difficultés qu'on éprouve à empêcher l'éclosion du ver pendant les chaleurs que subit la graine dans la traversée, et principalement dans le détroit de Malacca et la mer Rouge. Une seconde, qu'il serait peut-être plus facile d'éviter, tient à des fraudes trop nombreuses de la part des marchands, qui sont habiles à colorer artificiellement la graine pour lui donner l'apparence d'une belle qualité. Le ver à soie, du reste, est sujet à des maladies en Chine et au Japon comme ailleurs; mais dans ces pays la production, plus disséminée qu'en Europe, se fait dans chaque lieu sur une plus petite échelle, et cela rend moins funeste pour l'industrie tout entière le danger de la contagion.

Le petit nombre d'étoffes de soie qui figurent à l'exposition chinoise et japonaise ne saurait donner une idée de l'importance de cette industrie dans l'extrême Orient. Les Chinois et les Japonais font un grand usage de ces étoffes, et elles sont chez eux l'objet d'un important commerce. Outre les grandes quantités qu'il fabriquent à l'usage des vêtements de femmes et des robes des mandarins, outre les vêtements d'été qui proviennent de la soie sauvage, certaines villes chinoises ont la spécialité des soies brochées et brodées, et l'on a vu au palais du Champ de Mars des tapis de table à fond de satin cerise, ornés de remarquables broderies de couleur, représentant, selon la mode chinoise, des personnages, des fleurs, des dragons, des oiseaux; quoique d'un éclat très-vif, ces couleurs sont dues à des teintures provenant exclusivement d'une origine végétale. Mais, comme nous l'avons dit, les Chinois emploient déjà nos couleurs dérivées de l'aniline, et les utiliseront plus encore lorsque le commerce européen, renonçant à des bénéfices aujourd'hui vraiment trop considérables, en aura abaissé le prix, et quand ils auront appris, dans les écoles professionnelles qu'on établit en ce moment en Chine, grâce au zèle persévérant de MM. Giquel et Hart, à se servir des dissolvants, tels que l'ammoniaque, l'esprit de bois, l'acide acétique, nécessaires pour obtenir ces couleurs avec toute leur intensité.

On a pu voir aussi, à l'Exposition, des châles et des mouchoirs en soie bleu-pâle et rose de Chine. Ces tissus, fabriqués spécialement pour les Européens, sont remarquables par leur souplesse et aussi par une sorte de reflet glacé de blanc qui provient du lustre particulier du fil. Les métiers chinois sont encore bien primitifs; ils rendent la main-d'œuvre si chère que souvent il y a avantage, malgré le double frêt, à porter en France les soies brutes et les retourner en Chine, après qu'elles ont été converties en tissus.

Quant aux étoffes qui portent le nom de *crêpes*, elles se fabriquent dans les villages qui avoisinent Canton; mais c'est de Canton même que proviennent les soies brodées qui font notre admiration. La Chine fait aussi des brocarts d'or et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'argent du plus bel effet; cette production, toute de luxe, a peu d'importance. On fabrique aussi en Chine des mélangés soie et coton, qui sont l'objet d'une importante exportation. Ces tissus sont de beaucoup inférieurs aux nôtres du même genre ; d'une part, ils manquent de l'aspect élégant de la soie; de l'autre, ils n'offrent pas les qualités de durée des étoffes tissées avec le coton seulement.

Soies et étoffes. — Nous avons remarqué dans les salles japonaises des échantillons de soies qui se recommandent aussi bien par la couleur dont elles sont teintes que par le tissage. Les soies du Japon sont belles et faciles à travailler, et les tissus qu'on y fabrique avec la soie du chêne sont plus fins que ceux que produit la Chine. L'insuccès des tentatives faites pour acclimater ce ver en Europe tient en partie à une erreur. On avait pensé que la feuille de l'espèce de chêne qui lui sert de principale nourriture était suffisante pour tout le cours de son éducation. Il n'en est rien, et, pendant notre séjour au Japon, nous avons pu constater que les feuilles de quatre autres arbres ou arbustes y sont aussi employées concurremment, suivant les époques et l'âge des insectes. Nous avons rapporté ces essences, dans l'espoir que leur introduction en Europe pourrait être de quelque utilité à ceux qui dévouent leur travail et souvent leur fortune à une industrie aujourd'hui si éprouvée.

Parmi les étoffes japonaises qui nous ont paru mériter une spéciale attention, nous placerons le crépon, étoffe légère et solide, bien connue et destinée aux vêtements féminins.

L'exportation des soies du Japon est considérable, moins cependant que celle de la Chine ; mais les Japonais font surtout un grand commerce de la graine.

Leurs couleurs tinctoriales sont dues, comme chez les Chinois, à des substances végétales; ils affectionnent particulièrement la couleur verte (vert de Chine), dont nous avons déjà parlé.

Étoffes diverses. — Les étoffes de soie, qui, vu leur prix, ne peuvent être destinées qu'aux classes élevées, ou tout au moins aux classes riches, ne sont pas les seuls tissus qu'on emploie en Chine et au Japon. Nous citerons rapidement quelques-unes de celles dont l'usage est le plus général.

En première ligne, on doit placer les cotonnades teintes en bleu par l'indigo. La plus grande partie de celles qu'on trouve aujourd'hui en Chine et au Japon sont d'origine anglaise. Elles servent à confectionner les vêtements de la classe moyenne et du peuple.

Mais le tissu obtenu en Chine avec le fil du china-grass (*urtica nivea*) est employé, l'été, par toutes les classes. L'étoffe du china-grass est ferme, brillante, très-solide, et ne perd jamais, même après un long usage, son brillant naturel. Sa roideur, qui la rend peu propre à la teinture, est pourtant assez élastique pour éviter toute froissure et devient un des grands avantages de cette étoffe pendant les longues chaleurs de la canicule ; elle l'empêche d'adhérer au corps, et, par là, entretient une fraîcheur relative nécessaire. Le prix du china-grass a beaucoup augmenté, depuis que les Anglais s'en servent en le mélangeant à diverses fibres textiles.

On trouve aussi en Chine des draps rouges couverts d'admirables broderies de soie; ces étoffes servent spécialement à faire soit des tapis de table, soit des chaises, fauteuils, coussins; mais le meuble, en général très-richement sculpté, et les broderies sont seuls faits par les Chinois; l'étoffe leur vient de Russie, et c'est à Chiakta qu'ont lieu les échanges considérables de ce genre.

Papier. — D'après les précieux ouvrages de M. Stanislas Julien, la fabrication du papier remonterait, en Chine, à l'an 152 de notre ère. Les matières qu'on y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employa d'abord, et qu'on emploie encore aujourd'hui sont : les écorces d'arbres, et principalement celles du mûrier et du *broussonetia papirifera*, puis le chanvre, diverses fibres textiles, la paille, le bambou et enfin la vieille toile.

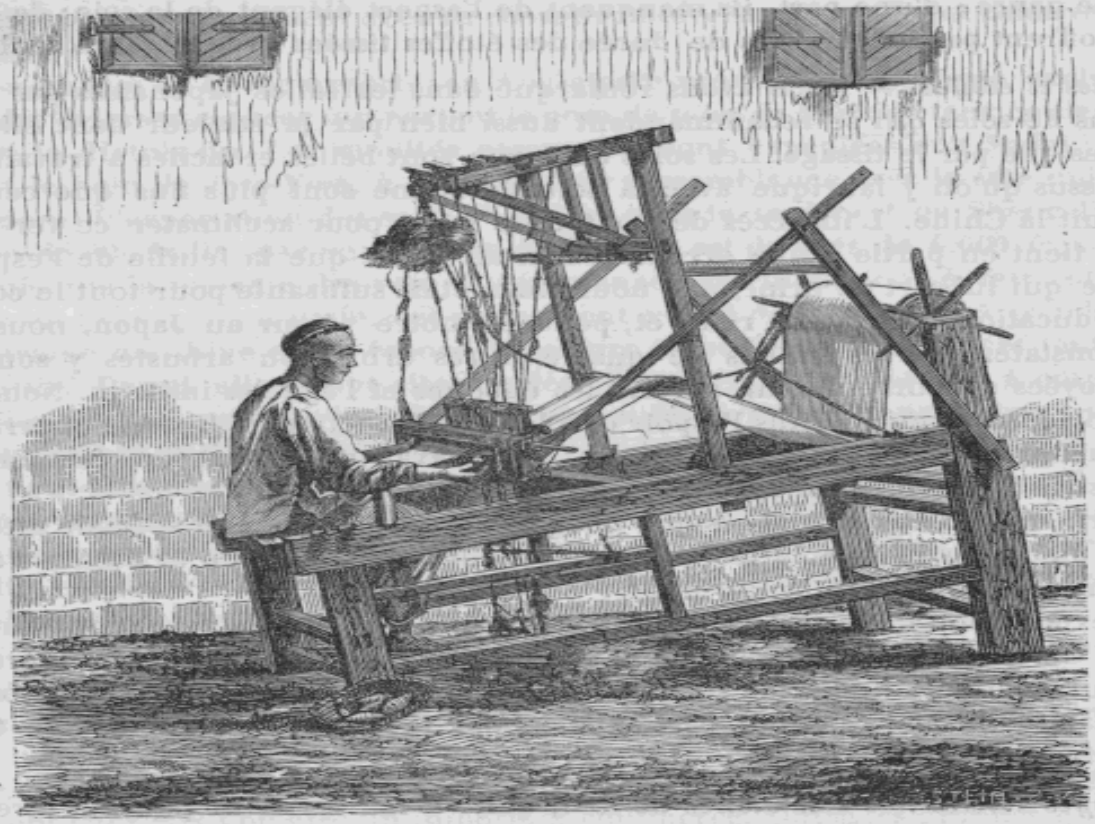


Fig. 3. — Métier à tisser le coton. Han-Kew (Chine).

L'exposition chinoise et japonaise ne nous offre pour ainsi dire aucun spécimen de papiers composés de ces différentes matières ; nous en dirons quelques mots, puisque nous nous sommes proposé de faire connaître, autant que possible, l'état des industries de ces peuples.

Le papier dont on fait en Chine le plus grand usage est celui qu'on obtient avec des tiges de bambous débités en menus morceaux. Les fibres ligneuses de cet arbre sont désagrégées en quelques semaines par l'eau mélangée à la chaux ; on les soumet alors à l'action énergique du pilon, et l'on fait chauffer la pâte ainsi formée dans une lessive alcaline, qui, dissolvant les matières azotées, colorantes ou colorables que contient l'épiderme du bois, rend plus simple et plus rapide l'opération du blanchiment. La pâte est alors transformée en papier au moyen de formes analogues à celles qu'on employait autrefois en Europe. La feuille, déjà séchée à l'air, est mise sur des plaques chaudes, où sa dessiccation se complète. Ces feuilles servent à faire le papier à lettre, les livres de commerce, les emballages et généralement à tous les usages domestiques. Roulé en cylindre et pourvu qu'il présente à l'étincelle une partie déjà carbonisée, ce papier s'allume avec autant de facilité que l'amadou, et il a un avantage de plus, c'est que, tant que dure sa combustion, qui est très-lente, il suffit de souffler dessus pour produire la flamme. Ainsi roulé, il sert généralement d'allumettes, et sa consommation, de ce seul chef, est déjà très-considérable. Cette propriété est due à la matière résineuse que contiennent les fibres du bambou, et que la préparation de la pâte ne parvient pas à faire disparaître.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le nord de la Chine, où ne croît pas le bambou, on fait usage de papiers qui viennent du sud et de la Corée. Celui de Corée a des qualités fort importantes qu'il tire de sa résistance. Il sert à l'emballage des matières précieuses et à fabriquer des carreaux pour les fenêtres. Nous avons dit ailleurs qu'en Chine on fabriquait peu et très-mal le verre, et que ce n'était que dans les ports fréquentés par le commerce européen qu'on trouvait des maisons pourvues de vitres.

Le papier destiné à cet usage se fabrique en feuilles larges, assez transparentes et dont l'épaisseur varie selon l'emploi auquel il est destiné; il est formé de l'écorce du broussonetia, dont on a soin de désagréger assez peu les fibres pour qu'elles puissent se feutrer, ce qui rend les feuilles aussi résistantes qu'une étoffe. Lorsqu'on veut les employer sous forme de carreaux, on les enduit d'une huile assez épaisse pour empêcher l'eau de les pénétrer; elles servent encore à fabriquer des parapluies très-solides et à bon marché.

Les Chinois font aussi des papiers de couleur, mais cette couleur est appliquée au pinceau d'un seul côté de la feuille; ils servent à la décoration des murailles.

Nous ne pouvons passer sous silence un papier chinois bien connu : le papier de riz. Cette dénomination n'est rien moins que justifiée; il provient de la moelle de l'*aralia papirifera*. Voici comment on la transforme en feuilles : l'ouvrier fait rouler de la main gauche le cylindre de moelle sur une surface plane, tandis que, de sa main droite, il engage presque tangentiellement dans la moelle un couteau mince et très-tranchant. Par le mouvement de rotation égal et continu du cylindre de moelle, le couteau découpe une feuille plus ou moins mince et plus ou moins longue, suivant l'habileté de l'ouvrier.

Ce papier, d'un beau blanc doux à l'œil, sert à fabriquer ces dessins brillamment colorés qui sortent des ateliers de Canton, Hong-Kong et Macao; ils sont spécialement destinés au commerce européen. Quelques-uns sont remarquables par leur fini et l'éclat des couleurs. Ce papier, lorsque la feuille est encore humide, peut aussi recevoir des dessins imprimés ou gaufrés, au moyen de planches gravées.

Les papiers qui se font avec l'écorce du mûrier rendent des services; mais leur prix est élevé, à cause de l'utilité de l'arbre pour l'industrie de la soie.

Les Japonais ont encore une sorte de papier, dont, à notre grand regret, nous n'avons pu connaître le mode de fabrication; c'est un papier-cuir. Son aspect et sa résistance sont tels, qu'à moins d'enlever sa partie supérieure et de mettre ainsi ses fibres à nu, on ne saurait en faire la différence avec un morceau de cuir ou de maroquin.

Les Japonais l'emploient, comme le cuir, à de nombreux usages. Il faut pourtant reconnaître que les frottements extérieurs, en usant sa surface, ou bien encore l'humidité, lui font perdre de son aspect et diminuent sa valeur. Il y en avait plusieurs échantillons à l'exposition japonaise, et, malgré ses inconvénients, l'usage s'en répandrait rapidement en France, si on pouvait l'y fabriquer à bas prix.

Exhibition de Chinois, Chinoises, Japonais et Japonaises. — Ce n'est pas sans quelque étonnement que dans une exposition de l'industrie, nous avons vu figurer des personnages chinois ou japonais. Cette exhibition n'avait certes d'industriel ou plutôt d'industrieux que le bénéfice fait par son entrepreneur aux dépens de la curiosité publique. Il peut être intéressant de voir fabriquer devant soi les produits d'un peuple étranger; et si ce peuple a envoyé ses ouvriers, l'intérêt s'en accroît encore; mais était-ce bien le cas du café chinois?

Il faut pourtant reconnaître que si, dans quelques autres sections étrangères on a pu douter de l'authenticité des naturels, ici, il n'y avait pas de doute possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les types chinois varient beaucoup, et ceux qui nous ont été présentés ne peuvent en donner une idée générale exacte. La physionomie du Chinois du Nord, du Tartare, diffère sensiblement de celle de l'habitant du Midi. La figure du premier est plus mâle et empreinte ordinairement d'une dignité qui se rencontre rarement chez le Chinois obséquieux du Sud.

Les femmes venaient du Sud, et les objets groupés autour d'elles pouvaient donner quelque idée de l'ameublement intérieur d'une maison chinoise : elles n'avaient pourtant pas les « petits pieds » signe caractéristique de toute femme chinoise honnête et jouissant d'un peu d'aisance. Dans les ports et les villes fréquentées par nos commerçants, sachant combien cette mutilation nous répugne, on exempte quelques filles de ce malheur. La cause est loin d'être honorable, espérons que l'habitude de cette atrocité cessera de n'avoir pour raison que de honteux marchés.

Quant aux Japonais des deux sexes, nous devons constater que les hommes étaient mal choisis ; mais la case où se montraient ces insulaires était merveilleusement exacte, on y était en plein Japon. L'une des femmes même était jolie, avait les traits fins et réguliers; une autre présentait un type différent que l'on rencontre fréquemment au Japon : les yeux en angle, nez épaté, grosses lèvres. Elle n'était pas belle, mais pouvait servir à initier les visiteurs à la connaissance des variétés des types de sa nation.

Là nous avons été heureux de voir qu'on n'avait pas, comme au café chinois, défiguré le caractère national par l'addition d'ornements, de musiques, de tours de force, charlatanisme de mauvais goût qui, en plus, avait le défaut capital d'être un mensonge flagrant avec le tempérament de ces peuples.

Nos lecteurs ont pu se convaincre en parcourant avec nous les salles de l'exposition chinoise du peu de produits vraiment intéressants qu'elles renfermaient. Souvent, afin de donner une idée générale de l'industrie en Chine, nous avons dû parler de produits non représentés au palais du Champ de Mars.

On nous permettra, pour compléter le tableau, de dire quelques mots de l'architecture chinoise : l'art de la construction touche à de nombreuses industries et par conséquent fait partie de notre sujet.

Architecture. — L'architecture chinoise ne manque certainement ni de grandeur ni de caractère. L'ordonnance et la proportion de ses édifices ont de la hardiesse, et souvent ils sont remarquables par la beauté des détails. Les maisons impériales se composent généralement d'un grand nombre de maison entremêlées de jardins, de tours, de kiosques, reliés ensemble par des galeries, dont l'étendue, l'élévation et la symétrie annoncent la grandeur du maître qui y commande.

Placée sous un ciel différent du nôtre, l'architecture des Chinois a dû suivre d'autres lois. Elle fait un grand usage de colonnes, rarement dans un but d'ornementation, mais pour supporter réellement une partie de l'édifice, le plus souvent la toiture ; elles ont pour hauteur sept fois leur diamètre, ce qui est la proportion de l'ordre toscan et du plus ancien dorique. Nous pouvons trouver que cette mesure manque de légèreté, à côté de l'élégance corinthienne, mais elle offre plus de solidité, et convient mieux à un sol jadis souvent bouleversé par de violents tremblements de terre. Au dire des anciens missionnaires, cette raison justifie aussi l'emploi habituel du bois pour les palais et les maisons. La pierre ne fait défaut nulle part en Chine, il suffit pour l'attester des énormes rochers dont on a semé les jardins des empereurs et des blocs de marbre et d'albâtre qui servent d'assises à leurs palais. Les Chinois travaillent admirablement la pierre : on en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve la preuve dans les sépultures et les tombeaux de Pé-kin, où tout est de cette

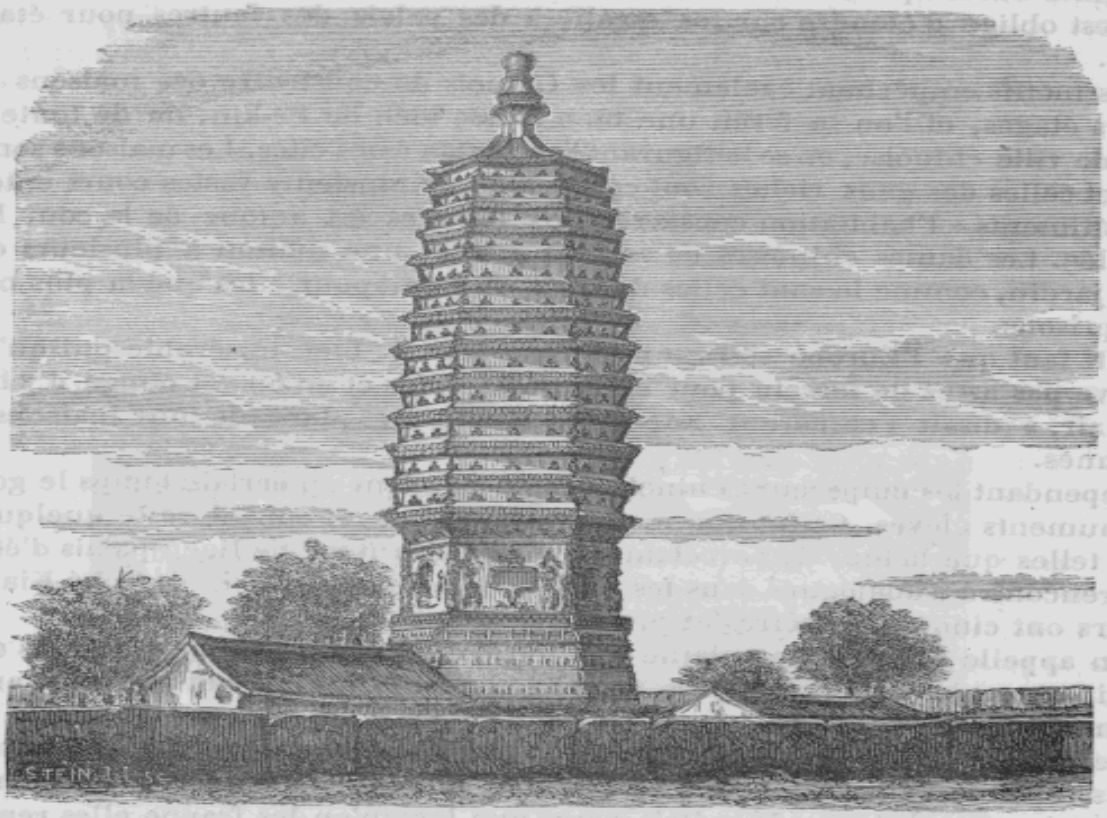


Fig. 4. — Ancien tombeau à Pé-kin.

matière, même les battants des portes. Ils emploient aussi la pierre et le marbre

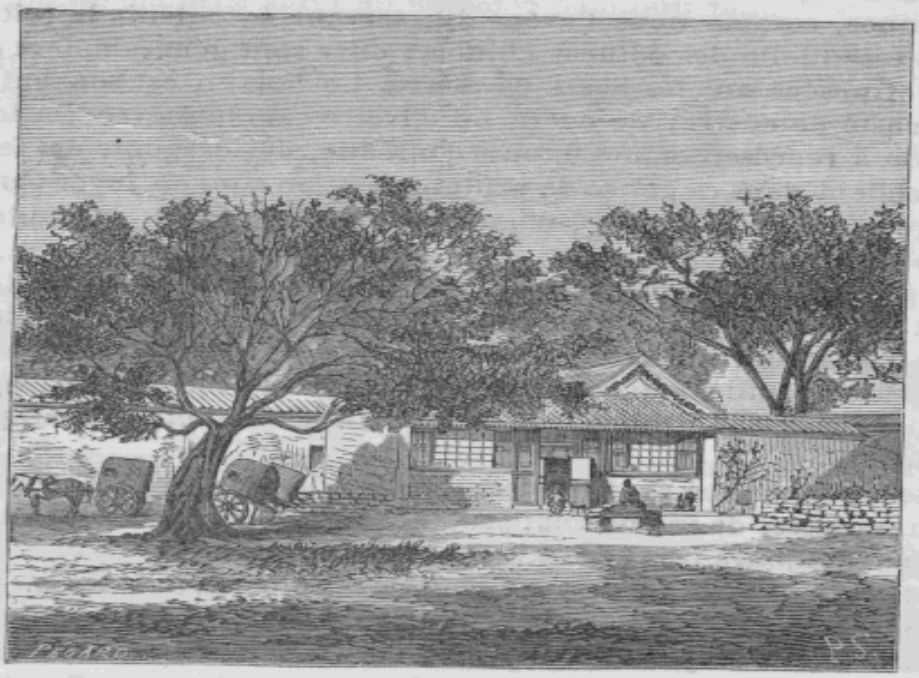


Fig. 5. — Maison chinoise (Pé-kin).

à la construction de leurs splendides escaliers : les raisons qui font aussi préférer le bois et la brique sont la chaleur et l'extrême humidité qui règnent en Chine,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où des maisons de pierre seraient évidemment peu saines. A Pé-kin, où pourtant les pluies durent peu, l'humidité de l'air mouille et détrempe tout au point que l'on est obligé d'étendre sur les escaliers des palais des feutres pour étancher l'eau.

Ces motifs empêchent également les Chinois de construire des maisons à plusieurs étages, et l'on se ferait une bien fausse idée de Pé-kin, ou de toute autre grande ville chinoise, en se la figurant semblable à nos cités. Les maisons sont basses, et celles des gens riches sont composées de plusieurs vastes cours entourées de bâtiments : l'habitation consacrée aux femmes est autour de la cour la plus reculée. Les dames chinoises ne sortant guère, une maison à plusieurs étages, sans jardin, comme le sont celles de Paris, ne serait pour elles que la plus odieuse des prisons.

« Il faut que l'Europe soit un pays bien petit et bien misérable puisqu'on n'y trouve pas assez de terrain pour étendre les villes et qu'on est obligé d'y habiter en l'air, » disait l'empereur Kan-Hy à la vue des plans de nos maisons européennes.

Cependant les empereurs chinois ont eu pendant un certain temps le goût des monuments élevés. Ce fut une mode qui dura peu et dont il reste quelques traces, telles que la tour de porcelaine de Yuen-Min (tour de Huen palais d'été) : on en rencontre d'analogues dans les provinces de Kian-Nane et de Tché-Kian. Plusieurs ont cinquante mètres et plus d'élévation.

On appelle tours de porcelaine des tours qui sont revêtues de briques en porcelaines vernissées : ces briques sont de plusieurs couleurs et prennent au soleil un merveilleux éclat.

Les dalles ou pavés des appartements de l'empereur sont faits d'un sable pulvérisé comme l'émeri le plus fin : elles ont deux pieds en carré ; on les nomme kine-tchouene (briques de métal), parce que lorsqu'on les frappe elles rendent le son du cuivre. Leur prix, très-élevé, est de 40 taëls l'une, ce qui équivaut à environ 300 francs de notre monnaie.

Les colonnes, comme nous l'avons dit, servant à soutenir le toit, deviennent une partie essentielle des édifices chinois ; elles sont généralement en bois, sans chapiteau et posées sur des bases de pierre. Le bois en est souvent rare et précieux, incrusté de cuivre, de nacre ou d'ivoire, sculpté avec un soin très-délicat, de façon à représenter des figures d'oiseaux, des dragons, des feuillages. Les Chinois excellent dans ce genre de sculpture, et on a pu en juger par les meubles et les cadres en bois blanc ou dur envoyés de Ning-Po et de Canton au palais du Champ de Mars.

Une des physionomies particulières de l'architecture des Chinois est due à l'usage qu'ils font des doubles toits. Plusieurs des pagodes, tombeaux, et autres grands édifices de Pé-kin ont des doubles toits. Leur effet ne manque pas d'une certaine majesté. Les tuiles qui couvrent les bâtiments occupés par l'empereur sont vernissées de jaune. Le soleil leur donne un éclat difficile à supporter, on les croirait en or.

Les crêtes et les arêtes des toits dans les monuments sont formées d'ornements moulés ou sculptés, de même matière que les tuiles. On les peint de couleurs diverses mais toujours très-éclatantes.

Les portes et les fenêtres de ces habitations impériales ont des formes capricieuses ; elles sont rondes ou carrées figurant des éventails, des fleurs, des vases, des poissons. Chez l'empereur, les portes sont à deux battants en bois plein jusqu'à la hauteur d'un mètre ; au-dessus elles sont à jour et offrent des grillages découpés, ornés d'animaux ou de caractères chinois. Portes et fenêtres n'ont aucune ferrure, elles sont peintes, dorées, vernissées ; mais tout y est en bois,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et elles ferment encore à la manière des ouvertures de nos habitations villageoise avec des traverses.



Fig. 6. — Porte de Tsien-men (Pé-kin).



Fig. 7. — Temple de la Lumière (Pé-kin).

Nous avons dit que les tours élevées sont multipliées en Chine, et, dans cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taines provinces, il n'est guère de ville, même de bourg, qui n'en possède quelques-unes. Leur forme est sensiblement la même partout. Ce sont des hexagones ou des octogones divisés en sept, huit, dix, douze étages, qui diminuent de diamètre à mesure qu'ils s'élèvent vers le sommet. Chaque étage est pourvu d'une galerie, que surmonte un toit à pans, comme la tour. Une des plus renommées fut celle de Nan-Kin, maintenant détruite par les rebelles ; elle était élevée sur un massif de briques et entourée d'un balcon de marbre ; elle avait huit faces, de 10 mètres chacune. Le dôme de la salle du rez-de-chaussée était en airain et ouvert de quatre grandes fenêtres, où étaient placées quatre statues dorées. La hauteur totale du monument, y compris le mât et l'énorme boule dorée qu'il supportait, n'avait pas moins de 70 mètres, divisés en neuf étages. Il était revêtu de porcelaines grossières, peintes en bleu, vert et jaune, dont l'éclat résista quatre cents ans à l'action du temps. Toutes les corniches en étaient ornées de riches sculptures, les murs tapissés d'un nombre infini de petites idoles taillées en relief dans la pierre et dorées. Un effet aussi léger qu'élégant était produit au haut de la tour par un artifice ingénieux. Le mât dont nous avons parlé servait de centre à une série de cerceaux en fer doré, diminuant de diamètre jusqu'à la boule, formant ainsi une sorte de cône évidé et à jour, qui, par sa ténuité, ajoutait en apparence à sa véritable hauteur.

On assure que certains de ces *hou* (c'est le nom qu'on donne en Chine à ces tours) avaient jusqu'à 500 pieds d'élévation.

Les Chinois aiment beaucoup les arcs de triomphe : on en rencontre sur les routes, sur les ponts, dans les rues et jusque sur les montagnes ; ils ont été élevés à la gloire des empereurs, des guerriers, des mandarins, quelquefois même en l'honneur de vertus féminines.

Ces arcs ne varient guère de forme ; il y en a en pierre, d'autres sont en bois,



Fig. 8. — Porte placée à l'entrée du pont de marbre (Pé-kin).

mais sur assises de marbre, d'autres encore réunissent ces deux genres de matériaux. Quelques-uns n'ont qu'une porte ; la plupart en ont trois. Celui qui sert d'entrée au pont de marbre de Pé-Kin est de ce nombre, et il est, quoique fort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

délabré, d'une remarquable élégance. Rarement ils ont cinq portes, comme le pont des Mendiants à Pé-Kin. La porte la plus grande est toujours au milieu.

La grande quantité de canaux et rivières qui arrosent la Chine, surtout la Chine méridionale, ont nécessité l'établissement d'un grand nombre de ponts. Ils sont, en majorité, construits en pierre, en marbre ou en brique, quelques-uns en bois, d'autres ne sont formés que de bateaux. Il en est dont la voûte très-élevée supporte un tablier en escalier, dont les marches n'ont que 8 à 9 centimètres d'élévation. Les plus anciens sont formés par des pierres plates, d'une longueur qu'on ne peut s'empêcher d'admirer, portant sur les piles. Les arches voûtées des ponts chinois ont quelquefois 10 mètres de rayon. Dans le plus grand nombre, les piles reposent sur des assemblages de marbre et de pierre dont les morceaux ont 5 et 6 mètres de longueur.

Il en est un, dans la province de Pé-tché-li, qui mérite d'être décrit. Il n'a que quatre arches seulement ; mais entre elles et à la hauteur du niveau moyen des eaux du fleuve, l'architecte en a placé trois autres plus petites dans la partie qui d'ordinaire forme un plein massif de maçonnerie. Ces arches donnent issue à l'eau, et quand arrivent les crues, son action ainsi affaiblie ne menace pas d'emporter le pont.

La province de Fou-Kien est célèbre par le nombre et la beauté de ses ponts. La rivière qui coule sous les murs de Fou-Tcheou, sa capitale, a deux kilomètres et demi de large, divisés, il est vrai, par de petites îles, qui sont reliées par une suite de ponts. Le principal a plus de cent arches ; il est construit en marbre blanc, garni d'une double balustrade blanche aussi et surmontée de distance en distance par de grandes figures de lions. L'effet d'ensemble est magistral.

Mais si beau que soit cet ouvrage d'art, il est bien loin de la masse et de l'aspect imposant de celui de Siuene-Tcheou. Ce pont fut construit aux frais d'un simple gouverneur. Sa longueur est de 1,200 mètres. Nous ne pouvons mieux faire que de citer la description qu'en donne le père Martini :

« Je l'ai vu deux fois, et toujours avec étonnement ; il est tout d'une même pierre noirâtre ; il n'a point d'arcades, mais plus de trois cents piliers faits de pierres énormes. Ces piliers ont tous la figure d'un grand navire et se terminent des deux côtés en angle aigu, pour rompre avec plus de facilité la violence de l'eau. Cinq pierres égales occupent toute la largeur d'un pilier à l'autre ; chaque pierre a dix-huit de mes pas. Il y a 1,400 de ces grosses et longues poutres de pierres, toutes semblables et égales, ouvrage admirable pour la manière dont ces lourdes pierres sont soutenues entre les piliers. Les garde-fous ou appuis, de chaque côté, sont faits de la même pierre, avec des lions dessus. Vous remarquerez qu'en cette description je ne parle que d'une partie du pont, savoir, de celle qui est entre la petite ville de Lo-Yan et le château qui est bâti sur le pont ; car, après avoir passé le château, on trouve une autre partie du pont qui n'est guère moindre que la première. »

Près de Sin-Tcheou, dans la province de Kian-Nane, on trouve un pont dont le genre d'architecture se rapproche de celui de Siuene-Tcheou. Il est, comme ce dernier, sans arches voûtées, composé de pierres plates reposant sur des piles ; sa largeur est de 12 mètres et sa longueur de 1,600 ; il traverse une vallée entière. Ses garde-fous sont aussi surmontés de grands lions couchés. A ses deux extrémités sont deux arcs de triomphe, à trois portes, chargés de sculptures ; à chacun des arcs est joint un pavillon octogone, ouvert, au milieu duquel, sur une table de pierre, est gravée une inscription en l'honneur de l'architecte.

Les Chinois ont aussi des ponts suspendus, qui rappellent un peu la jolie passerelle de Fribourg. Dans la province de Kouei-Tcheou, près de la petite ville de Pi-Tsié, est une gorge aux bords escarpés, au fond de laquelle roule un tor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rent. Un pont ordinaire étant impossible, les Chinois ont imaginé de fixer, dans les faces opposées des rochers, des crampons auxquels ils ont attaché des chaînes; celles-ci, recouvertes de planches transversales, ont formé un pont sur lequel on peut passer avec d'assez lourds fardeaux.

Le père Martini parle aussi d'un pont de ce genre près de Kin-Ton-Fou, mais plus hardi, parce qu'il est suspendu sur un plus large abîme. Sa longueur dépasserait 120 mètres.

Construire des ponts a été pour quelques empereurs chinois un goût de luxe. Un Fils du Ciel, de la dynastie des Soui, en fit élever quarante, tous d'une architecture différente, dans la seule ville de Sou-Tcheou. Nous reproduisons la représentation singulière que fit, au sujet de cette manie, le censeur de l'empire, à Yan-Ti, le Sardanapale chinois.

« ..... Plus les ponts inutiles de vos jardins anciens et nouveaux s'embellissent et se multiplient, plus les nécessaires se détériorent et diminuent dans les provinces. Les nombreux essaims d'artistes qui accourent dans votre capitale, de toutes les extrémités de l'empire, ne feront pas des soldats contre les Tartares qui nous menacent; et après avoir bâti un plus grand nombre de ponts qu'aucun de ceux de vos prédécesseurs, il est bien à craindre que vous n'en trouviez pas un seul pour fuir et vous soustraire à la victoire de vos ennemis. Votre humble sujet en sèche de douleur et ne vous expose ses justes craintes que parce que, enivré des mensonges de vos flatteurs, vous ne voyez que les fleurs de la coupe empoisonnée qu'il vous présentent. »

Ces paroles ne pourraient-elles s'appliquer, à quelques mots près, à certain grand personnage de notre époque?

Un des plus grands étonnements du voyageur en Chine est, sans contredit, la grande muraille, ce mur célèbre qui se prolonge dans une étendue de cinq cents lieues, le long de trois grandes provinces qu'il couvre au nord et sépare de la Tartarie. C'est peut-être l'ouvrage le plus prodigieux qu'ait exécuté la main de l'homme. Comment, dans des lieux arides, à 1,700 et 2,000 mètres au-dessus du niveau de la mer, a-t-on pu transporter l'eau et les énormes amas de pierre et de briques nécessaires à sa construction? C'est ce que nous ignorons.

On s'accorde à attribuer la principale part dans ce grand ouvrage à l'empereur Tsine-Chi-Hoan-Li, qui vivait 250 avant Jésus-Christ; quelques auteurs disent pourtant que cet empereur ne fit que réparer et joindre des parties élevées par trois princes, ses tributaires, dans le but de couvrir leurs États.

Plusieurs millions d'hommes et trois cent mille des soldats de l'empereur y furent employés. Cet antique boulevard de la Chine est composé de deux faces de mur en briques; le vide intermédiaire est rempli d'un massif de terre qui s'élève jusqu'au parapet. Voici les dimensions qu'en donne le capitaine Parish : « Chacune des faces du mur a cinq pieds à sa base, un et demi à son sommet. Les murs de briques posent sur des assises de larges pierres carrées, hautes de quatre pieds, et qui ressortent, faisant une saillie de deux pieds. L'épaisseur de la muraille, y compris le massif de terre, est de 8m,30 à sa base, 7 mètres au-dessus de l'assise et 5 au cordon, hauteur où se forme la terrasse, qui est revêtue de briques carrées. Sa hauteur est 10 mètres. Elle est flanquée de tours qui varient de forme et de dimension; leur intervalle moyen est de 30 mètres; les unes n'ont qu'un étage, les autres en ont deux; ces étages communiquent avec la plate-forme par des portes ou des escaliers. Les parapets des tours et de la muraille sont munis d'embrasures et de meurtrières. »

En présence de cet immense ouvrage, auprès duquel s'effacent même les gigantesques monuments de l'Égypte; en admirant ces temples, ces pagodes, ces palais, ces tombeaux, ces ponts qui traversent les plus grands fleuves, on ne peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'empêcher d'avoir une haute idée de ce qu'a dû être la civilisation et le génie de ce peuple, la grandeur et la puissance de ses souverains.

On ne peut le nier : dans la science et les arts, les Chinois ont devancé l'Europe ; mais à son tour l'Europe a pris en main le sceptre de l'intelligence et a laissé loin derrière elle l'œuvre des Chinois. Quant à eux, indifférents ou incapables, ils laissent la main du temps s'appesantir sur ces monuments, véritables œuvres d'art qui, à demi ruinées parfois, mais encore debout, témoignent par leur majesté de la splendeur passée du Céleste Empire.

Conclusion.

En résumé, si incomplète que soit l'exposition chinoise, on est conduit à reconnaître par sa pénurie même, comme par la comparaison de ses produits anciens avec les résultats modernes, que presque toutes ses industries sont en décadence.

L'isolement dans lequel a vécu ce peuple y est sans doute pour beaucoup ; mais son indifférence pour tout progrès, son attachement à la routine, son affaiblissement intellectuel tiennent à d'autres causes que nous n'avons pas à rechercher ici. Dans ces causes on trouverait les raisons de la chute d'une nation qui avait mérité l'estime, sinon l'admiration du monde européen, autant par sa science que par le développement de ses arts et de ses industries.

Mais le sol de la Chine est riche en métaux : d'habiles Européens, des savants dévoués sont allés professer dans l'extrême Orient nos modernes découvertes ; ils enseigneront aux Chinois l'art d'utiliser leurs minéraux. Bientôt, sans doute, stimulé par l'exemple de l'Europe, ce peuple égalera son passé et prendra son rang dans la marche générale de tous vers le progrès.

Comme le lecteur a pu s'en rendre compte, les Japonais ont moins à faire que les Chinois pour placer leurs industries au niveau des nôtres ; énergiques et fiers, ils ont, malgré leur isolement de l'Europe moderne, moins perdu de leurs facultés morales. Habiles à travailler les métaux, ils excellent dans la fabrication des armes blanches. Leur porcelaine moderne a encore une grande valeur. Leurs laques sont de beaucoup supérieures à celles que produit la Chine, et tout porte à croire que, dès que de bons rapports se seront consolidés entre eux et l'Europe, ils feront de rapides progrès dans toutes les voies, et le monde entier en profitera.

LÉGENDES DES GRAVURES

tirées du *Tien-Kong-Kaiwe* et des dessins exécutés d'après des photographies faites en Chine par M. Champion.

Le *Tien-Kong-Kaiwe* est le *Dictionnaire des arts et métiers de la Chine*, du célèbre Song-ing-Sen g. Sa publication remonte à deux cents ans environ.

Nous avons obtenu l'autorisation de reproduire quelques-uns des dessins que renferme cet ouvrage précieux. Nous les avons groupés dans six planches, dont nous donnons les légendes. Nous ferons remarquer que les procédés industriels étant stationnaires en Chine, ces gravures donnent une idée exacte des procédés qui sont encore aujourd'hui en usage.

Planche 185. Fabrication du papier. Préparation du noir de fumée destiné à la fabrication de l'encre de Chine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Planche 186. Extraction du zinc. Plomb japonais. Fonte de cloches et des statuettes de Bouddha.

—

Planche 187. Pressoir à coins pour graines oléagineuses.

A. Pièce de bois suspendue à une corde, faisant office de bélier et destinée à enfoncer les coins.

B. Tronc d'arbre creusé longitudinalement et rempli de sacs renfermant des graines oléagineuses.

Procédé employé pour écraser et moudre les grains.

A. Moulin formé de deux meules horizontales en pierre, dont la partie supérieure reçoit le mouvement.

B. Cavité sphérique dans laquelle vient frapper la pièce de bois *a* munie à son extrémité d'un sabot en fonte.

—

Planche 188. Préparation du mercure et broyage des minerais.
Forage des puits de mine.

—

Planche 189. Fabrication des gongs et cymbales.
Roue hydraulique.

—

Planche 190. Exploitation d'une mine de houille.

a. Bambou destiné à l'extraction des gaz inflammables qui s'échappent de la houille.

Les gravures intercalées dans le texte ont été exécutées d'après des photographies faites par M. Champion en Chine. Nous en reproduisons les titres.

1. Chaise à porteurs japonaise.
2. Ouvriers japonais (Nangasaki).
3. Métier à tisser le coton (Han-Kew).
4. Ancien tombeau à Pékin.
5. Maison chinoise (Pékin).
6. Porte Tsien-Men (Pékin).
7. Temple de la lumière à Pékin.
8. Porte placée à l'entrée du pont de marbre (Pékin).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LV

ART MILITAIRE [1].

ARTILLERIE

PAR **M. MICHEL ROUS**, CAPITAINE D'ARTILLERIE,
Ancien Élève de l'École polytechnique.

(Planches 102, 103, 105, 106, 107, 151, 152, 153, 155 et 156.)

PREMIÈRE PARTIE.

PRÉLIMINAIRES.

Projectiles. — Bouches à feu. — Affûts. — Canons rayés.

PROJECTILES. — Les projectiles de l'artillerie sont de plusieurs sortes. Avant l'adoption des canons rayés, ils étaient toujours sphériques, et portaient le nom de *boulet*, *obus*, *obus à balles* ou *obus Shrapnel*, *boîtes à balles* ou *mitraille* et *bombes*.

Le boulet est une sphère massive. L'obus est creux et percé d'un orifice circulaire nommé *œil*. La cavité intérieure renferme une charge de poudre qui s'enflamme et fait éclater l'obus dans diverses circonstances et à des distances différentes, suivant les dispositions de la *fusée*.

Les *fusées* sont généralement en bois, de forme légèrement conique à l'extérieur, percées, dans le sens de leur longueur, d'un *canal* cylindrique dans lequel on tasse au maillet une composition fusante qui doit brûler lentement, et surtout le plus régulièrement possible. La fusée est forcée dans l'œil du projectile, de manière que la tête fasse saillie au dehors. Cette tête est percée de trous ou *évents* communiquant avec le canal, et dans lesquels on fixe des morceaux de mèche à étoupille très-inflammable, qui s'allument dans le tir et enflamment la composition fusante. La charge intérieure, ou *charge d'éclatement*, prend feu lorsque la composition finit de brûler. L'inflammation de la charge se produit plus ou moins vite suivant la longueur de la composition d'amorce et la nature de cette composition. On a aussi employé, en particulier dans la marine, des fusées en métal qui étaient vissées dans l'œil du projectile taraudé à cet effet. Mais dans tous les cas, que la fusée soit en bois ou en métal, elle est toujours très-solidement fixée. On ne peut la retirer de son logement qu'avec des instruments particuliers. C'est une opération qui demande du temps, des précautions, et qui n'est pas toujours sans danger. Aussi ne faut-il jamais prendre au sérieux les histoires si souvent racontées, dans lesquelles on prétend avoir arraché la fusée, ou comme on dit vulgairement, la *mèche* d'une bombe ou d'un obus prêt à éclater.

1. Voir *Armes portatives, armes à feu*, t. II et pl. 62. 63, 64; t. III, page 380 et pl. 69. 70 et 108; t. V, page 100 et pl. 137.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *bombe* est un obus, généralement de fortes dimensions, qui est lancé sous de grands angles se rapprochant de 45°. Lorsque la bombe est lourde, on la munit d'*anses* et d'*anneaux* en fer, au moyen desquels plusieurs hommes peuvent la soulever.

On appelle *grenades* ou *grenades à main* des obus de petites dimensions qui sont lancés à la main ou avec une fronde, et qui doivent éclater au milieu des troupes ennemies.

Le boulet agit par sa masse pour briser les obstacles résistants; l'obus agit de la même façon contre des corps moins solides; de plus, il produit un grand effet par ses *éclats*, qui sont projetés dans toutes les directions. Les bombes sont destinées à produire des effets d'écrasement et aussi à agir par les éclats qui peuvent faire beaucoup de ravages.

Les bombes et les obus renferment souvent des compositions incendiaires.

On a employé, dans plusieurs pays, avec des canons lisses, des *fusées percutantes* qui contiennent une boule de fulminate de mercure ou d'autre matière explosive, destinée à enflammer la charge au moment de l'arrivée au but. Ces fusées rendaient les *projectiles creux* plus dangereux lorsqu'elles prenaient feu. C'est ce qui n'arrivait pas toujours, parce que les obus ou bombes sphériques tournent dans la bouche à feu et dans l'air, et l'on ne peut pas prévoir quelle portion de la surface frappera le but. Cette condition se trouve, au contraire, parfaitement remplie avec les projectiles de la nouvelle artillerie rayée.

La *mitraille* ne se compose pas de corps irréguliers qui détruiraient promptement les bouches à feu et auraient un tir très-incertain. Une charge à mitraille, ou une *boîte à balles*, se compose d'une boîte cylindrique généralement en tôle de fer ou de zinc, munie d'un fond ou *culot* et d'un couvercle; cette boîte renferme des balles rondes bien fabriquées, en fer forgé pour les petits calibres et en fonte pour les autres.

Malgré ces soins, le *tir à balles* ou à mitraille, très-meurtrier lorsqu'il agit aux portées convenables, cesse d'être efficace à des distances peu considérables. Pour les pièces de campagne, on a trouvé qu'il ne fallait ouvrir le feu à balles qu'à une distance de 400 à 500 mètres. Ce n'est pas que la force de pénétration des balles ne puisse pas être suffisante jusqu'à 700 mètres; mais comme elles s'écartent l'une de l'autre, on ne peut plus à ces distances assurer au coup que l'on tire une destination déterminée. Cette impuissance de la mitraille, pour le tir à longue portée, a conduit à imaginer les *obus à balles* ou *Shrapnels*, dans lesquels les balles sont contenues dans un obus à parois minces. La dispersion des balles ne commence qu'après l'explosion de l'obus, que l'on peut déterminer à une distance convenable pour que le plus grand effet possible soit produit sur le but à battre.

Ce n'est pas ici le cas d'indiquer toutes les combinaisons qui ont été imaginées pour augmenter les effets de l'artillerie à projectiles sphériques, que nous appellerons souvent l'*ancienne artillerie*, quoique, à vrai dire, elle ait son importance dans les armements du jour. Nous nous bornons à une nomenclature explicative, limitée autant que possible, mais qui était nécessaire pour que les explications ultérieures fussent comprises de tous. Nous dirons pourtant un mot des boulets rouges qui ont été souvent employés pour mettre le feu aux navires ou aux maisons, mais dont l'usage est aujourd'hui à peu près abandonné. Les boulets étaient chauffés dans un four à réverbère. Lorsque le four était chaud, 35 minutes suffisaient pour porter un boulet de 24 au rouge cerise. La bouche à feu était inclinée pour que le boulet pût rouler de lui-même dans l'intérieur; cela fait, on mettait la charge de poudre enveloppée dans un sac ou *gargousse*, en carton ou en parchemin, les coutures recouvertes d'un enduit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour empêcher la poudre de tamiser; on mettait par-dessus un bouchon de foin sec qu'on refoulait, puis un bouchon de terre glaise ; quelquefois on n'employait qu'un bouchon de foin humide. On coulait le boulet par-dessus.

On a essayé en Angleterre, dans ces derniers temps, un nouveau système de boulets rouges, qui sont formidables quand on peut les préparer convenablement. Pour cela, il faut avoir un fourneau qui donne de la fonte en fusion; on remplit le creux d'un obus avec cette fonte, qui se fige promptement au pourtour de l'*œil* pendant que l'intérieur reste liquide un certain temps. On a ainsi un boulet qui se brise facilement dans l'obstacle contre lequel on le lance, et disperse soit la fonte en partie liquide, soit des fragments qui sont à une température très-élevée.

Bouches a feu. — Une bouche à feu comprend un vide cylindrique fermé à l'une de ses extrémités. C'est le récepteur de la poudre et du projectile, l'*âme* de la pièce. La partie ouverte s'appelle la bouche. L'emplacement de la charge de poudre est souvent un vide cylindrique de plus petit diamètre, ou un vide tronçonique qu'on nomme la *chambre*. Si l'on considère l'extérieur de la bouche à feu, il y a lieu de distinguer : 1° le *corps* tronçonique qui finit souvent par un renflement vers la bouche et comprend plusieurs *renforts* ou étages d'épaisseur croissante, en allant vers l'autre extrémité ; 2° la *culasse* ou partie postérieure du canon, avec son *bouton* et son *cul-de-lampe;* 3° les *tourillons* qui font saillie des deux côtés et servent à supporter le pièce et à lui donner l'inclinaison. Les pièces de bronze ont généralement des *anses* qui facilitent les manœuvres de force ; les pièces de fonte n'en ont jamais, parce qu'elles n'offriraient pas une résistance suffisante.

Les bouches à feu prennent des noms différents, suivant l'espèce de projectiles qu'elles doivent lancer. On les appelle *canons*, *obusiers*, *canons-obusiers*, *mortiers*, *pierriers*. Le *canon* lance le boulet plein ; les autres dénominations s'expliquent d'elles-mêmes. Mais la distinction précise entre les canons et les obusiers n'existe plus dans la nouvelle artillerie. Les grands perfectionnements qu'ont reçus les projectiles creux et les effets considérables qu'on en peut tirer ont conduit à en multiplier l'emploi. Le projectile plein n'est employé que par exception. Il en résulte qu'on nomme aujourd'hui *canons* beaucoup de bouches à feu qui ne lancent que des obus.

Au point de vue du service auquel elles sont particulièrement destinées, les bouches à feu sont dites de montagne, de campagne, de siége, de place, de côte, de la marine. Les destinations diverses se traduisent par les dimensions et le poids des bouches à feu, et aussi par les formes différentes de l'*affût* qui supporte la pièce.

Le diamètre de l'*âme* qui détermine la *grosseur* des projectiles se nomme le *calibre*. L'on appelle *vent* la différence entre le calibre et le diamètre du projectile.

Dans l'artillerie à *âme lisse*, les canons sont dénommés d'après le poids de leur boulet, estimé en livres. On dit un canon de 8, de 12,... de 36, parce qu'ils lancent un boulet de 8, de 12,... de 36 livres. Les obusiers et les mortiers sont, au contraire, désignés d'après leur calibre exprimé en centimètres. Dans l'artillerie rayée, on a adopté chez nous, pour les nouveaux canons, de les désigner par un nombre qui exprime à peu près le poids de leurs projectiles en kilogrammes. Les Anglais, dans leur artillerie, désignent les canons de petit calibre par le poids du projectile en livres anglaises ; pour les gros calibres, ils donnent le diamètre de l'âme en pouces.

La charge de poudre est renfermée dans des sachets de serge, de papier ou de carton. Lorsqu'on a introduit dans l'âme la poudre et le projectile, la pièce est chargée. Il faut alors la diriger vers le but à battre, lui donner l'*angle* ou l'incli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naison convenable, ce qui constitue le *pointage;* puis on introduit une tige de fer emmanchée (*dégorgeoir*) dans la *lumière*, et on perce l'enveloppe qui contient la poudre. La *lumière* est un trou de petit diamètre qui aboutit de l'extérieur à la chambre, et qui est généralement placé à la partie supérieure. On met le feu à la charge au moyen d'une *étoupille* à friction qui est engagée dans la lumière, et que l'on enflamme en tirant un cordon muni d'une poignée, qu'on nomme le *tire-feu*. On a aussi essayé de mettre le feu à l'étoupille au moyen de l'étincelle électrique, ou en faisant rougir par le passage du courant un fil de très-petit diamètre. Mais ces procédés ne sont pas encore entrés dans la pratique.

Affuts. — Il y a lieu de distinguer 7 espèces principales d'affûts :

1° *L'affût de campagne* dont la figure 1, page 347, peut donner une idée. Cet affût est supporté par deux roues; on appelle *flèche* la longue pièce de bois qui va de l'essieu au sol, et *crosse* le bout de la flèche qui repose par terre. La crosse porte un anneau en fer que l'on fixe pour les transports à un *crochet cheville ouvrière* de *l'avant-train* (fig. 2). L'avant-train porte un coffre à munitions sur lequel les canonniers peuvent s'asseoir. L'affût et l'avant-train portent divers accessoires, *armements* et *assortiments* nécessaires pour le service de la pièce : écouvillons, tire-bourre, seau, leviers, chaîne pour enrayer, etc.

Les *munitions* sont portées aussi sur des caissons à deux trains qui peuvent suivre l'affût sur le champ de bataille. Lorsque les trains sont séparés, que la crosse d'affût repose sur le sol et que la pièce est dirigée vers le but, on dit qu'elle est *en batterie*.

Le matériel de campagne comprend encore des voitures, *chariots de parc*, *chariots de batterie*, qui servent aux transports; des *forges de campagne*, portés sur roues, pour ferrer les chevaux et faire des réparations; des bateaux, portées sur des voitures, qui sont destinés à faire des ponts et à effectuer le passage des rivières en pays ennemi, etc.

2° *Affût de montagne*. — L'affût de montagne n'a pas d'avant-train; il n'est pas destiné à rouler. On lui a joint, dans l'artillerie française, une *limonière* mobile qui permet de le faire traîner par un seul cheval. Mais la vraie destination de ce système est d'être transporté à dos de mulet dans les sentiers des montagnes. Un mulet porte la pièce, un deuxième l'affût et les roues; les munitions sont renfermées dans de petites caisses qui sont portées deux par deux par des mulets.

3° *L'affût de siége* est porté sur des roues et il a un avant-train. Mais le poids de la pièce est plus considérable, le système n'est pas destiné à se mouvoir rapidement dans tous les terrains, comme l'artillerie des champs de bataille. On a modifié les formes pour assurer la solidité, et aussi afin de répartir sur les quatre roues le poids de la pièce. L'avant-train ne porte pas de caisson. Les munitions sont transportées dans de fortes voitures qui peuvent aussi porter de gros canons, et qu'on nomme *porte-corps*.

4° *Affût marin*. — C'est le plus simple de tous. Il est porté sur de petites roulettes qui suffisent pour la manœuvre, et il n'a pas besoin d'être en état de rouler sur les chemins. (Pl. 103, fig. 2.)

Dans les nouveaux systèmes qui se sont produits récemment, on a monté l'affût sur un châssis dont les longs côtés servent de guide pour le recul ou pour la mise en batterie. La planche 154 représente un affût de ce genre, construit par sir W. Armstrong; on en trouvera plus loin la description.

5° *Affût de place* et *affût de côte*. — Ces deux genres d'affûts doivent remplir des conditions particulières. Il faut qu'ils permettent de pointer rapidement, parce qu'on peut être appelé à tirer sur un but mobile, comme un vaisseau ou une troupe ennemie. Ils doivent élever assez la pièce au-dessus du sol pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on tire par-dessus l'*épaulement* qui protége les hommes, sans être obligé de l'entailler par une *embrasure*. C'est ce qu'on appelle tirer à barbette. On a pour cela modifié le tracé de l'affût marin pour obtenir un bon affût de place, qui est monté sur un châssis élevé au-dessus du sol par des roulettes.

6° Une nouvelle classe d'affûts paraît devoir être adoptée dans certains cas. Elle comprend des systèmes généralement compliqués qui font pivoter la pièce autour d'un axe imaginaire situé près de la bouche. On peut ainsi tirer sous divers angles avec une faible ouverture ou embrasure percée dans la muraille qui protége les artilleurs contre les coups de l'ennemi. La planche 103 donne deux systèmes d'affûts de cette espèce.

7° *Affûts de mortiers*, composés de deux *flasques* massives en fonte de fer, réunies par des entretoises et des boulons.

Il reste à indiquer les divers genres de tir. Le tir de *plein fouet* est le tir direct contre un but visible. Le tir *à ricochet* consiste à faire faire au projectile plusieurs bonds dans la direction de l'ennemi ; le *tir plongeant* s'effectue sous de grands angles, de manière que le projectile ait une trajectoire courbe et puisse frapper des objets qui sont dissimulés par les ondulations du terrain ou des parties d'une fortification. Le tir *des bombes* ou *les feux verticaux* s'effectuent avec de faibles charges sous des angles voisins de 45°.

Expériences relatives aux canons rayés.

Canons rayés. — On a reconnu dès le quinzième siècle que les rayures de l'âme augmentent la justesse en même temps qu'elles facilitent le forcement des balles pour les carabines. Mais jusqu'à une époque récente on ne peut citer aucune série d'expériences vraiment scientifiques pour déterminer les conditions des rayures et la meilleure forme du projectile. Les progrès extraordinaires qui ont été réalisés dans l'espace d'une quarantaine d'années ont eu pour point de départ les travaux de M. Delvigne ; le mode de forcement que proposait cet officier distingué a permis pour la première fois de faire des carabines qui se chargeaient facilement et pouvaient servir utilement à l'armement des troupes. Quelques années après son invention, M. Delvigne s'occupa de créer un canon rayé ; quoique ces expériences n'aient pas amené l'adoption d'un modèle nouveau, je suis heureux de pouvoir rendre hommage au travail persévérant de M. Delvigne et de rappeler des efforts trop oubliés.

La nécessité de perfectionner les canons existait depuis que les armes rayées portatives étaient devenues d'un chargement facile par d'ingénieux procédés de forcement ; l'augmentation de justesse et de portée devait rendre le service des bouches à feu beaucoup plus dangereux. On pouvait prévoir que des tirailleurs abrités abattraient facilement les canonniers, ralentiraient ou même arrêteraient le tir des pièces et diminueraient leur efficacité. Le désavantage relatif des bouches à feu devint surtout incontestable lorsque l'adoption des balles allongées cylindro-coniques ou cylindro-ogivales, avec le culot ou l'évidement qui rendait le forcement automatique, donna des armes aussi faciles à charger que l'ancien fusil lisse, en même temps que les portées et les justesses dépassaient toutes les prévisions antérieures.

Aussi les hommes spéciaux, sans être découragés par le premier insuccès de M. Delvigne, s'occupaient de perfectionner les bouches à feu et leurs projectiles, afin de conserver l'importance de ces engins de guerre qui n'arrivent qu'à grands frais sur le terrain où ils doivent servir.

Pourtant, si le progrès des bouches à feu devenait indispensable, le problème

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il fallait résoudre était des plus difficiles. On pouvait bien profiter, dans certaines limites, des travaux faits pour l'établissement des modèles de carabines. Mais les hommes du métier ne songeaient pas en général à procéder par pure imitation, en reproduisant sur une grande échelle les expériences qui avaient réussi pour les petites armes.

Sans qu'un autre ordre de solutions pût *à priori* être regardé comme inadmissible, ces expériences avaient prouvé les faits suivants :

1° Un projectile allongé de forme convenable conserve mieux sa vitesse dans l'air qu'un projectile sphérique de même poids;

2° Il peut être tiré dans une bouche à feu de plus petit calibre, ce qui permet de lui donner une plus grande résistance sous le même poids;

3° Puisque la vitesse se perd moins dans l'air, dans beaucoup de circonstances du service on peut la diminuer et tirer à charge réduite.

Ainsi tout conduisait à essayer des projectiles de forme allongée; mais cette forme ne peut être adoptée que si l'on a combiné les divers éléments du système, de manière que le projectile reçoive un mouvement de rotation particulier lorsqu'il est lancé dans le tir.

En effet, la théorie et l'expérience démontrent qu'un projectile allongé, forcé ou non, tiré dans un canon lisse est invariablement renversé; c'est-à-dire qu'il frappera dans toutes les positions possibles, soit à plat, soit par la pointe, soit par son culot une cible placée près de la bouche à feu. Ces mouvements irréguliers donnent lieu à de grandes résistances dans l'air, ils diminuent la portée et détruisent la justesse. Le projectile marchant toujours la pointe en avant offre, au contraire, à la résistance de l'air sa plus petite section et se trouve dans des conditions avantageuses.

Pour se rendre compte de ces faits, il faut remarquer qu'au moment où le projectile sort de l'âme il est encore poussé par les gaz de la poudre qui ont une vitesse très-supérieure à la sienne; de plus, sa surface et surtout la partie antérieure éprouve la résistance de l'air. On a donc un corps qui se meut dans l'air et qui (sans compter la pesanteur) est soumis à deux forces de sens contraire, l'une retardatrice, l'autre accélératrice. Pour que ces forces n'aient pas tendance à produire un mouvement de rotation, il faut qu'elles passent toutes deux par le centre de gravité du projectile. C'est ce qui ne doit pas arriver, car le centre de gravité ne coïncide jamais rigoureusement avec le centre de figure; de plus, le projectile à peine sorti de l'âme est attiré vers la terre, son axe cesse de se confondre avec celui de la bouche à feu qui l'a lancé. La résultante de l'action des gaz varie de position à chaque instant, relativement au projectile; elle ne peut donc pas passer constamment par son centre de gravité pendant la longueur de la trajectoire, où cette action est puissante.

Pour obvier à ces causes perturbatrices, on imprime au projectile un mouvement de rotation autour d'un axe principal d'inertie. La propriété de ces axes qui est ainsi utilisée est de produire un mouvement persistant qui tend à se rétablir s'il a été un peu dérangé. C'est en quelque sorte l'équilibre dans le mouvement. Dans les projectiles allongés, l'axe de figure (en supposant le centre de gravité sur cet axe) est l'axe d'inertie minimum; il y a une infinité d'axes de maximum d'inertie; ce sont toutes les perpendiculaires menées à l'axe de figure par le centre de gravité. Dans la balle aplatie de M. Delvigne c'était l'inverse; l'axe maximum était unique et situé suivant l'axe de l'âme; il y avait une infinité d'axes de minimum d'inertie. Ce n'est que pour les volumes de révolution qu'il y a deux axes, et l'un d'eux en nombre infini. Pour tout autre solide il n'y a que trois axes principaux d'inertie. Il ne m'a pas semblé inutile de rappeler ces principes empruntés à la mécanique rationnelle. Nous aurons à parler de pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jectiles de formes diverses qui ne seront pas toujours celles d'un solide de révolution.

Ainsi le mouvement de rotation autour d'un axe convenablement choisi est nécessaire pour que le projectile conserve sa direction pendant la première période de son trajet dans l'air. Après que l'action des gaz ne s'exerce plus sur sa partie postérieure, ce mouvement de rotation contribue-t-il à augmenter la justesse et la portée? Il y a lieu de croire que non. On pourrait même supposer qu'il produit des effets nuisibles. Pour qu'un projectile allongé soumis aux seules actions de la pesanteur et de la résistance de l'air conserve la direction de son mouvement, il faut et il suffit que son centre de gravité soit en avant du centre de figure. C'est encore un principe mathématique. Par conséquent, le projectile se mouvrait dans un plan vertical si un mouvement de rotation ne lui avait pas été donné, ou si ce mouvement avait pu cesser au moment où il devenait inutile. Tout au plus y aurait-il une déviation légère par les grands vents. Avec la persistance du mouvement de rotation, au contraire, l'action de l'air agissant différemment suivant que le projectile s'élève ou qu'il se rapproche du sol, la trajectoire prend une double courbure. Il en résulte une complication pour les règles du tir. Avec le sens des rayures employées dans notre artillerie de terre, il faut viser à gauche du but et cela de quantités qui varient avec les calibres, avec les charges et avec les angles de tir. De plus, le projectile fait plus de chemin qu'il n'en faudrait pour atteindre le but; la durée du trajet est augmentée et en même temps augmentent les pertes de vitesses.

Cette déviation latérale du projectile qui résulte du mouvement de rotation porte le nom de *dérivation*.

Quoi qu'il en soit, quand il s'est agi d'augmenter les effets de l'artillerie, il était naturel d'employer les rayures qui avaient donné de bons résultats pour les petites armes; mais le projectile ne pouvait plus être en plomb. Un métal dur peut seul briser des obstacles résistants. Ici commençaient les difficultés. Des saillies de fer ou de fonte engagées dans les rayures les auraient promptement ruinées. Il fallait modifier profondément la balle pour obtenir un boulet admissible. On pouvait prévoir qu'on serait conduit à employer plusieurs matières dont l'une, assez molle pour ne pas abîmer l'âme, servirait à fixer le projectile dans les rayures et à lui imprimer un mouvement de rotation.

Beaucoup de gens ont dû penser à envelopper un boulet ou un obus de fonte d'une couche de plomb et à employer un système de forcement comme pour les carabines. Mais en France ce système n'a jamais eu beaucoup de partisans. On craignait les frottements considérables qui ne manqueraient pas de se produire en pareil cas, et la fatigue qui en résulterait pour la bouche à feu.

Depuis on a tiré de bons résultats de cette idée dans plusieurs pays étrangers avec des canons d'acier ou de fer forgé, beaucoup plus résistants que ceux de bronze, et avec le chargement par la culasse. Il est pourtant permis de croire que ce n'est pas la voie du progrès pour l'artillerie. J'aurais à dire bien des choses à l'appui de cette opinion. Je me bornerai à citer un fait dont on ne saurait contester l'importance.

Sir W. Armstrong, qui a apporté tant d'intelligence et d'invention dans l'artillerie nouvelle, a commencé par là; mais il n'a pu employer ce système que pour les petits calibres; lorsqu'il a voulu construire des canons doués d'une grande puissance, il en a adopté un autre qui n'est pas sans analogies avec le système français.

Ce système, le seul dans lequel on ait cherché avec persévérance une solution chez nous, consiste à munir le projectile de saillies en métal mou (zinc ou cuivre) de nature à ne pas ruiner les rayures et à guider en même temps le projectile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé historique des expériences françaises.

J'ai déjà indiqué que les premiers essais datent des propositions de M. Delvigne. C'est surtout après les expériences qui amenèrent l'adoption de la carabine à tige que l'on s'occupa activement du problème des canons rayés. Le capitaine Tamisier, qui avait pris une part importante à ces travaux, vit ses idées accueillies favorablement en 1847; mais les expériences interrompues par les événements de 1848 ne furent reprises qu'en 1850.

On lit dans le *Mémorial de l'Artillerie*, tome VIII :

« Le capitaine Tamisier avait adressé au ministre de la guerre, le 3 mars 1850, un mémoire dans lequel il développait ses propositions, exposait ses vues, et sollicitait la reprise des études interrompues.

« Après avoir fait connaître les considérations qui l'avaient amené à proposer son système, l'auteur énumérait les trois conditions suivantes, auxquelles il semblait alors indispensable de satisfaire simultanément pour obtenir les augmentations de justesse et de portée que l'on avait réalisées pour le tir d'une partie de l'infanterie :

« 1° Imprimer au projectile un mouvement de rotation normale autour de la tangente à la trajectoire, au moyen de saillies pénétrant dans les rayures à hélice pratiquées dans la paroi de l'âme ;

« 2° Forcer, ou, pour ne pas laisser de confusion, centrer le projectile en amenant les saillies à toucher le fond des rayures, et faire coïncider ainsi son axe avec celui de la pièce ;

« 3° Préparer d'avance, à l'aide de cannelures disposées sur la partie cylindrique et perpendiculairement à l'axe du projectile, des résistances directrices destinées à le ramener constamment sur l'élément de la trajectoire. »

Le capitaine Tamisier pensait qu'il faudrait se contenter de faibles vitesses avec les canons rayés, ce qui permettrait le chargement par la culasse et un centrage par forcement avec des rayures progressives de profondeur. Il s'était aussi préoccupé de l'avantage que présenteraient les obus allongés, dont la capacité est plus grande que celle des obus sphériques, et de la possibilité de les faire éclater par percussion à leur point de chute.

Les expériences se firent à Vincennes avec une pièce de 6, à six rayures ; pas 2 mètres, inclinaison de gauche à droite, profondeur 2 millim., largeur 20 millim. La fig. 1 (pl. 156) représente le projectile et la coupe de l'âme du canon. Le fond des rayures est concentrique à l'âme ; dans la section les flancs sont des lignes droites parallèles au rayon qui passe par le milieu de la rayure ; l'angle avec le fond est raccordé par un arc de 1 millim. de rayon. Le profil était le même partout. Le projectile était cannelé à sa partie postérieure comme les balles de la carabine à tige. Poids du projectile plein $4^k,640$, de l'obus $3^k,840$. Chaque projectile était muni de 3 couples d'ailettes rectangulaires en cuivre, fixées dans des encastrements.

Le forcement réussit ; on obtenait le mouvement de rotation du projectile qui frappait toujours le but par la tête. Avec la charge de 1/8 on obtint à 800 mètres une justesse double de celle du boulet sphérique de 8 tiré à la charge de 1/3. Il se produisit pourtant de grandes déviations en portée et en direction. Les premières pouvaient être attribuées à des vices de construction ; mais les dernières, qui étaient toujours dans le même sens, tenaient au système lui-même.

On peut dire qu'à ce moment l'avenir des canons rayés était assuré. Il restait à déterminer par l'expérience la meilleure forme du projectile et des rayures; mais il était certain que le nouveau système amènerait des progrès importants. La commission reçut 6 nouveaux canons et put commander 600 projectiles. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

essaya plusieurs formes, divers modes de forcement, d'autres dimensions de rayures. Les ailettes maintenues par des éclisses en fer donnèrent de bons résultats ; les ailettes en zinc furent essayées et trouvées avantageuses. En 1851, lorsque la commission de Vincennes cessa ses expériences, elle donna des conclusions dont je résume les points les plus importants.

La fabrication des projectiles cylindro-coniques à ailettes mobiles, proposés par le capitaine Tamisier, pouvait s'exécuter facilement ; en ayant soin de les graisser, le chargement ne présentait pas de difficulté ; les ailettes en zinc laminé et celles en fer doux ne produisaient aucun égrénement sur le bronze, pourtant celles de zinc présentaient une grande supériorité ; les ailettes en fonte, au contraire, devaient être rejetées. Les boulets de 6 allongés, et pesant 5 kilogrammes, étaient tirés avec plus de justesse que les boulets ordinaires, jusqu'à 1500 mètres, sans qu'on eût besoin d'employer de fortes charges et des hausses considérables.

Les expériences furent continuées à La Fère. La dérivation s'y produisit toujours à droite, et elle se produisait surtout dans la partie descendante de la trajectoire. La dérivation diminuait lorsqu'on augmentait les charges. La charge maxima sembla devoir être de 1 kilogramme (1/5 du poids du projectile). On fit peu d'essais relatifs à la forme du projectile. Pourtant la tête ogivale fut trouvé meilleure que celle qui était conique ; on constata aussi l'importance qu'il y avait à conserver un écartement suffisant entre les deux couronnes d'ailettes. Les essais sur le pas de la rayure furent limités aux pas de $1^m.50$, 2 mètres, $2^m.75$ et 4 mètres. Le pas de $2^m.75$ eut la supériorité.

Les expériences reprirent en 1854. Dans les tirs précédents, les ailettes jouissaient d'une certaine mobilité. En se déplaçant, elles forçaient sur le fond des rayures et centraient les projectiles. Sur la proposition du capitaine Chanel, on essaya d'employer des ailettes fixes et de déterminer le forcement ou plutôt le centrage par un tracé convenable du flanc des rayures, sur lequel portent les ailettes lorsque le projectile sort de l'âme. On doit considérer cette proposition comme la plus importante qui eût été faite depuis celle du capitaine Tamisier. La figure 6 (pl. 156) représente l'un des profils qui furent essayés. A cause de la forme hélicoïde des rayures, lorsqu'on introduit le projectile dans l'âme, les ailettes appuient toujours du même côté de la rayure, où le flanc est dirigé presque suivant le rayon. C'est cette position que représente la figure. Dans le trajet de sortie, au contraire, l'appui a lieu de l'autre côté, et à cause de son tracé, le flanc forme un plan incliné sur lequel les ailettes tendent à monter. Comme ce mouvement se produit également sur toutes les ailettes, le projectile se force légèrement sur les flancs de sortie au moyen des ailettes qui sont un peu déformées. En même temps il se place de manière que son axe coïncide avec l'axe de l'âme. On réalise ainsi plusieurs conditions avantageuses : on imprime un mouvement de rotation au projectile, sans créer de trop grandes résistances si le flanc est convenablement tracé ; enfin, on supprime la dégradation que produisait le boulet en choquant les parois de l'âme.

Pour que cette dernière condition fût pleinement remplie, on a adopté une disposition aussi simple qu'ingénieuse. Si les rayures avaient partout la même largeur, lorsqu'on a chargé, le projectile se trouverait appuyé par ses ailettes contre le flanc des rayures qu'il a suivi. Comme pour la facilité du chargement il est nécessaire que la largeur des rayures soit plus grande que le diamètre des boutons ou ailettes, au moment du tir les ailettes ne rencontreraient le flanc de sortie qu'après un premier déplacement du projectile. Il y aurait donc choc et par suite chances de détérioration. Il n'en sera plus ainsi si l'une des rayures est rétrécie au fond de l'âme ; on fait obliquer le flanc de charge-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment pour qu'il se rapproche du flanc de tir, et qu'au fond la rayure ait pour largeur à peu près le diamètre de l'ailette. Les ailettes sont ainsi mises d'avance en contact avec le flanc de tir, et il ne se produira aucun choc au départ. Cette disposition ne fut imaginée qu'après 1858 et à la suite de longs tâtonnements.

La commission de La Fère trouva que le canon de 6 n'était pas assez résistant et qu'il fallait en modifier le tracé. Mais les expériences furent provisoirement suspendues. Le siége de Sébastopol était commencé et l'attention était surtout dirigée sur les pièces de siége. Les études relatives à l'artillerie rayée de campagne furent reprises en 1856. On choisit le calibre de 86mm,5, intermédiaire entre le calibre de 4 et celui de 6. On fit un modèle de canon de campagne et un modèle d'obusier de montagne du même calibre. Le commandant Treuille de Beaulieu, qui était intervenu d'une manière brillante dans les constructions relatives aux pièces de siége essayées en 1854, fournit les nouveaux tracés de projectiles et de rayures. Cet officier supérieur admettait l'influence des gaz sur le projectile quand il est sorti de l'âme du canon. Il se proposait de régulariser « leur écoulement autour de lui en diminuant leur tension à la bouche par un « dégagement suffisant. »

Quelques essais de tir faits à Versailles permirent d'augurer favorablement des nouvelles idées appliquées à l'artillerie rayée. Les expériences furent reprises à La Fère, pour permettre d'apprécier les nouveaux modèles de pièces de campagne et de montagne.

Pour ces dernières pièces, on avait fait d'abord les ailettes antérieures plus faibles que les ailettes postérieures; mais après quelques coups il fut nécessaire de leur donner les mêmes dimensions. Chaque obus avait 6 ailettes; mais dans l'un des obusiers les ailettes étaient engagées par couples dans les rayures au nombre de 3; dans l'autre obusier, au contraire, il y avait 6 rayures et par conséquent une ailette par rayure. La première disposition fournit un tir moins satisfaisant que la dernière et elle fut abandonnée. L'obusier à 6 rayures donna des résultats remarquables comme justesse et comme portée.

La dérivation augmentait avec la distance; elle fut de 115 mètres dans le tir à 30°; mais comme elle était assez régulière, on pouvait y remédier par des procédés particuliers de pointage. On avait d'abord employé des ailettes en cuivre; elles dégradaient trop les rayures et on en revint à l'emploi du zinc. Un projectile à 12 ailettes (2 par rayures) porta moins loin; on admit donc une ailette par rayure, comme nécessaire et suffisante. Avec ces dispositions le nouvel obusier était très-supérieur à l'ancien obusier de 12 centim. Ce succès engagea à presser les expériences pour la pièce de 4 de campagne.

Sur la proposition du capitaine Demarest, on essaya des ailettes circulaires dont le contour était chanfrené; le flanc incliné était fait au marteau; elles réussirent parfaitement.

La justesse du nouveau canon fut des plus remarquables; sous l'angle de 15° qui donne une portée de 3,000 mètres, tous les coups sont compris dans un rectangle de 11 mètres de large.

Des ailettes, en zinc laminé, dont la partie antérieure était aplatie de manière à fournir un plan incliné à pente douce pour diminuer la résistance de l'air, donnèrent un tir encore plus régulier pour les portées.

Des battements du projectile sur l'âme qui causaient des dégradations furent signalés. Ces dégradations tenaient à la nature du bronze, mais aussi à des imperfections du système employé. On considérait déjà comme nécessaire dans l'avenir de remplacer le bronze par l'acier fondu; mais à cette époque il n'était nullement prouvé que l'industrie pût fournir des qualités d'acier toujours régu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lières présentant toutes garanties. Il fallait donc chercher à perfectionner le système pour qu'on pût augmenter la durée des canons de bronze. Les chocs du projectile contre l'âme se produisaient toujours aux mêmes emplacements ; ils provenaient du jeu des ailettes dans les rayures et de la position du centre de gravité du projectile. Au moment où il subissait l'action des gaz, le projectile basculait ; il frappait la partie inférieure de l'âme par sa pointe et la partie supérieure par son culot. Après que les rayures avaient rencontré les flancs de sortie des rayures, ces chocs ne se produisaient plus.

Sur la proposition du capitaine Burelle, la commission pensa à réduire le diamètre du projectile et à employer 12 ailettes au lieu de 6, en même temps qu'on espaçait les deux couronnes d'ailettes ; on pensait ainsi mieux isoler le projectile des parois de l'âme. On obtint une justesse de tir remarquable ; mais les portées étaient un peu plus faibles. Les ailettes s'usèrent plus régulièrement et les chocs au départ ne furent plus signalés. Une étude approfondie prouva qu'il ne fallait pas s'en tenir là et qu'il était nécessaire de modifier le tracé des rayures pour que le projectile pût se centrer automatiquement. C'est alors qu'on fut conduit à adopter le rétrécissement d'une rayure, comme je l'ai indiqué précédemment.

Le rétrécissement proposé par la commission fut essayé avec des rayures du pas de $2^{m},25$ et de $2^{mm},7$ de profondeur. Dans l'une des pièces la rayure était rétrécie, d'après un tracé du colonel Treuille de Beaulieu. Cette pièce eut l'avantage sur les autres comme justesse et comme conservation de l'âme. On essaya, en présence des nouvelles conditions, de réduire le nombre des ailettes ; l'essai ne fut pas assez prolongé pour amener à des conclusions rigoureuses et l'on maintint les 12 ailettes qui présentaient des garanties.

La commission proposa l'essai d'un tracé des rayures et des ailettes qui est indiqué fig. 4, pl. 156. Le fond des rayures avait une direction inclinée par rapport à la surface de l'âme ; la profondeur des rayures diminuait du flanc de chargement au flanc qui sert de directeur pour la sortie du projectile. Le profil des ailettes correspondait à celui des rayures. Au départ toutes les ailettes devaient toucher en même temps le flanc directeur et le fond des rayures. De cette manière le projectile était parfaitement maintenu ; aucun mouvement de bascule ne pouvait se produire. Après des essais sérieux on ne jugea pas devoir adopter ces nouveaux tracés. Ils n'avaient pourtant pas donné de mauvais résultats. Ils présentaient un avantage particulier, quoique d'une importance secondaire. Ils ne permettaient pas d'introduire par erreur dans l'âme le projectile avec la pointe en avant.

On essaya aussi des rayures à ressaut qui ne sont pas sans analogies avec celles de sir W. Armstrong (fig. 14, pl. 156). Dans ce système chaque rayure se composait de 2 rayures jointives ; la plus profonde servait de voie à l'ailette pendant l'introduction du projectile dans le chargement ; l'autre était suivie dans le tir. Pour cela le projectile passait d'une voie à l'autre quand il était arrivé à l'emplacement de la charge au moyen d'un rétrécissement de la rayure inférieure. Ce système ne donna pas de grandes régularités de trajectoire.

La fig. 5 indique le tracé des rayures pour canons de campagne ; les 2 flancs prolongés comprennent un angle de 90°. La fig. 7 indique la forme du projectile et la position des ailettes.

Cette artillerie de campagne et de montagne a figuré d'abord dans l'expédition de Kabylie en 1857. Elle a pris une part importante aux faits d'armes qui signalèrent la campagne de 1859, en Italie. A la suite de son emploi à la guerre, notre matériel a été encore l'objet de modifications indiquées par l'expérience. De grands progrès ont été réalisés à l'étranger après que le succès de notre ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tillerie a porté toutes les puissances à faire des canons rayés. On peut affirmer pourtant, sans hésiter, que notre système d'artillerie de campagne ne présente encore aujourd'hui aucune infériorité ; en tenant compte de toutes les conditions qui intéressent une nation, il n'a nullement été surpassé par les nombreuses inventions qui se sont produites dans ces dernières années. Nous ne pourrons pas reproduire une affirmation aussi consolante quand il s'agira de la grosse artillerie.

L'application des rayures aux pièces de siége, aux canons destinés à défendre les côtes et à armer la marine a pourtant été en France l'objet d'études nombreuses et intelligentes. Nous avons relativement aux rayures et aux projectiles, tant pour les armes portatives que pour l'artillerie proprement dite, des séries d'expériences fort remarquables. Elles présentent surtout un esprit de suite et résultent de la coopération d'hommes dirigés par des études théoriques très-complètes. Malheureusement elles ne sont pas publiées et elles ne peuvent profiter qu'à un très-petit nombre d'officiers. L'infériorité que nous aurons occasion de constater ne tient nullement à l'impuissance de nos théories; elle provient de la matière employée pour les bouches à feu, de l'état de notre industrie et surtout de considérations financières. Nous avons un immense matériel en bronze et en fonte de fer. Il fallait avant tout l'utiliser et on y arrive parfaitement. Il nous reste à créer des engins plus puissants que l'adoption des plaques d'armure rend nécessaires désormais.

C'est après 1854, au moment du siége de Sébastopol, que furent faites les expériences relatives aux canons rayés de siége. Les tirs d'essai commencés à la Fère furent continués à Calais.

Les canons de 30 rayés eurent une grande supériorité sur les pièces de même calibre à âme lisse. Mais les pièces se dégradaient rapidement avec le flanc courbe des rayures. On adopta pour le flanc de tir un tracé rectiligne. La commission se crut en droit de conclure qu'un projectile de 30 rayé, pesant 28 kilog., se logerait à 5,000 mètres dans la coque d'un vaisseau en bois.

Le tir continua avec des pièces de 16 et des tracés de rayures fournis par M. le colonel Treuille de Beaulieu. La régularité du tir fut telle, qu'on put toujours corriger la hausse en moins de 4 coups. Voici quelques résultats de tir qui permettent de comparer l'avantage que présentait à ce moment l'emploi des rayures.

Angles de tir.....	3°	4°45'	7°	2°30'	40°.
Canon de 16 lisse (portées)	1230m	»	2020m	»	4000m.
Canon de 16 rayé (portées)	1500m	2000m	»	5000m	»

La moyenne des écarts latéraux n'a été que de 5m,50 à 4000 mètres avec la pièce rayée, tandis qu'elle était de 22 mètres à 2,400 mètres avec la pièce lisse. La pièce était encore en bon état après 400 coups.

Après avoir constaté ces résultats remarquables, on procéda à l'essai de canons rayés du calibre de 24. Chaque pièce avait 3 rayures dont le tracé, dû au colonel Treuille de Beaulieu, est indiqué par la fig. 3 de la pl. 156 Chaque pièce avait 3 rayures au pas de 4m,50. Le projectile pesait environ 23 kilog. La charge de poudre était 3k700, un peu moins que 1/6 du poids du projectile. On tira avec des projectiles pleins et des obus.

Sous l'angle de 20°, la portée des obus fut de 5276 mètres. Le tableau suivant permet de comparer les effets qu'on peut attendre de la nouvelle artillerie à ceux que produisent les canons lisses :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distances du but.	Vitesses restantes.	La pénétration du projectile oblong est la même que celle du projectile ordinaire aux distances de :
1000m	333m	100m
3000	280	300
3000	236	600
4000	196	800
5000	160	900

On devait s'attendre à ce que le tir en brèche s'exécuterait rapidement avec les canons rayés. C'est ce qui a été constaté. Avec le projectile de 24 on a obtenu des pénétrations de 1m,36 dans un mur de fortification en pierre dure. En employant des fusées percutantes qui ne produisaient l'inflammation de la charge qu'à la limite de pénétration, les pierres étaient broyées et les maçonneries ébranlées dans un rayon assez étendu.

Dans d'autres expériences de tir en brèche on s'est assuré que les canons de campagne peuvent suffire dans bien des cas à détruire même des fortifications solides. C'est ce qu'indique le tableau suivant :

	CANON obusier de 12 rayé tiré avec les projectiles non chargés.	CANON obusier de 12 rayé.	CANON de 24 lisse.	CANON de 4 rayé de campagne.
	kg	kg	kg	kg
Charge	1.200	1.200	6	0.550
Poids du projectile	11.855	11.855	12	4
Charge intérieure	»	0.500	»	0.200
Temps employé	»	5 heures.	10 heures.	8 heures.
Nombre de coups tirés pour faire brèche	504	304	301	729
Poids de fonte	5514	3404	3648	2697
Poids de la poudre	604	516	1824	546

On voit que la supériorité d'action des nouveaux projectiles tient surtout à l'effet que produit leur charge d'éclatement lorsque la pénétration est terminée.

Propositions diverses.

Quelques merveilleux résultats qu'ait donnés presque dès le début l'emploi des rayures et des projectiles oblongs pour l'artillerie, pendant le cours des essais et même depuis on a souvent proposé et même expérimenté des systèmes très-différents. Plusieurs propositions avaient même précédé les expériences qui suivirent le travail de M. Tamisier.

Beaucoup d'inventeurs ont eu l'idée de se passer des rayures et de déterminer le mouvement de rotation du projectile en lui donnant une forme particulière. On a proposé de le percer longitudinalement d'un ou plusieurs trous en hélice ; mais le plus souvent c'est sur sa surface cylindrique qu'on a appliqué des surfaces hélicoïdales destinées à produire l'effet de la turbine lorsque le projectile est lancé. M. Minié a fait essayer un projectile de cette espèce avec un canon de 12 en 1854. Le mouvement de rotation fut constaté ; mais le tir fut défectueux et les déviations très-irrégulières.

On a proposé aussi un projectile cannelé extérieurement et portant à sa base un culot de plomb qui se forçait et empêchait l'échappement des gaz. Le mouvement de rotation aurait été produit dans ce cas par la résistance de l'air. Mais comme il n'est nullement sûr que le frottement du culot aurait permis le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement de rotation dans l'âme, le projectile n'en aurait probablement pas été doué à sa sortie, c'est-à-dire précisément au moment où ce mouvement est nécessaire pour qu'il conserve sa direction ; il y a donc lieu de croire qu'il aurait été renversé.

Il serait téméraire d'affirmer que l'on ne pourra jamais trouver une bonne solution dans cette voie. Pourtant il y aura toujours à vaincre une difficulté sérieuse pour centrer le projectile, comme on a réussi à le faire au moyen d'un tracé convenable des flancs directeurs des rayures. Le projectile ne peut recevoir un mouvement de rotation que s'il n'est pas forcé dans l'âme; dans ce cas il y aura un certain jeu, il se produira des battements et par suite des dégradations. Mais on peut dire que si l'on arrive jamais, ce sera en déterminant le mouvement de rotation par l'action des gaz de la poudre. Il ne paraît pas y avoir de chances de succès pour ceux qui voudraient employer la résistance de l'air à produire le mouvement de rotation.

D'autres inventeurs ont voulu employer les rayures, mais en supprimant les ailettes. Le plus souvent le projectile était formé de deux parties, composées de métaux différents, et qui devaient produire le forcement d'après le principe des balles expansives ou plutôt des balles à culot. Nous allons décrire plusieurs de ces systèmes en parlant des expériences anglaises. Nos voisins ont en effet accueilli favorablement des projets très-divers et les ont essayés, ce que notre artillerie n'a cru nécessaire que par exception.

Expériences qui ont conduit les Anglais à adopter des rayures analogues au système français [1].

Des expériences nombreuses ont été faites en Angleterre pendant les années 1859 à 1861 et plus récemment en 1864 et 1865, dans le but de rechercher les systèmes de rayures et de projectiles les plus convenables pour utiliser l'ancien matériel d'artillerie en fonte.

On a vu à cette occasion essayer de nouveau le système de M. Lancaster qui avait donné de très-mauvais résultats en Crimée; mais il faut dire aussi qu'il a pu servir de point de départ à d'autres travaux qui se proposaient pour but de créer une artillerie rayée avec des projectiles de fonte, sans addition d'enveloppe ou de saillie en métal plus mou.

Les systèmes Addan et Scott suivent la même idée au moyen de tracés qui paraissent plus applicables.

Trois projectiles expansifs, construits d'après le principe qui avait très-bien réussi pour les carabines, ont aussi été essayés. Ils étaient proposés par MM. Jeffery, Bashley Britten et Lynall Thomas. Enfin Sir W. Armstrong, l'infatigable et fécond inventeur, présentait des canons rayés au système Shunt, ou à changement de voie automatique qui furent essayés concurremment avec ceux que nous venons d'indiquer et avec un canon rayé d'après le système de nos canons de marine. Mais les Anglais n'avaient à ce sujet que des renseignements incomplets, ou bien ils ont tenu à modifier la bouche à feu et son projectile d'après des idées arrêtées avant les expériences ; le canon qu'ils appellent français dans leur rapport présente d'assez grandes différences avec notre modèle.

Système de M. Charles Lancaster (fig. 10, pl. 156). Deux rayures se raccordant donnent à la section intérieure de l'âme la forme d'un ovale prononcé ; une très-faible partie de la circonférence primitive est conservée au plus petit dia-

1. Voir pour plus de détails l'ouvrage intitulé : *le Canon rayé de Woolwich*, par M. F. Aloncle, capitaine d'artillerie de marine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre. Les diamètres maximum et minimum, ou les 2 axes, ont respectivement 176mm,5 et 161mm,3, ce qui donne 15mm,2 de profondeur de rayure au milieu pour le calibre de 161mm,3. Dans les derniers canons proposés par M. Lancaster, les rayures n'étaient plus progressives; elles avaient un pas uniforme et faisaient un tour sur 9m,144.

Les premiers projectiles envoyés en Crimée étaient simplement ovales et fabriqués en fer forgé. Ceux qui ont été exposés en 1861 (fig. 17) étaient en fonte. M. Lancaster a aussi essayé des projectiles de fonte avec enveloppe de fer forgé.

Ce système, qui a été l'objet d'études poursuivies avec une persévérance remarquable et avec de grandes dépenses, a fini par être entièrement rejeté. Son tir était irrégulier; de tous les canons proposés c'était celui qui portait le plus mal le boulet sphérique.

Le système Lancaster fut appliqué en 1864 à un canon en fonte de 178mm,8 pour de nouvelles expériences. Les projectiles n'étaient quelquefois mis en place qu'avec beaucoup de difficultés. Il fut constaté aussi que les projectiles Lancaster étaient ceux qui résistaient le mieux aux plus rudes accidents du service. Ils ont obtenu des vitesses initiales plus fortes que les autres projectiles sans forcement mis au concours. (Voir le tableau, page 324.)

Mais après le tir à grandes charges presque tous les obus furent retrouvés ayant la tête fendue, ce qui prouvait qu'ils s'étaient arc-boutés et qu'ils avaient exercé une pression énorme sur l'âme du canon.

En résumé, ce système a été définitivement rejeté à cause de cette tendance à l'arc-boutement du projectile qui écrase les obus dans le tir à forte charge; parce que le chargement est difficile, la justesse relativement inférieure.

Système de M. Haddan. — Il emploie 3 rayures larges, dont la fig. 11, pl. 156, donne le profil. Les dimensions en 1861 étaient : largeur 86 millim., profondeur 3mm,05. Les rayures faisaient un tour sur 7m,62. Le projectile porte, parallèlement à son axe, à la partie antérieure 3 saillies venues de fonte qui servent à lui imprimer un mouvement de rotation. — Ces dispositions sont de nature à fatiguer beaucoup la bouche à feu et à la faire éclater.

Système Scott (fig. 12). — Ce système, publié en 1859, emploie aussi des saillies venues de fonte. Mais le commandant Scott s'est proposé, en développant le flanc de tir, de centrer automatiquement le projectile par glissement et de lui donner un mouvement de rotation sans le comprimer. La fig. 13 donne le tracé pour le cas de très-gros projectiles afin de faciliter le chargement. Les rayures au nombre de 3 font un tour sur 14m,56.

La justesse de ce système fut trouvée peu satisfaisante, ce que M. Scott attribuait à l'imperfection de l'âme et des rayures. Le canon éclata après une première série d'épreuves. Le système a été rejeté, parce qu'il fatigue la bouche à feu et peut produire des éclatements imprévus; pourtant on doit constater que le frottement du projectile n'avait pas sensiblement usé les rayures.

Dans une deuxième série d'expériences (1864), le canon Scott avait 5 rayures; le dessus des ailettes et le fond des rayures de sortie avaient le même rayon. — Le commandant Scott espérait que cette condition et le tracé qu'il avait adopté produirait le centrage parfait du projectile. Les rayures avaient un pas de 7m,46.

On voit que ces trois systèmes sont fondés sur l'emploi de projectiles composés d'un seul métal dur. Nos voisins ont poursuivi leurs expériences dans ce sens avec beaucoup de persévérance. Jusqu'à présent aucun de ces systèmes n'a été adopté par aucune puissance. Il n'est pourtant pas trop téméraire de penser, après les succès de M. Whitworth, que l'artillerie de l'avenir pourrait bien être un résultat de ces données.

Un avantage sérieux résulte de la simplicité de fabrication des projectiles et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un plus grand encore de la facilité de conservation. Les saillies en cuivre ou en zinc sont susceptibles d'être détériorées dans les maniements des projectiles; le point de jonction de 2 métaux différents est plus susceptible de provoquer l'oxydation. Dans les projectiles à enveloppe de plomb qui sont employés pour les canons Armstrong se chargeant par la culasse, ainsi que dans les systèmes adoptés par l'Autriche et par la Prusse, l'oxydation peut être évitée; mais le maniement des projectiles nécessite certains ménagements qu'on n'est pas sûr d'obtenir des hommes dans toutes les circonstances.

Les projectiles expansifs dont nous allons parler sont encore plus susceptibles de se déformer et ils peuvent beaucoup plus facilement être mis hors de service par suite d'un choc.

Les systèmes de projectiles forcés automatiquement par l'expansion d'un culot de plomb étaient au nombre de 3 :

Système de M. Jeffery (fig. 8 et 15). — Le projectile est une grosse balle évidée. Le culot en plomb qui enveloppe le fond de l'obus et une partie de sa surface cylindrique sur laquelle il est lié par une rainure circulaire, ménagée dans la fonte, est évidé à la partie postérieure. L'action des gaz le fait gonfler et détermine le forcement de cette partie.

Le canon a 7 rayures qui ont $40^{mm},6$ de largeur et $2^{mm},5$ de profondeur; les cloisons occupent les 2/3 de l'âme. Les rayures font un tour sur $19^{m},50$.

Le culot se gonfle facilement; mais il détermine dans l'âme un frottement trop considérable. Même observation pour le système de M. Lynall Thomas.

Le système Jeffery a été rejeté; il exige une plus grande quantité de plomb que le système Britten, le plomb est moins simplement fixé et plus facilement déformé. Enfin il fatigue beaucoup plus les bouches à feu.

Système de M. Lynall Thomas (fig. 18). — Le corps du projectile est en fonte; à sa partie postérieure est une enveloppe de plomb *b* qui correspond à la portion du projectile qui a le diamètre moyen. La portion de plus petit diamètre sert de guide à un manchon de fonte *c*, en partie conique, qui s'avance sous l'action des gaz, fait gonfler l'enveloppe de plomb et produit le forcement.

Cet anneau est engagé dans le plomb par des cannelures, qui maintiennent sa position en dehors du choc puissant qui précède le départ du projectile. Les rayures sont rectangulaires, à angles vifs; elles sont au nombre de 7; leur largeur est de $45^{mm},7$ et leur profondeur de $2^{mm},5$; elles font un tour sur $5^{m},84$.

De tous ceux qui étaient examinés par la commission, ce système fut celui qui obtint le moins de justesse; les expériences ne furent pas poursuivies, du consentement de M. Lynall Thomas, qui a proposé depuis un projectile rayé et guidé par des nervures qui faisaient saillie dans l'âme.

Système de M. Bashley Britten (fig. 9). — Il détermine l'expansion du culot de plomb par l'action d'un tampon conique en bois qui est poussé par le gaz avant que le projectile ait fait de mouvement. C'est le principe des balles à culot. C'est à M. Britten qu'est dû l'emploi du zinc pour fixer le plomb, comme nous l'indiquerons en parlant des expériences du comité d'Armstrong et Whitworth. Les rayures ont 50 millimètres de large et $1^{mm},5$ de profondeur. Les rayures en forme de scie (fig. 9) ont été employées par le capitaine Blakely pour tirer l'obus Britten. L'obus Britten est celui qui a la plus grande vitesse initiale à la charge de 1/10 (fig. 16).

Des divers systèmes essayés, c'est aussi celui qui fatigue le moins la pièce et lui assure la plus grande durée.

Il a été reconnu que ce canon se prêtait mieux que tous les autres au tir à boulet sphérique et même qu'il fournissait un tir meilleur que le canon lisse de même calibre. Ce fait a son importance; on peut se demander si l'action des gaz

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne réussit pas à imprimer au boulet un mouvement de rotation qui régularise sa trajectoire.

Le projectile Britten fut essayé de nouveau en 1864 avec le projectile Jeffery. On tira ces deux projectiles dans un même canon de fonte de 177mm,8, qui avait 13 rayures, largeur 21mm,5, profondeur 2mm,5; pas de l'hélice 20m,44. — Les projectiles à culot expansif n'ont pu résister à l'emploi de fortes charges: le plomb s'arrachait partiellement et le tir était mauvais.

On est autorisé à admettre que les culots expansifs ne pourraient être employés que pour des obus tirés à faible charge; ils ne sauraient être appliqués d'une manière générale à tous les projectiles que l'artillerie peut avoir à lancer.

Pour ces expériences, les constructeurs anglais ont voulu sans doute imiter le canon de 30 de la marine. Leur canon de 32 a trois rayures en anse de panier: largeur 48mm,7, profondeur 6mm. Les rayures se confondent avec les génératrices de l'âme au fond et elles ont ensuite une inclinaison croissante. A la bouche elles ont une inclinaison qui correspond à un tour sur 9m,75. Dans le canon français l'inclinaison est deux fois plus grande à la bouche.

Canon de Sir W. Armstrong. — Il avait le système des rayures *Shunt* ou à changement de voie. Sir W. Armstrong avait fait trois rayures dont la largeur facilitait l'entrée du projectile pour le chargement. La largeur était de 31 millim. et la profondeur de 4mm,5; le pas était de 4,52. L'obus avait, au lieu de boutons, trois bandes de zinc. En 1864 et 1865, sir W. Armstrong revint à l'emploi de boutons de cuivre et il renonça aux ailettes continues.

Les tableaux suivants donnent une partie des résultats les plus importants du tir comparé des divers projectiles :

DÉSIGNATION du système de canons de 32.	NOMBRE de coups.	POIDS du projectile.	POIDS de la charge 1/10.	ANGLE de tir.	PORTÉES moyennes.	DIFFÉRENCE moyenne de portée.	ÉCART moyen observé.	DURÉE du trajet.	RECTANGLE renfermant le plus grand nombre de coups.
		kilog.	kilog.	degrés.	m.	m.	m.	secondes	ares.
Jeffery	5	21.730	2.173	2	945	27.1	2.1	2.94	0.52
	5	Id.	Id.	5	1821	41.3	7.1	6.14	1.25
	5	Id.	Id.	10	3001	141.2	21.9	11.62	1.65
Britten	5	22.850	2.285	2	1009	12.6	1.6	3.18	0.17
	5	Id.	Id.	5	1941	38.0	6.2	6.44	1.11
	5	Id.	Id.	10	3168	22.3	10.5	11.52	1.32
Haddan	5	24.720	2.472	2	828	29.1	2.2	2.70	0.35
	5	Id.	Id.	5	1602	95.5	5.7	5.70	4.45
	5	Id.	Id.	10	2866	51.6	20.9	10.78	2.27
Lancaster	5	23.030	2.303	2	944	38.2	2.2	3.04	0.91
	5	Id.	Id.	5	1858	31.3	10.6	6.41	3.23
	5	Id.	Id.	10	2990	115.4	11.2	11.48	11.51
Armstrong, chargement par la bouche	1	25.560	2.556	2	1000	»	4.8	»	»
Armstrong, chargement par la culasse	5	18.600	1.860	2	945	30.0	2.2	3.40	0.33
	5	Id.	Id.	5	1724	37.7	1.9	6.24	0.24
	5	Id.	Id.	10	2983	33.8	2.7	11.38	0.59
Canon lisse ordinaire	5	14.175	1.417	2	659	31.8	1.4	2.80	0.32
	5	Id.	Id.	5	1191	62.6	3.4	5.32	2.11
	5	Id.	Id.	10	1855	97.8	11.3	8.88	11.05
Canon français	5	29.730	2.973	2	787	29.3	3.1	2.76	0.11
	5	Id.	Id.	5	1682	17.8	8.1	6.20	0.20
	5	Id.	Id.	10	2994	25.3	23.7	12.07	0.07

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vitesses initiales des divers projectiles tirés avec les canons de fonte rayés.

DÉSIGNATION du système.	NOMBRE de coups.	PROJECTILES. Diamètre moyen.	PROJECTILES. Poids moyen.	PROJECTILES. Charges.	VITESSES observées à 27m.40 de la bouche.	FORCE de la poudre.
		millimètres.	kilog.	kilog.	mètres.	
Britten	5	158.5	22.843	2.268	365.7	358.1[1]
Jeffery	6	159.0	21.800	2.495	381.9	Id.
Haddan	5	157.2	24.587	3.175	386.4	Id.
Lancaster	6	M. 174.8 / m. 160.5	23.133	2.722	376.2	358.3
Thomas	5	158.8	25.819	3.175	421.9	380.4
Canon français	5	161.5	29.338	2.495	320.8	Id.
Armstrong, chargement par la bouche	5	160.5	25.061	2.495	354	Id.
32 lisse — boulet rond	10	156.6	14.534	4.536	504.0	Id.
32 lisse — obus rond	5	156.5	11.027	1.106	295.0	Id.

1. Les nombres qui expriment la force de la poudre représentent les vitesses qu'imprime au projectile un canon éprouvette de 12.

Résultat du tir comparatif des boulets sphériques dans des canons lisses et dans des canons rayés, du système Britten.

ESPÈCE de bouches à feu.	NOMBRE de coups.	POIDS. boulets.	POIDS. charges.	ANGLE de tir.	PORTÉES moyennes.	DIFFÉRENCE moyenne de portée.	DÉVIATION moyenne observée.	DURÉE du trajet.
		kilog.	kilog.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	secondes.
32 lisse	20	14.515	4.536	2	1043	47.3	7.4	3.40
32 rayure Britten	20	Id.	Id.	Id.	1072	29.8	7.1	3.59
32 lisse	20	Id.	Id.	5	1824	64.7	9.0	»
32 rayure Britten	20	Id.	Id.	5	1721	22.8	5.3	6.59

Durée comparative des canons rayés suivant les divers systèmes proposés.

DÉSIGNATION DU SYSTÈME.	POIDS. Projectiles.	POIDS. Charges.	NOMBRE total de coups tirés.	OBSERVATIONS.
	kilogrammes.	kilogrammes.		
Jeffery	21.320	2.495	363	Éclaté.
Britten	22.680	2.268	1486	Non éclaté.
Thomas	»	»	»	S'est retiré du concours.
Lancaster	22.680	2.722	2000	Non éclaté.
Haddan	25.500	3.175	215	Éclaté.
Scott	»	»	309	Id.
Canon français	»	»	107	Id.
Armstrong (chargement par la bouche.)	»	»	327	Id.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit qu'après le système Lancaster celui de M. Britten produit la plus grande durée de la bouche à feu. Le comité place même le système Britten en première ligne d'une manière absolue. Il n'attribue la longue résistance du canon Lancaster qu'à une qualité exceptionnelle de la fonte qui le compose. Dans d'autres expériences les pièces du système Britten ont présenté également une grande durée.

Le projectile Lancaster a une grande tendance à s'arc-bouter dans l'âme, ce qui est une cause de détérioration. Le système Britten est celui dans lequel cette tendance existe le moins.

Le tableau suivant donne le moyen de comparer les éléments particuliers des rayures qui ont une influence sur la fatigue et l'usure de l'âme.

DÉSIGNATION DU SYSTÈME.	PAS.	ANGLE DE TORSION.	NATURE du métal du projectile en contact avec les rayures.	AIRE APPROXIMATIVE EN CENTIMÈTRES CARRÉS.	
				des surfaces en contact.	des flancs directeurs.
	cal.	degrés. minutes.			
Jeffery	120	1 30	Plomb.	168.91	13.55
Britten	90	2	Id.	129.02	6.45
Scott	90	2	Zinc.	125.80	25.16
Canon français	»	0 au fond de l'âme 3 à la bouche	Id.	30.32	3.87
Lancaster	56	3 13	Fonte.	24.19	»
Haddan	47	3 49	Id.	54.19	6.45
Thomas	32	5 17	Plomb.	223.21	12.26
Amstrong (chargement par la bouche.)	28	6 24	Zinc.	49.67	15.48

Le comité pense que l'effort que subit la pièce et qui tend à l'ouvrir par suite du mouvement de rotation du projectile est proportionnel au sinus de l'angle de torsion. Cet élément de comparaison ne peut être rigoureux que pour des rayures d'un même système ayant des pas différents. Le système de rayures, la forme et la matière des projectiles n'exerce pas une moindre influence sur la durée des bouches à feu.

Comme conclusion de ces expériences, dans son rapport du 6 février 1863, le comité se montre surtout favorable au système Bashley Britten. C'est celui qui donne les plus grandes vitesses initiales et qui fatigue le moins la pièce.

Mais le fait le plus important des appréciations du comité, c'est l'affirmation précise indiquant que la fonte n'est susceptible d'être employée que pour de faibles charges.

Il reste à indiquer les dépenses qu'entraînait l'adoption de ces systèmes : le rayage, suivant les systèmes, coûte de 10 fr. à 13 fr. 35 c. par bouche à feu. Le prix de revient par projectile prêt à tirer, sans y comprendre la charge d'éclatement pour les projectiles creux et la fusée est :

Jeffery	7f,88	*Haddan*	5f,16
Britten	8, 15	*Scott*	4, 92
Thomas	12, 92	Boulet de 32	2, 28
Lancaster	5, 18	Obus de 32	2, 34

On voit qu'en mettant à part les boulets et obus sphériques qui pèsent moins, les projectiles composés d'un seul métal sont fabriqués à meilleur marché que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les autres. Comme la dépense relative aux projectiles se renouvelle toujours, il faut en tenir le plus grand compte dans le choix d'un système d'artillerie.

En 1864, ces expériences furent reprises avec des canons de 7 pouces (177mm,8) qui ne différaient que par la nature du projectile et l'espèce de rayures. On se proposait de faire une comparaison pratique du système français, avec les systèmes Jeffery, Britten, Scott, Lancaster. L'inclinaison des rayures était laissée au choix des inventeurs; la rayure française seule avait une inclinaison progressive, les autres étaient uniformes. Toutes les bouches à feu se chargeaient par la bouche. La tolérance pour le poids des projectiles était de deux livres.

Le tableau suivant donne les vitesses initiales des divers projectiles.

TABLEAU *des vitesses en mètres par seconde.*

DÉSIGNATION des systèmes.	VITESSES OBSERVÉES. CHARGES.			VITESSES réduites par le calcul pour des poids égaux des projectiles. CHARGES.			TIR A BOULET SPHÉRIQUE. CHARGES.	
	11kg.340 25 livres	9kg.072 20 livres	5kg.444 12 livres	11kg.340 25 livres	9kg.072 20 livres	5kg.444 12 livres	9kg.072 20 livres	5kg.444 12 livres
				(Projectiles du poids nominal de 49kg.895).				
Britten	482.2	459.6	396.3	481.9	458.4	391.8		
Jeffery	486.5	460.2	392.0	487.1	459.6	392.0		
Lancaster	490.7	456.0	389.6	493.2	458.4	391.1		
Scott	485.8	451.1	389.3	482.5	455.1	386.1		
Canon français	466.0	440.1	382.3	465.1	439.3	381.7		
				(Projectiles du poids de 45kg.360).			(Boulets ronds de 19kg.68).	
Lancaster	513.9	474.6	413.1	514.2	474.9	413.4	604.4	507.8
Scott	497.4	471.8	412.1	495.3	469.7	410.3	659.0	556.9
Canon français	488.6	470.9	402.1	490.4	473.0	403.9	634.3	524.6

Les prix de ces projectiles varient de 11 fr. 46 (système Scott) à 14 fr. 37 (premier modèle français). Le prix de ces derniers projectiles modifiés par M. Palliser fut abaissé à 13 fr. 47.

TABLEAU *permettant de comparer la portée et la justesse des projectiles de* 100 *livres* (45k,360) *tirés avec le canon de* 7 *pouces.*

ESPÈCE de bouche à feu.	ANGLE de tir.	CHARGE.	PORTÉES moyennes.	MOYENNE erreur de portée.	DÉVIATION moyenne totale.
		(On en a employé 3 pour chaque projectile).	mètres.		
Scott	2°, 5°	5.443	2455	43.5	6.1
Lancaster	et 10°	9.072	2526	35.0	6.8
Canon français		11.340	2472	24.9	3.3

On a reconnu que le canon français était le plus facile à charger et qu'il avait une justesse de tir très-supérieure à celle des autres bouches à feu. Le comité a fait une observation qu'il est bon de noter : c'est que l'emploi de boutons rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portés présenterait un avantage dans le cas de grandes commandes et d'une fabrication hâtive et un peu négligée; dans ce cas le métal mou qui compose les boutons s'ajusterait de lui-même aux rayures du canon, pourvu que le projectile ait pu arriver à son logement. Avec des saillies venues de fonte comme celles de M. Scott, on aurait une pression inégale et on userait les rayures. De pareils projectiles faits entièrement d'un seul métal dur ne peuvent être utilement employés que s'ils sont parfaitement fabriqués.

Au moment où le choix de la commission la portait à se prononcer en faveur du système français, elle a été appelée à en faire la comparaison avec un canon rayé, d'après les données de sir W. Armstrong. Ce canon avait six rayures à changement de voie; l'inclinaison était uniforme, le pas de 6 mèt. 75 centim. Le diamètre au fond de l'âme était de 1 millim. plus grand qu'à la bouche, de sorte que l'âme était très-légèrement conique; le vent se trouvait ainsi augmenté à la place où il se produit le plus d'encrassement.

On a tiré des projectiles allongés à tête hémisphérique. L'avantage de la justesse est toujours resté au canon français. Les canonniers en trouvaient le service plus commode. Les vitesses initiales peuvent être considérées comme pratiquement égales. — La commission continue à se prononcer en faveur du canon français.

La rayure est plus simple que celle d'Armstrong, comme l'indique le tableau suivant :

ESPÈCE de rayures.	NOMBRE de canons rayés par semaine.	PRIX de revient par canon.
		fr.
Scott	10	107.14
Canon français	8	136.13
Armstrong (à 6 rayures)	4	272.27
Lancaster	2 1/2	441.18

Il est résulté aussi de ces expériences que probablement pour le tir à fortes charges les canons d'acier ne présenteront pas une résistance aussi prolongée qu'on aurait pu le supposer, d'après les résultats obtenus pour les petits calibres et les calibres moyens.

La commission pensait qu'avec des charges aussi fortes que celles qui venaient d'être employées chaque canon ne pourrait pas tirer plus de 500 coups.

C'est le système de rayure résultant des expériences dont nous avons indiqué les points principaux qui porte le nom de rayure de Woolwich. A la suite des essais un premier canon rayé, d'après ces données fondées sur le principe de l'artillerie française, a donné d'excellents résultats, ce qui a décidé l'adoption définitive du système.

Tir d'un canon de Woolwich sous l'angle de 5°,7′ *avec la charge de* 9k,072 (20 *livres*).

PORTÉES.			DÉVIATION moyenne en portée.	ÉCART moyen observé.	DÉVIATION latérale moyenne.
Maxima.	Minima.	Moyenne.			
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
2421	2493	2469	12.6	10.3	1.92

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après coup on a réduit les dimensions des boutons antérieurs, afin qu'ils ne portent pas sur le flanc de tir des rayures et qu'ils servent seulement à empêcher le projectile de ballotter dans l'âme. On diminue encore par ce moyen la résistance que le projectile éprouve en parcourant les rayures. Le tir a été aussi bien après cette modification qu'auparavant.

La même modification a été essayée par notre artillerie de marine, avec cette différence qu'on se servait des boutons antérieurs pour déterminer la rotation, et par suite les boutons postérieurs servaient simplement à maintenir le projectile.

ARTILLERIE ANGLAISE. Sir W. Armstrong.

Observations. — Le succès de nos armes en Italie dans la campagne de 1859, le rôle important que le gouvernement français lui-même avait attribué à l'artillerie dans ces grandes batailles, excitèrent une vive émotion en Angleterre. L'opinion publique réclama impérieusement la création d'un nouveau matériel de guerre. Si ce désir n'eût dû être satisfait que par un corps particulier de fonctionnaires, on eût pu attendre longtemps. L'invention ne vient qu'à son heure, l'inspiration des combinaisons nouvelles ne se commande pas; il peut arriver aussi et il arrive fort souvent que les membres d'un comité spécial, quelque distingués qu'ils soient, n'auront pas l'aptitude particulière qui permet d'inventer. Ils conviennent plutôt au rôle de critiques; ils sont surtout capables de juger les travaux des autres, de les modifier et de les perfectionner par suite d'expériences méthodiques.

En Angleterre, presque toutes les inventions récentes appliquées à la défense du pays ont été faites par des travailleurs volontaires dont la plupart n'étaient pas des officiers de l'armée. Il en a de été même aux États-Unis d'Amérique. Il faut observer que dans ce concours d'efforts venant de toutes les directions beaucoup de systèmes faux ou mauvais ont été expérimentés; on a souvent tenté l'impossible; beaucoup d'inventeurs ignoraient les conditions multiples auxquelles leurs engins devaient satisfaire, ou du moins ils ne s'en faisaient pas une idée exacte. La science très-réelle qui comprend l'ensemble des connaissances relatives à l'artillerie a fait défaut le plus souvent. Mais s'il en est résulté du travail et de l'argent dépensés en pure perte, on peut dire également que cette situation a permis de se produire à des inventions originales très-viables qui, dans les circonstances ordinaires, auraient été mal accueillies par les comités.

Sir W. Armstrong tient le premier rang parmi les hommes d'intelligence qui, avec un esprit fécond et une connaissance parfaite des fabrications, ont créé de nouveaux systèmes d'artillerie. Personne n'a fait preuve de plus de science, n'a produit plus d'inventions inattendues et remarquables. Sir W. Armstong a été successivement dans son pays l'objet des éloges les plus enthousiastes et des attaques les plus violentes. A l'étranger il a été mal jugé au début par un grand nombre d'homme spéciaux. Il devait en être ainsi pour des travaux qui rompaient avec les traditions des arsenaux, restés presque complétement en dehors des progrès de l'industrie. Cela s'explique, si l'on veut remarquer que la plupart des officiers employés dans ces établissements n'ont qu'exceptionnellement l'occasion de connaître et d'apprécier l'outillage des ateliers particuliers, qu'ils n'ont surtout le plus souvent qu'un crédit insuffisant pour les faire employer. Aujourd'hui pourtant pleine justice est rendue à sir W. Armstrong et sa réputation sera d'autant mieux établie que son œuvre sera mieux connue. Tout ne restera pas de ses immenses travaux. A mesure que l'expérience qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faisait de son matériel complétait son instruction comme ingénieur d'artillerie, sir W. Armstrong a abandonné lui-même des idées qui ne s'accordaient pas avec les nécessités du service; un esprit aussi fertile en ressources ne pouvait pas s'obstiner dans une mauvaise voie.

Mais il est désormais impossible d'écrire un traité d'artillerie théorique sans accorder une place importante à ses nombreuses inventions, sans tenir compte de ses idées. Dans un traité relatif aux fabrications la place de sir W. Armstrong sera encore plus importante. Il est impossible de ne pas le considérer comme le rénovateur des constructions d'artillerie. Ce n'est qu'en imitant ce qu'il a fait qu'on a pu fabriquer des canons de grande puissance. Sir W. Armstrong a accompli une tâche que tous les comités d'artillerie d'Europe n'auraient peut-être pas réalisée dans un siècle. C'est un grand honneur pour lui, c'est aussi un honneur pour son pays qui sait appeler tous les Anglais à concourir à sa défense.

J'indiquerai les principales inventions de sir W. Armstrong aussi complétement que le permet le plan des Études.

1° Bouches à feu.

La première idée a dû être de construire les canons en plusieurs morceaux de fer et d'acier. La confiance du constructeur dans la solidité de ces matières lui a permis de faire deux innovations : le chargement par la culasse et l'emploi du forcement comme pour les armes portatives.

Sir W. Armstrong a successivement imaginé deux modes très-différents de chargement par la culasse. Le premier est encore appliqué à toute l'artillerie de campagne de l'armée anglaise, et au début il fut employé dans une grande proportion pour la grosse artillerie de terre et de mer. Dans les deux systèmes le projectile et la charge de poudre sont introduits dans la pièce en suivant une ouverture percée dans la culasse suivant le prolongement de l'âme. C'est le mode d'obturation qui fait la différence.

Dans le premier système, le trou percé dans la culasse est taraudé ; il reçoit une vis forée, suivant l'axe, d'un canal qui a le même diamètre que la chambre du canon. La bouche à feu est percée perpendiculairement à son axe d'une espèce de mortaise dans laquelle on introduit un disque circulaire mobile muni d'une poignée. Lorsque ce disque est en place la poignée est à la partie supérieure ; la face antérieure ferme la chambre ; la face postérieure est maintenue par la vis de culasse. Pour que cette pièce soit mieux maintenue et aussi pour assurer l'obturation, on a formé sur chaque face deux saillies tronc conique, qui emboitent l'une dans la chambre, l'autre dans la vis fraisée à cet effet. On manœuvre la vis de culasse au moyen d'un collier mobile fixé sur la pièce et muni d'une manivelle. Ce collier peut agir par choc au moyen d'une saillie qui ne fait effort pour faire tourner la vis qu'après un certain déplacement. Le canonnier a ainsi plus de force, soit pour serrer la pièce mobile, soit pour dégager la vis un peu forcée, lorsqu'il s'agit d'ouvrir la culasse.

On sait qu'après un tir prolongé il se produit toujours des dégradations à la *lumière* des canons, c'est-à-dire à la petite ouverture par laquelle on met le feu à la charge. Les canons en fonte périssent généralement par là ; le canal de lumière s'agrandit successivement et il acquiert à la longue des dimensions qui rendent la pièce d'un service dangereux. Dans les canons en bronze on perce la lumière dans un cylindre de cuivre rouge vissé dans la pièce et qu'on appelle *grain de lumière*. Lorsque le canal est trop élargi on dévisse la lumière et l'on en met une neuve. Mais c'est une opération qu'il n'est pas facile de faire dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les circonstances et qui exige du temps. Sir W. Armstrong a eu l'idée ingénieuse de percer la lumière dans la pièce mobile qu'on peut changer instantanément lorsqu'elle est dégradée. Aussi cette pièce porte le nom de *pièce de lumière* (VENT PIECE).

A la guerre ce système de chargement par la culasse présenterait un grand avantage dans le cas exceptionnel, il est vrai, où les pièces tombent entre les mains de l'ennemi. On doit chercher alors à les mettre hors de service; on emploie divers procédés toujours insuffisants parce qu'on est pressé par le temps; on encloue les pièces, en forçant un clou dans la lumière, on les remplit de boulets forcés par des éclisses, etc., etc. — Pour les canons Armstrong il suffirait d'emporter ou de déformer les pièces de lumière. On ne laisserait ainsi à l'ennemi que des canons ouverts d'un bout à l'autre et incapables de lui rendre aucun service.

Les rayures sont triangulaires, multiples et peu profondes. Il y en a 32 dans le canon de 65 livres et 76 dans le canon de 7 pouces, dont le projectile pèse 52kil.200. Vers la culasse, une certaine partie de l'âme d'un diamètre un peu plus fort n'est pas rayée ; c'est l'emplacement de la charge. A la suite, l'emplacement du boulet n'a que des rayures dont la profondeur est moitié de celle de l'âme.

Les projectiles sont d'acier ou de fonte, de forme cylindro-ogivale. Leur surface cylindrique est couverte d'une couche de plomb. Vers le culot le plomb forme un renflement qui se force dans les rayures de la chambre du boulet; en même temps la partie antérieure de l'enveloppe est en contact avec les rayures de l'âme. De la sorte les deux extrémités du projectile s'engagent en même temps dans les rayures.

On voit que le premier canon Armstrong n'est au fond qu'une grosse carabine. Un pareil système n'aurait pas été réalisable avec le bronze. Il nécessitait une résistance particulière que l'acier et le fer pouvaient seuls procurer. Mais cette possibilité n'a été vraiment constatée que par les travaux de sir W. Armstrong. Les procédés qu'il a employés sont les premiers qui aient permis de faire avec certitude des canons de fer et d'acier.

Lorsqu'un homme a réalisé un résultat important, on trouve toujours qu'on n'aurait pas tardé à y arriver sans lui, ou, bien plus souvent encore, on conteste l'originalité de son invention. L'amour-propre national est surtout ingénieux en pareil cas pour découvrir des travailleurs oubliés auxquels on se croit en droit d'attribuer tout le mérite des nouveautés qu'ils n'ont souvent pas soupçonnées. C'est ce qui s'est produit en particulier chez nous pour l'œuvre de sir W. Armstrong. On a commencé par contester la valeur de son artillerie ; lorsque le succès n'a pu être mis en doute, on a trouvé que l'idée n'était pas nouvelle.

Il est certain qu'à plusieurs reprises dans ce siècle on a construit des canons en fer forgé dans divers pays. On pourrait tout aussi bien observer que le fer a été le premier métal employé pour la fabrication des bouches à feu. Ces premiers engins étaient en effet formés de tiges de fer grossièrement soudées et consolidées par des cercles du même métal. Veut-on voir là l'origine du canon Armstrong construit de plusieurs pièces? Ce serait aller un peu loin.

Jusqu'à ces dernières années, les constructions de canons en fer forgé n'ont été que des faits isolés et des essais timides. Quelques pièces ont bien résisté aux épreuves de tir. Mais en général elles n'ont présenté qu'une résistance très-inférieure à celle qu'on attendait du fer. Dans les canons qui ont crevé, bien qu'on eût employé des fers forts et fibreux, la cassure ne présentait aucun nerf. On a pensé que ce changement moléculaire provenait du travail à la grosse forge; quelques personnes admettaient aussi que les vibrations produites pendant le tir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvaient amener ce changement. Ce serait un phénomène analogue à celui qu'on observe parfois, même dans des pièces façonnées à la petite forge avec des matières de choix, comme les boulons de cercle de roue. Ces pièces finissent souvent par se briser sous un effort assez faible, et on reconnaît alors que le fer n'est plus nerveux ; il présente une cassure d'apparence cristalline, ce qui ne peut être attribué qu'aux chocs répétés qu'il a subis. La question semblait donc jugée, mais de manière à détourner d'entreprendre de nouveaux essais. Aussi, non-seulement le grand ingénieur anglais n'a pas pu s'aider des travaux de ses devanciers, mais encore il a fallu qu'il puisât dans ses propres études une puissante conviction pour recommencer à travailler dans une voie qui était signalée comme mauvaise.

M. Armstrong a résolu complétement le problème de l'emploi du fer pour les bouches à feu. Afin d'éviter le changement moléculaire que le fer éprouve, ou peut éprouver, lorsqu'il est travaillé en grande masse sous de lourds marteaux, il construit ses canons de plusieurs pièces. Chaque canon se compose d'un tube intérieur qui reçoit tout l'effort de la charge. Ce tube est renforcé par des cercles superposés. L'un des cercles extérieurs porte les tourillons. L'âme des premiers canons Armstrong était en acier. Comme ce métal, dont la fabrication n'était pas aussi régulière qu'elle l'est devenue depuis, a donné lieu à des rebuts, M. Armstrong avait résolu de faire l'âme en fer comme les cercles. Mais depuis ayant reconnu qu'il pouvait se procurer des qualités d'acier convenable, il est revenu à l'emploi d'un tube intérieur en acier. Certaines parties de la bouche à feu sont en fer forgé ordinaire. Mais la plupart des cercles sont faits à rubans comme les canons des fusils de chasse. Le ruban élémentaire n'a qu'une épaisseur et une largeur assez faibles pour qu'on puisse le forger en conservant le nerf du fer. Quand il est ployé en hélice il présente la plus grande résistance aux efforts qui tendent à faire éclater la pièce, parce que les rubans résistent dans le sens de leur longueur. Les diverses spires d'un même cercle sont soudées par une seule chaude, de sorte que le métal n'est pas fatigué et qu'il conserve sa résistance. L'effort exercé aux deux extrémités du manchon soude les spires plus ou moins complétement. Dans tous les cas, il est évident qu'une pareille pièce offre beaucoup plus de résistance dans le sens de la longueur des rubans que transversalement. L'expérience a prouvé que la résistance longitudinale étant 26, la résistance transversale n'est que de 10 à 14. Pour donner au canon une rigidité suffisante, il est nécessaire que le cylindre intérieur soit en acier. Pour les grosses pièces, comme on le verra plus loin, le fer forgé ordinaire est employé dans plusieurs cercles pour concourir au même but.

Les premiers canons Armstrong présentèrent une grande justesse de tir ; le mécanisme qui servait à fermer la culasse fonctionna très-bien dans les essais. Le chargement était rapide et facile. Nos voisins s'empressèrent d'adopter un système qui avait le mérite d'être nouveau, inventé chez eux, et qu'ils se hâtèrent trop de proclamer supérieur au canon qui avait figuré glorieusement à Magenta et à Solferino. Le service à la guerre ne fut pas toujours aussi satisfaisant, les plaintes devinrent aussi vives que l'enthousiasme avait été grand. Des enquêtes eurent lieu et le système fut soumis à de nouvelles expériences.

Avant le 1er août 1863 le gouvernement anglais avait mis en service 3038 canons Armstrong se chargeant par la culasse ; sur ce nombre 1317 étaient d'un calibre plus petit que celui de 40. L'essai en service de ces canons fut fait sur une grande échelle et il donna beaucoup de renseignements sur les diverses parties du matériel. Nous indiquerons les principaux :

La portée fut trouvée en Chine, en 1860, aussi grande qu'il pouvait être nécessaire. Cette opinion était partagée par les officiers de marine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ceux qui avaient expérimenté ces pièces à Shœburyness et à bord du vaisseau *l'Excellent*, aussi bien que les officiers qui les avaient employées devant l'ennemi, considéraient la justesse du tir comme suffisant à tous les besoins du service et comme étant aussi parfaite que les limites de la vue humaine et les accidents atmosphériques pouvaient le permettre.

Mais les témoignages furent surtout unanimes pour la sûreté que présentaient les nouveaux canons. Le major général Taylor, qui avait été pendant quatre ans commandant à Shœburyness, dit qu'il serait très-difficile de faire éclater un de ces canons à rubans et que le système est bien fait pour donner aux hommes confiance dans leur canon. Il ajouta : Nous avons des exemples de canons qui ont servi constamment et qui, après plus de 3,000 coups, sont encore de bon service.

Le capitaine Alderson, en faisant allusion à des expériences dans lesquelles on avait tiré avec des charges tout à fait excessives, observa que le système donnait invariablement des signes de détérioration qui prévenaient tout danger et apportaient un élément important de sécurité et de confiance. Tous les officiers et sous-officiers d'artillerie entendus furent d'accord pour louer l'excellence de la fabrication, et pour affirmer qu'en servant ces pièces ils n'avaient aucune crainte du danger qui résulterait d'un éclatement inattendu.

Le mode de fermeture de la culasse n'était pas apprécié d'une manière aussi favorable. Les anneaux de cuivre que M. Armstrong avait adaptés au fond de l'âme et à la pièce de lumière avaient demandé de nombreuses réparations ; il avait fallu souvent les remplacer après un certain nombre de coups qui dépendait du soin employé à effectuer le chargement. Ces opérations exigeaient des outils compliqués et coûteux, différant avec le calibre, nécessitant une grande habileté de main et qui devaient toujours accompagner les bouches à feu. Il fallait aussi des anneaux de cuivre et des pièces de lumière de rechange.

Les pièces de lumière avaient donné lieu à divers accidents ; plusieurs avaient été chassées de leur logement ou brisées. Aussi M. Armstrong avait dû présenter un nouveau modèle combiné pour éviter ces graves inconvénients qui s'étaient surtout présentés avec les gros calibres. Ainsi lorsque les vaisseaux anglais furent engagés au Japon à Kagosima, du 15 au 16 août 1863, sur 168 coups que tirèrent 8 canons de 110 livres, une pièce de lumière fut brisée et la manœuvre des autres fut bientôt très-difficile. Dans la même affaire, 13 canons de 40 qui furent engagés ne tirèrent que 187 coups; pourtant une pièce de culasse en fer forgé et 4 en acier furent crevassées, 1 en acier fut entièrement brisée et 2 furent chassées de leur logement. Dans ces conditions la pièce de lumière n'offre aucune sécurité, surtout à cause des négligences des hommes dans la chaleur de l'action. Enfin dans les gros canons, comme celui de 7 pouces, le poids de la pièce de lumière est trop grand pour que le chargement ne soit pas très-pénible. Avec le nouveau modèle de pièce de lumière le canon de 40 a paru à Shœburyness être dans d'excellentes conditions. S'il était douteux que ce système dût être conservé pour les plus gros calibres, il paraissait parfaitement sûr pour l'artillerie de campagne si les servants avaient toujours soin de pousser la vis à fond. Pourtant ce système est trop éloigné de la simplicité qu'exigent les engins destinés à la guerre. Nous avons indiqué la complication des réparations et des rechanges. En janvier 1863, le principal *superintendant* des magasins disait officiellement qu'après les si nombreux rechanges auxquels le système de chargement par la culasse avait donné lieu, il ne croyait pas qu'il fût possible, dans le cas d'opérations effectuées sur une grande échelle, d'entretenir de semblables canons dans toutes les stations étrangères et de les approvisionner des articles nécessaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin sir W. Armstrong ne proposait plus d'appliquer le système d'une pièce de lumière mobile avec une vis creuse à des canons d'un calibre supérieur à celui de 4,75 pouces, dont le boulet pèse 40 livres anglaises. Il n'était même plus décidé à le maintenir pour le canon de 40. Nous donnerons plus loin un résumé succinct d'expériences qui fera connaître les derniers perfectionnements apportés à ce système limité à l'artillerie de campagne et les effets qui en sont résultés.

Sir W. Armstrong, en renonçant à la vis creuse et à la pièce mobile pour les gros canons, s'occupa d'imaginer une autre combinaison pour fermer la culasse. Les premiers essais donnèrent d'excellents résultats, la manœuvre fut trouvée beaucoup plus facile que celle de la vis. Pourtant ils avaient donné lieu à des échappements de gaz.

Dans ce système le canon est percé depuis la volée jusqu'à la culasse d'un trou cylindrique. A la distance du derrière, calculée pour que la résistance soit suffisante, est percée une mortaise horizontale qui traverse de part en part. Dans cette mortaise se meuvent 2 coins verticaux dont les surfaces inclinées se touchent. Ces coins sont percés chacun d'un trou du diamètre de la chambre. Un seul homme peut aisément manœuvrer cet appareil. Il se place sur le côté droit de la pièce, il chasse du côté opposé en le poussant le coin postérieur et tire à lui le coin antérieur qui est muni d'une poignée. A ce moment les deux trous des coins se correspondent ; ils sont aussi dans le prolongement de l'âme et du trou de culasse. On introduit la charge comme dans la vis creuse. En faisant mouvoir les coins en sens inverse on ferme la culasse. L'âme est toujours divisée en trois parties : la chambre (où est le sachet de poudre) et qui n'est pas rayée, la chambre du boulet et l'âme proprement dite à rayures triangulaires multiples.

Nous avons dit que les projectiles étaient en fonte et qu'on les recouvrait d'une enveloppe de plomb qui servait à établir le forcement et à les guider dans les rayures. Lorsque les canons Armstrong furent adoptés pour le service, la chemise de plomb était fixée à la fonte par un procédé chimique ; la fonte était d'abord étamée et l'étain servait d'intermédiaire entre la fonte et le plomb. Dans moins d'un an on découvrit que tous ces projectiles étaient près de devenir impropres au service, qu'il n'y avait pas d'adhérence entre le projectile et son enveloppe. En février 1861, on ordonna de faire des entailles circulaires au projectile pour mieux fixer le plomb. C'est ce que les Anglais appellent le procédé *undercut*. Le résultat ne fut pas meilleur. Mais l'emploi du zinc substitué à l'étain comme intermédiaire fut pleinement satisfaisant.

Il est de la plus grande importance que le plomb soit bien fixé. Autrement il s'arrache pendant le tir ; les morceaux qui sont projetés en avant sont très-dangereux pour les troupes ou les tirailleurs qui peuvent se trouver à peu de distance, à droite ou à gauche, en avant de la batterie ; il peut aussi rester en partie dans l'âme et compromettre la résistance de la bouche à feu, comme on le verra plus loin.

L'enveloppe de plomb est très-susceptible de se déformer, surtout pour les gros calibres, dans les chargements ou déchargements et dans les transports. Ainsi sur 1476 obus des premiers modèles (dans lesquels le plomb était mal fixé), qui furent versés à l'arsenal par deux batteries en 1862, 384 étaient hors de service. Pourtant aucun ne s'était trouvé hors d'état d'être employé pendant la campagne de Chine.

Avec des canons se chargeant par la culasse et des projectiles couverts de plomb, il y a forcement ; l'âme est hermétiquement close. Il en résulte qu'une fusée ordinaire placée à la partie antérieure du projectile ne serait pas en contact avec les gaz enflammés et qu'elle ne pourrait pas s'allumer. Sir W. Armstrong a été conduit à n'employer que des fusées qui prennent feu par le choc. Nous traite-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rons dans un chapitre spécial de ces nouvelles fusées qui remplissent bien le but qu'on se proposait. Nous devons dire ici pourtant que ces inventions ingénieuses sont compliquées et coûteuses. Leur transport avec les munitions n'est pas sans danger. Malgré leur grande perfection elles font regretter les fusées ordinaires. Mais comme l'intervention d'un homme de grand talent est toujours féconde, les travaux de M. Armstrong en ont provoqué d'autres et il en est résulté des perfectionnements même pour les fusées ordinaires.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des canons se chargeant par la culasse. Sir W. Amstrong a tenu beaucoup à ce mode de chargement. Nous avons vu qu'il avait appliqué d'abord le premier système à vis creuse et à pièce mobile à tous les calibres indistinctement; plus tard il imagina le système à coins. En 1865 il tenait encore à ce système, mais il semblait disposé à revenir au chargement par la bouche pour les canons de grande puissance. Il employa à cet effet des projectiles munis de boutons de cuivre et le tracé de rayures à changement de voie. Le point de départ est le même que celui qui avait conduit au système français. C'est toujours une vis qui se meut dans son écrou, le pas étant très-allongé. Les filets n'existent que partiellement, ils sont représentés par les boutons. Lorsqu'on chasse le projectile dans son logement, il appuie sur un côté; lorsqu'il sort, il appuie sur l'autre côté ou flanc de la rayure. Dans le canon français, c'est en montant sur le plan incliné formé par ce flanc que le projectile se force et se centre. M. Armstrong a creusé deux rayures qui convergent vers le fond de l'âme. Celle qui sert pour le chargement est plus profonde que l'autre et elle est un peu plus large que les boutons. Sa largeur se confond vers le fond de l'âme avec la rayure du tir par laquelle sort le projectile.

Le projectile entré par une rayure sort par l'autre, d'après le principe du canon rayé français; mais il n'est ni forcé ni centré de la même manière. Chaque rayure de sortie commence à diminuer de profondeur à une certaine distance de la bouche, et elle a son minimum de profondeur à la tranche de la bouche. Les boutons sont ainsi comprimés contre le corps du projectile. Cette disposition a donné de bons résultats pour le tir; elle permet d'utiliser des charges plus fortes, parce que le projectile éprouve une résistance et un retard dans son trajet dans l'âme. Il est certain que les boutons sont ainsi solidement fixés sur le projectile, et qu'on a moins à craindre qu'avec nos rayures de les voir en partie arrachés, ce qui serait dangereux lorsqu'une batterie a des troupes amies qui sont un peu en avant à droite et à gauche. Pourtant la rayure *Shunt* est moins simple que le système ordinaire, et l'artillerie anglaise paraît y renoncer pour l'avenir.

Procédés de fabrication. — La planche 102 représente deux canons Armstrong se chargeant par la bouche; elle suffit pour donner une idée exacte de ces constructions. Dans la coupe du canon de 7 pouces (177^{mm},8), les lettres mises sur les différentes parties signifient :

a — Acier fondu.
f — Fer forgé ordinaire.
r — Fer forgé à rubans.

On voit que l'âme est un cylindre d'acier fondu tout d'une pièce et fermé par un bout. Vers la culasse, ce tube d'acier est embrassé par un manchon de fer forgé, dans lequel est vissée la vis de culasse. L'emploi du fer forgé ordinaire est motivé par l'effort qu'il doit supporter dans le sens de la longueur du canon, et pour lequel il est beaucoup plus résistant qu'un manchon à rubans. Tous les autres manchons ou cercles sont en fer à rubans, excepté celui qui porte les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourillons qui est en fer forgé ordinaire. Ces divers tubes sont serrés les uns sur les autres, et fixés longitudinalement de manière à participer tous à la résistance et à l'effort de l'explosion qui tend à chasser en arrière le cylindre de l'âme et la vis de culasse qui sert à le maintenir.

Le canon de 9 pouces (28mm,6) est représenté en plan et en coupe d'après un dessin que nous devons à l'obligeante courtoisie de sir W. Armstrong. L'assemblage des divers tubes présente quelques différences avec le canon de 7 pouces : la vis de culasse, le manchon du tonnerre, auquel elle est vissée, ainsi que le manchon porte-tourillons sont en fer forgé. Ces pièces sont indiquées dans la coupe par des hachures moins serrées. Tous les autres manchons sont en fer à rubans. Le cylindre de l'âme est en acier fondu.

Ces canons, se chargeant par la bouche, sont certainement les pièces les plus solides et les plus sûres que l'on puisse construire pour les gros calibres. Mais c'est une fabrication qui n'est possible que dans un pays d'une industrie très-perfectionnée, avec le concours d'un puissant outillage et d'un excellent personnel.

Le tube de l'âme est fourni à la fabrique de canons sous forme de lingot massif par les meilleurs fabricants d'acier. Ce lingot, dont les dimensions varient avec le calibre des canons auquel il est destiné, est étiré au marteau et mis de longueur. On coupe alors deux disques à chacune de ses extrémités, et l'on tire de chacun une barre rectangulaire. Chacun de ces barreaux d'essai étant alors placé sur deux supports, on laisse tomber un poids sur son milieu d'une certaine hauteur ; on apprécie, d'après l'angle sous lequel il est plié, sa dureté, qui doit être différente suivant l'espèce de bouches à feu ; on estime sa force en comptant le nombre de coups qu'il doit recevoir pour prendre une flexion déterminée.

Lorsque l'épreuve de la petite barre a indiqué que la résistance de la matière est suffisante, on fore le lingot. On l'examine de nouveau pour voir s'il n'a ni pailles ni crevasses ; lorsqu'il est reconnu sans défauts, il est alésé au calibre définitif et poli intérieurement. Le tube est alors mis de côté pendant quelques jours, après lesquels il subit une nouvelle visite, dans laquelle on pourrait reconnaître des défauts qui n'étaient pas apparents à la visite précédente. C'est quelque chose d'analogue à l'épreuve de la salle humide, qui est tombée en désuétude dans les manufactures françaises pour les canons de fusil.

En même temps qu'on forait le tube de l'âme on l'a tourné extérieurement, en laissant la partie qui correspond aux renforts plus épaisse que la volée.

Pour le 70 et les canons des calibres inférieurs, les tubes sont trempés à l'huile: mais sir W. Armstrong n'emploie pas ce procédé, et il ne le recommande pas pour les grandes masses d'acier. Nous nous occupons ici spécialement des détails de fabrication du canon de 70.

Lorsque le tube intérieur est complétement terminé, on met en place le premier manchon qui doit l'envelopper. Ce manchon est composé de deux tubes, vissés bout à bout, dont l'un, du côté de la volée, est fait à rubans, tandis que l'autre est en fer forgé ordinaire. Ce dernier, qu'on nomme pièce de culasse, reçoit la vis de culasse. Un tube à rubans est alors forcé de manière à recouvrir le joint du tube précédent et de la pièce de culasse ; ce tube est tourné de façon que sa surface extérieure prolonge celle de la pièce de culasse : cette pièce a ainsi la même épaisseur que le tube à rubans qui le prolonge et le deuxième tube à rubans réunis. Cette disposition se trouve appliquée au canon de 7 pouces (pl. 102). Un tube ou cercle de renfort, composé de quatre pièces, dont l'une est le manchon porte-tourillons, recouvre la pièce de culasse et une partie du deuxième cercle à rubans. Enfin, un deuxième manchon, composé de deux pièces vissées l'une à l'autre, achève de donner l'épaisseur nécessaire. Tous les cercles de renfort sont en fer à rubans, excepté la pièce de culasse et le manchon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte-tourillons qu'on fabrique en fer forgé. Tous ces tubes, cercles ou manchons sont tournés extérieurement et alésés avec soin à l'intérieur. Ils sont mis en place à chaud : on a soin de faire couler de l'eau dans le tube intérieur pendant qu'on pose les cercles de renfort.

On peut dire que le canon Armstrong de 70 se chargeant par la culasse, à rayures *Shunt*, se compose d'un tube intérieur et de trois cercles superposés. Le corps du canon comprend dix pièces tubulaires et la vis de culasse. Il est composé de trois matières différentes : l'acier, le fer forgé massif et le fer forgé à rubans.

Plusieurs personnes avaient pensé que la pose à chaud des cercles de renfort, à une température assez élevée pour augmenter notablement leur diamètre, pouvait exercer une influence sur la trempe et la qualité de l'acier qui compose le tube extérieur. Des tubes qui ont été retirés et éprouvés indiquent que cet effet est peu sensible et qu'il doit être négligé. Du reste, le tube intérieur d'acier est rafraîchi par un courant d'eau froide pendant tout le temps que dure la pose du premier cercle, qui comprend la pièce de culasse.

2° Projectiles de Sir W. Armstrong.

Obus a segments. — Suivant le système de rayures et le mode de chargement, les projectiles Armstrong sont couverts d'une enveloppe de plomb ou garnis de boutons de cuivre. Dans les deux cas, un métal mou est employé pour fixer le projectile dans les rayures. Mais il y a lieu de signaler des modifications importantes appliquées à la construction des divers projectiles. Les Shrapnels ont été perfectionnés. M. Armstrong en a créé une espèce tout à fait nouvelle et qui a beaucoup attiré l'attention. C'est l'obus à segments (pl. 102).

Un obus cylindro-ogival sans fond est fondu à minces parois. Par la base restée libre on introduit des segments qui remplissent à peu près exactement l'espace intérieur en laissant au milieu un canal cylindrique. Lorsque les segments sont en place, on coule du plomb dans les intervalles, de manière qu'ils ne peuvent plus faire aucun mouvement et qu'ils forment pour ainsi dire une seule masse avec l'enveloppe. On force alors le culot qui doit fermer l'obus.

Cela fait, on introduit par l'ouverture antérieure ou œil de la fusée un tube en cuivre qui renferme la charge d'éclatement, puis on visse la fusée qui maintient ce tube en place.

Le projectile ainsi construit a une densité considérable et une solidité suffisante pour servir de projectile plein dans bien des cas, en particulier pour l'artillerie de campagne, en supprimant la fusée ; il pourrait être tiré comme un boulet, soit contre des colonnes profondes, soit pour détruire les fortifications passagères ou le matériel de l'artillerie. Si, au contraire, on le munit d'une fusée, au moment de l'inflammation de la charge l'enveloppe se brise et laisse disperser les segments, qui agissent comme les balles dans l'obus Shrapnel.

L'idée très-ingénieuse de sir W. Armstrong n'a pas réalisé tous les avantages qu'elle semblait promettre. L'obus à segments a eu le sort de la plupart des objets à destinations multiples. Comme projectile plein, il n'est pas toujours d'une résistance suffisante ; comme obus à balles, il est inférieur à un Shrapnel bien combiné. La forme irrégulière des segments leur fait perdre rapidement leur vitesse dans l'air, et elle nuit à la précision du tir. Il semble pourtant que cette idée, avec quelques modifications, puisse conduire à créer, pour l'artillerie de campagne, un projectile qui satisferait à toutes les conditions.

Obus Shrapnel. — La planche 102 représente l'obus Shrapnel, construit par sir W. Armstrong. Un cylindre en fonte, muni d'un fonds qui fait corps avec lui,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renferme les balles et la charge d'éclatement. La partie ogivale, qui est extérieurement en fer mince, est formée, à l'intérieur, par un bloc de bois forcé sur le cylindre et fixé par des pointes. Le canal intérieur renferme la fusée près de la pointe, puis un tube en cuivre plein de poudre. Enfin, près de la base du cylindre, un vide a été ménagé pour renfermer la plus grande partie de la poudre. Ce vide communique avec le canal rempli de poudre qui prolonge la fusée. La charge d'éclatement est séparée des balles par une plaque en fer battu que nous nommons le culot. Enfin, les balles sont empâtées dans une composition de résine qui se fond au moment de l'explosion, mais ne permet aucun ballottement dans les transports.

Lorsque la fusée enflamme la charge d'éclatement, le culot est chassé en avant, entraînant les balles et la pointe en bois doublé de fer. Le cylindre qui sert d'enveloppe n'est pas brisé ; il agit comme une bouche à feu tirant à mitraille. Les balles reçoivent ainsi un accroissement de vitesse. L'expérience a prouvé que, par ce moyen, leur dispersion est régulière et leur puissance balistique considérable. — L'idée de cette nouvelle construction de Shrapnels est due au colonel Boxer.

Obus ordinaires. — Sir W. Armstrong a beaucoup étudié les obus ordinaires, et il a créé plusieurs modèles très-réussis, qui renferment de grandes charges d'éclatement et produisent de très-grands effets de destruction. Nous nous en occuperons, ainsi que des projectiles pleins, en relatant les expériences officielles qui ont été faites en Angleterre pour l'étude de nouveaux systèmes d'artillerie.

Affut de place et de marine en fer forgé. — Nous allons parler d'un des travaux de M. Armstrong dont le succès n'est contesté par personne. Les affûts en tôle ont été adoptés avec de très-légères modifications par l'artillerie anglaise pour les places et la marine. La planche 133 représente le canon de 9 pouces (228mm,16) monté sur affût marin en tôle de fer. L'affût est supporté par un châssis en fer.

L'affût se compose de deux flasques en forte tôle de fer réunis par un fond et des cloisons également en tôle. Chaque flasque est composé d'une seule feuille de tôle repliée à angle droit sur le pourtour, renforcée et rendue rigide par des pièces de tôle en équerre. Les différentes pièces sont fixées par des rivets. L'ensemble de la construction est simple et solide. Il faut surtout remarquer l'emploi d'une seule feuille de tôle qui permet de gratter et de repeindre toutes les surfaces pour prévenir la rouille, sans qu'on ait besoin de rien démonter.

Dans beaucoup de systèmes d'affûts en tôle, en particulier dans les nouveaux modèles de notre marine, on a adopté une disposition toute différente. Deux plaques de tôle parallèles et en partie repliées constituent le flasque qui a ainsi l'apparence des anciens flasques en bois. Il n'est plus possible de visiter les surfaces intérieures une fois qu'on a monté l'affût.

La partie supérieure du flasque présente un encastrement demi-circulaire dans lequel se loge le tourillon du canon. Dans d'autres modèles, une pièce en bronze ajoutée au flasque porte l'encastrement des tourillons (*Trunion collar*). Dans tous les cas, une susbande (*cap square*) maintient les tourillons dans leur logement. Cette susbande est fixée par des boulons dont la tête est visible à l'extérieur et dont l'écrou appuie sur la surface intérieure du rebord supérieur du flasque.

Chaque flasque porte à sa partie inférieure deux roulettes : la roulette antérieure (*front cavage truck*), et la roulette postérieure (*rear cavage truck*). Cette dernière est montée sur un excentrique. Lorsque le petit diamètre de l'excentrique est à la partie inférieure, le derrière du flasque s'abaisse en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps que le devant s'élève, et la roulette antérieure ne porte plus sur le châssis directeur. Le flasque repose alors sur le châssis par son côté inférieur et le déplacement de l'affût exige un grand effort à cause du frottement de glissement rendu considérable par le poids du système. On donne cette position à l'affût avant le tir, après qu'on l'a mis en batterie, afin de diminuer l'étendue du recul.

Lorsque la pièce est chargée et qu'on veut la ramener vers l'embrasure, on fait tourner la roulette postérieure de manière à placer à la partie inférieure le grand axe de l'excentrique et à le fixer dans cette position. L'affût est alors supporté par ses roulettes et il n'exige que peu d'efforts pour être mis en batterie.

Avec les pièces de la nouvelle artillerie qui tirent à fortes charges relativement à leur poids et lancent de lourds projectiles, le recul est des plus violents. Aussi le frottement de glissement n'est pas suffisant pour le limiter et on aurait encore à donner au châssis une longueur trop considérable que les nécessités du service ne permettent pas d'accepter. Il a fallu créer une nouvelle résistance au recul ; c'est ce que le *compresseur* (*compressor*) a parfaitement réalisé.

Des plaques verticales sont fixées à la partie inférieure de l'affût. Ces plaques sont comprises entre de longues plaques de fer (*slide compressor plates*) fixées au châssis et qu'on peut serrer plus ou moins pour créer un frottement considérable. A cet effet, un levier à poignée est placé sur le flasque droit ; un servant fait effort pour l'abattre et opérer un premier serrage ; il fixe le levier au moyen d'une chevillette dans la position qu'il lui a donnée. Sur le flasque gauche se trouve un système de serrage analogue, excepté qu'il agit automatiquement ; on peut le voir sur l'élévation (pl. 155) où il est placé verticalement au milieu de l'affût. Ce levier (*compressor liver*) porte à sa partie inférieure une saillie ou came. On voit dans la même figure fixé sur le châssis, un peu au-dessous et à droite du levier du compresseur, un taquet qui porte aussi une dent et qui peut tourner autour d'un axe qui traverse la face gauche du châssis. Lorsqu'on met en batterie, la dent du levier rencontre le taquet qui cède et n'agit pas sur lui. La dent du taquet agit au contraire à la façon d'un cliquet pendant le trajet en arrière ; heurtée par l'extrémité inférieure ou dent, elle rabat violemment le levier, fait tourner la vis qu'il commande et complète le serrage. Une plaque (*buffet*) composée de deux plaques de fer entre lesquelles est une plaque de caoutchouc est employée dans les derniers modèles pour supporter le choc du levier quand il est abattu dans le recul ; cette plaque est fixée au châssis.

Lorsqu'on veut remettre en batterie, on relève les leviers pour détruire le frottement du compresseur.

Le châssis qui porte les plaques de pression est en fer forgé. Il est consolidé par une croix de saint André en fer. Il est supporté par quatre roulettes et fixé à une cheville placée dans le bordage du navire ou au pied du talus intérieur, s'il s'agit d'une fortification. Les roulettes se meuvent dans des voies circulaires en fer pour le pointage latéral. Le pointage en hauteur, qui sert à donner l'angle de tir, est donné à la pièce au moyen de deux arcs dentés mus par des pignons fixés à l'affût. L'axe de ces pignons porte extérieurement une boîte à leviers, au moyen de laquelle deux hommes peuvent soulever rapidement la culasse des plus gros canons. Un coin maintient la pièce dans la position où on l'a placée.

Il resterait à indiquer beaucoup de dispositions accessoires toutes bien comprises, comme les anneaux de manœuvre latéraux (*eye bolts*), les bragues, etc. Mais ces détails, quelle que soit leur importance, ne pourraient intéresser qu'un très-petit nombre de lecteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, les nouveaux affûts de marine et de place en tôle de fer sont une des créations les plus réussies de sir W. Armstrong ; ils renferment plusieurs nouveautés de première importance que l'on applique partout, entre autres le *compressor* qui y est bien combiné. Pour les personnes qui ont pu les voir à l'Exposition universelle, il est inutile de rappeler la perfection du travail qui faisait considérer à tort ces affûts comme des objets de luxe.

AFFUT DE CAMPAGNE EN FER ET ACIER. — Sir W. Armstrong a fait un modèle d'affût de campagne en fer. C'est une construction simple et qui a justement attiré l'attention. Nous regrettons vivement de ne pouvoir pas en donner le dessin. Le fer à cornière sert à faire les flasques et la flèche composée de deux pièces qui convergent vers la crosse.

Les roues surtout présentent de l'intérêt. Elles comprennent un moyeu et le cercle muni d'un rebord pour augmenter sa rigidité. Il y a deux systèmes de rais en acier ayant la même écuanteur, mais en sens inverse. Un rai penche vers l'intérieur de la voiture, le deuxième penche vers l'extérieur, et ainsi de suite. Il y a donc deux systèmes de mortaises pratiquées sur le moyeu. Les rais sont cylindriques ; ils comprennent la patte et le corps du rai fileté vers son insertion dans le cercle. Un écrou mobile remplace l'épaulement du côté du bandage. On peut ainsi changer un rai sans démonter la roue ; il suffit de dévisser l'écrou et de tirer le rai au dehors par le trou du cercle.

Le corps d'affût ne soulève aucune objection. La forme est élégante et la solidité paraît assurée. Il n'est pas possible de se prononcer d'une manière aussi explicite pour les nouvelles roues. Il reste à voir par l'usage si le constructeur a réussi à leur donner l'élasticité qui est nécessaire à leur conservation dans les divers accidents du service.

FUSÉES DE PROJECTILES CREUX.

FUSÉE A COLONNE DE SIR W. ARMSTRONG. (Pl. 106.)

Sir W. Armstrong s'est proposé de construire ce modèle de fusée de telle sorte que l'action percutante n'ait son effet que sous l'influence d'un choc direct très-violent ; en même temps, il voulait qu'un choc d'intensité moyenne produisît l'inflammation lorsqu'il s'opère obliquement. Dans le tir sur les vaisseaux, la fusée ainsi construite ne devait pas s'enflammer en pénétrant dans l'eau, ce qui aurait pu déterminer l'explosion du projectile avant qu'il ait frappé le navire ennemi.

D'un autre côté, la fusée devenait assez sensible latéralement pour que l'explosion eut lieu lorsque le projectile frappait le but obliquement, comme dans le tir à ricochet.

Dans les épreuves comparatives du matériel Armstrong et Whithworth cette fusée a été trouvée très-bonne. Elle se compose d'un cylindre en bronze *a* fileté à sa partie extérieure qui est le corps de la fusée et en renferme toutes les pièces ; il est fermé à la partie supérieure par un tampon également en bronze *b*, qui est invariablement fixé par le sertissage des bords du corps lorsque la fusée est chargée ; un disque *h* fixé à frottement ferme la partie inférieure ; lorsque la fusée a pris feu, la tension des gaz le chasse à l'intérieur du projectile et la charge d'éclatement prend feu. On voit déjà que cette fusée ne peut nullement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être détériorée par l'action de l'humidité de l'air. La pièce *c*, munie d'ailettes, est ce qu'Armstrong nomme la *colonne*.

Elle porte dans un canal cylindrique longitudinal la poudre pressée qui doit communiquer le feu à la charge d'éclatement ; à sa partie supérieure est fixé un cylindre *k*, qui porte la composition fulminante.

La colonne repose à la partie inférieure dans une cavité sphérique. Si elle était libre, elle pourrait se porter en avant ou frapper latéralement de la tête en oscillant autour de sa base qui est également sphérique. Mais elle est fixée par des pièces *d*, *e*, *f*, qui sont composées d'un alliage d'antimoine et d'étain. La pièce *f*, fixée à la fraisure intérieure du couvercle supérieur *b*, embrasse la partie antérieure de la colonne en avant des ailettes. *e* est un coin maintenu en place par le manchon *d* qui peut glisser à frottement dur dans l'intérieur du corps. Cet anneau *d* maintient les ailettes et s'oppose à tout mouvement latéral de la colonne.

Sous l'influence du premier choc des gaz, lorsqu'on lance un projectile, l'anneau de calage *d* se porte en arrière, en vertu de son inertie, la pièce de calage tombe et la fusée n'est plus maintenue que par le manchon *f*. Pour se porter en avant, il faut que la colonne écrase ce manchon ; pour se mouvoir latéralement, il faut qu'elle brise les oreilles *g*. On comprend qu'en choisissant un alliage convenable et en déterminant par l'expérience les dimensions des pièces *f* et *g*, il est possible de donner avec beaucoup de précision à l'appareil percutant le degré de sensibilité qu'il est nécessaire d'obtenir.

FUSÉE A TEMPS ET A PERCUSSION DE SIR W. ARMSTRONG. (Planche 107, figure 5.)

Cette fusée, qui nous paraît fort compliquée en la comparant à celles qui sont en service chez les diverses nations du continent européen, se compose de deux fusées distinctes, qui sont superposées. Ces fusées ont été employées séparément avec succès ; mais on les réunit dans un même projectile, afin d'assurer l'inflammation de la charge d'éclatement dans tous les cas. Nous ne prétendons pas que ce problème ne puisse être résolu d'une manière plus simple, sans sacrifier aucun avantage. Mais il faut voir dans cette double fusée, fort complexe, un exemple de l'esprit qui a dirigé les Anglais dans leurs recherches relatives à l'artillerie nouvelle. Ils ont posé nettement et sans réticence les conditions qu'il fallait remplir, et ils n'ont reculé devant aucune dépense, pourvu que les modèles proposés fussent susceptibles d'y satisfaire avec certitude. Ils ont obtenu ainsi des effets remarquables et souvent inattendus. Plus tard les simplifications sont venues ; beaucoup sont encore à venir ; mais il est certain qu'une marche pareille assure les chances les plus favorables pour obtenir les meilleures créations. Ces chances sont augmentées, en Angleterre, par la facilité que l'organisation du pays et de son industrie donnent à tous les inventeurs de s'occuper utilement des questions relatives à l'armement. Cette dernière condition n'existe guère en dehors du Royaume-Uni. De plus, dans toutes les artilleries du continent, au lieu de chercher franchement à obtenir les résultats les plus avantageux, on s'est le plus souvent contenté de chercher les moyens d'obtenir un résultat dont on pût se contenter à la rigueur, et qui ne coûtât pas trop cher. Ces recherches, ordonnées par les gouvernements, ont produit des travaux ingénieux où beaucoup d'officiers d'artillerie ont montré une intelligence remarquable. Mais en exceptant les premières bouches à feu rayées de campagne, inaugurées en France, c'est en Angleterre qu'on trouve en ce moment les inventions les plus remarquables pour l'artillerie nouvelle. Cette digression ne nous a pas paru inutile pour décider le lecteur à étudier avec attention le système de deux fu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sées, l'une *à temps*, l'autre *à percussion*, qui composent la fusée dite *à temps et à percussion*.

La dernière est simplement posée contre un appui ménagé dans l'intérieur du projectile; elle est pressée et maintenue par la fusée à temps qui est vissée dans l'ouverture ou *œil* de l'obus, taraudé à cet effet.

Fusée à temps. — Elle se compose de 7 pièces différentes.

1° Le corps A, en bronze, taraudé extérieurement à sa partie inférieure, qui se visse dans le projectile. L'intérieur comprend plusieurs cavités qui renferment l'appareil percutant *d*, une chambre d'explosion *c*, un trou cylindrique qui communique avec l'extérieur pour l'échappement de gaz.

Le corps porte encore deux rainures circulaires qui sont vues dans la coupe en *a* et *b*. La première est pratiquée sur la base supérieure de la portion du corps qui a le plus gros diamètre; l'autre est creusée un peu au-dessus, sur la surface extérieure du cylindre de plus petit diamètre qui prolonge le corps, et qui est taraudé à sa partie supérieure. Ces deux rainures circulaires de section carrée sont remplies de composition. L'une *a* sert à communiquer le feu de l'appareil percutant à l'autre *b*, qui est le véritable canal de la fusée à temps.

2° Un anneau circulaire *m*, massif partout, excepté à l'endroit où se trouve une cavité remplie de composition qui sert à faire passer l'inflammation du conduit *a* dans le conduit *b*. Quand l'écrou supérieur n'est pas serré, cet anneau peut tourner autour du corps.

3° Un cylindre fermé ou chapeau taraudé, qui se visse à la partie supérieure du corps.

L'appareil percutant se compose d'une pointe en acier, fixée au bas de la cavité, et d'un marteau ou percuteur *d*, qui porte deux canaux percés suivant sa longueur. Le plus court, situé en bas, vis-à-vis la pointe d'acier, est rempli de composition fulminante; l'autre est plein de poudre tassée. Le percuteur force à sa partie supérieure, et il ne pourrait pas monter davantage; mais il tomberait sur l'aiguille, s'il n'était pas retenu par une calotte hémisphérique en cuivre mince embouti, qui est percée au centre et s'appuie en haut sur une saillie circulaire pratiquée à l'extérieur du marteau, en bas sur la vis qui porte l'aiguille et ferme la chambre de percussion. Le marteau se trouve ainsi fixé, à moins d'un choc très-violent, et encore il faut que ce choc le pousse vers l'aiguille. C'est ce qui arrive dans le tir; le percuteur résiste au mouvement, en vertu de son inertie; il écrase la calotte de cuivre et vient frapper l'aiguille par la partie qui est garnie de composition fulminante. Cette composition s'enflamme et communique le feu au canal circulaire *a*. Lorsque la flamme arrive à la cavité de communication percée dans l'anneau *m* (cavité qui est visible à la droite de la section de cet anneau, dans la figure 5), elle gagne le canal d'amorce *b*, qui la transmet à la charge d'explosion *e*, laquelle met le feu à la charge d'éclatement de l'obus. Mais comme l'anneau *m* est susceptible de tourner, on peut établir cette communication à l'endroit du canal d'amorce que l'on veut; c'est ainsi que la fusée peut être préparée pour des durées variables.

Au moment du tir, on règle la fusée pour déterminer l'éclatement au bout d'un temps fixé ou à une distance déterminée. Pour cela, on desserre légèrement le chapeau ou écrou supérieur; puis on tourne l'anneau *m* de manière à faire arriver la cavité de communication à l'endroit du canal d'amorce *b*, qui convient pour la durée de combustion qu'on veut obtenir. On est guidé, pour mouvoir l'anneau, par des graduations tracées sur une bande de papier collée autour du corps de la fusée. Ces divisions, qui correspondent à des longueurs égales de matières fusantes, donnent les secondes et dixièmes de secondes. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zéro est placé à l'endroit où commence la composition, et la dernière à l'extrémité de la composition. Ainsi on voit que les rainures circulaires qui renferment la composition sont interrompues en un point, de manière que les deux extrémités ne communiquent pas. L'opération pour régler la fusée étant terminée, on serre l'écrou ou chapeau, et l'anneau se trouve invariablement fixé.

Un disque de carton comprimé est placé entre l'anneau *m* et la base supérieure du corps de la fusée; il est fixé à l'anneau et n'a qu'une ouverture vis-à-vis la chambre de communication. Il ferme hermétiquement, lorsque l'écrou est serré et isole entièrement le canal *a*. Un autre disque de carton s'interpose entre l'anneau *m* et l'écrou de serrage supérieur.

Dans les premières fusées à temps, le percuteur était composé d'un alliage cassant d'étain et d'antimoine. Il était maintenu par des oreilles qui cassaient au moment du tir. Depuis, on l'a fait en bronze, et l'on a adopté le ressort de suspension en cuivre embouti.

La composition fusante renferme :

Salpêtre.	46,4
Soufre.	14,3
Pulvérin	39,3
Total. . . .	100

La composition détonante est composée de :

Sulfure d'antimoine	12
Chlorate de potasse	12
Soufre.	1
Pulvérin	1

A cette composition, on en superpose parfois une autre en couche mince :

Fulminate de mercure.	4
Chlorate de potasse.	6
Verre pilé.	2

Le tout est recouvert d'un vernis.

Fusée à percussion (partie inférieure de la figure 5). — Elle se compose d'un corps cylindrique en bronze, muni d'un fond qui fait corps avec lui. Ce fond, légèrement fraisé extérieurement, porte deux trous et une pointe en acier. Les trous servent à communiquer le feu de la fusée à temps qui est au-dessus. Le corps de la fusée à percussion est fermé à la partie inférieure par un épais disque de bronze, percé d'un trou en son milieu. Dans l'intérieur se trouve le marteau ou percuteur *k*, qui est cylindrique extérieurement. Comme le marteau *d*, il renferme de la poudre tassée en *k* et de la composition détonante en *h*; ces deux compartiments communiquent par un orifice percé suivant l'axe. Une partie de l'extérieur du corps est embrassée, à frottement doux, par un anneau de calage placé à la partie supérieure; cet anneau S peut glisser dans l'intérieur du corps à frottement rude. Il est maintenu par un ressort hémisphérique en cuivre rouge, dont la base s'appuie sur le disque inférieur qui ferme la fusée. Un autre ressort de même nature empêche le marteau de se porter en avant. Il est appuyé par une fraisure sphérique pratiquée dans l'anneau de calage. Le marteau se trouve ainsi très-solidement fixé pour les transports.

Au moment du tir, l'anneau de calage, résistant au mouvement, a un poids assez fort pour forcer le ressort sphérique inférieur et descendre vers la base. Le marteau n'est plus alors maintenu, dans le sens de la longueur de la fusée et dans la direction de la pointe d'acier, que par le ressort supérieur. A l'arrivée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au but, la vitesse acquise par le marteau le porte en avant ; il écrase le ressort sphérique et vient frapper l'aiguille ou pointe d'acier, ce qui produit presque instantanément l'inflammation. Ainsi dans la fusée à percussion il y a deux mouvements distincts. Dans le premier, au départ, elle se prépare, elle s'arme ; dans le deuxième, à l'arrivée au but, elle fait feu.

On comprend que la réunion de ces deux fusées dans un même projectile doit assurer l'inflammation de la charge d'éclatement dans tous les cas. En Angleterre, on s'est préoccupé, en plus, de produire l'explosion du projectile, non-seulement avec certitude, mais encore dans le moment le plus favorable, pour qu'il produise le plus d'effet possible. On est arrivé à une extrême précision pour faire éclater à volonté le projectile quand il a traversé un obstacle, ou pendant qu'il le pénètre, ou avant la pénétration, dès qu'il frappe le but.

Les fusées à percussion ne doivent détoner que sous l'influence d'un choc très-violent ; autrement elles présenteraient les plus grands dangers dans les transports et dans les mouvements du matériel. On les éprouve en les faisant tomber de 6 mètres de hauteur sur une plaque épaisse de fonte ; ce choc ne doit pas produire l'inflammation. Malgré cela on transporte les fusées dans un compartiment séparé de la poudre et des projectiles creux, elles ne sont mises en place qu'au moment du tir.

Cette fusée à percussion n'a son effet assuré que si le projectile ne frappe pas trop obliquement. Elle convient moins que la fusée à colonne au tir sous les grands angles.

FUSÉES DU COLONEL BOXER.

Le colonel Boxer a imaginé plusieurs modèles de fusées à temps et à percussion, qui ont pour caractère principal la simplicité et le bon marché. Ces divers modèles, inspirés par le désir d'obtenir économiquement l'éclatement des projectiles, sans sacrifier la certitude d'inflammation et la précision, ont fait une concurrence parfois heureuse aux inventions ingénieuses de sir W. Armstrong.

Fusée ordinaire à temps.—Le modèle que représente la fig. 8 (pl. 107) doit être considéré comme un perfectionnement des fusées ordinaires des obus sphériques. Le corps de la fusée est percé, suivant son axe, d'un canal qui aboutit à la tête, mais ne traverse pas de part en part. Un massif est ménagé dans le bois du corps, vers le petit bout. Ce canal d'amorce est doublé intérieurement de carton roulé et serré, avant qu'on y presse la composition. Cette enveloppe de carton est très-favorable à la conservation de la fusée et à la régularité de sa durée de combustion. Elle empêche que la composition soit alternativement comprimée ou séparée du corps, suivant les effets de la chaleur, de l'humidité ou de la sécheresse sur le bois. Il est rempli de composition fusante, à la manière ordinaire. Mais vers le haut, une certaine longueur est occupée par de la poudre pressée, dont la vivacité de combustion est double de la composition fusante. La partie supérieure est fermée par une vis en bronze qui porte en son milieu une broche en cuivre rouge, sur laquelle sont enroulés plusieurs brins de mèche à étoupille, qui vont sortir à l'extérieur par un trou qui aboutit à la gorge. Cette gorge est parfaitement fermée par des bandes de papier et de carton. En plus du canal d'amorce, deux canaux, qui sont destinés à mettre le feu à l'intérieur du projectile, sont creusés parallèlement à l'axe suivant des plans passant par l'axe, qui font entre eux un angle droit ; ils sont creusés en partant du petit bout. Ils sont croisés de distance en distance par deux séries d'orifices qui partent de l'extérieur en se dirigeant vers le centre, mais qui s'arrêtent à une petite distance du canal d'amorce. L'une des séries de trous correspond aux durées de 2, 4,..... 18″,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre aux durées de 3, 5,..... 19″, qui sont marquées vis-à-vis de points noirs correspondant aux divers orifices sur le papier qui enveloppe le corps de la fusée extérieurement. Ces orifices et les deux canaux latéraux sont remplis de poudre.

Pour se servir de la fusée, on commence par achever de percer le trou qui correspond à la durée qu'on veut obtenir. On se sert pour cela d'une mèche et d'un crochet particuliers. Il suffit, après avoir embrassé le corps vis-à-vis cet orifice, de pousser en tournant le manche qui porte la mèche, jusqu'à ce qu'on éprouve une résistance. A ce moment, la mèche aura pénétré dans le canal d'amorce. Cette opération se fait avec facilité, précision et promptitude. Il ne reste à percer qu'environ 3 millimètres d'épaisseur de bois. Le dernier trou vers le massif est toujours percé à fond. Il n'en peut résulter aucun inconvénient, puisqu'il correspond à la plus grande longueur de la composition fusante. On est ainsi assuré que l'explosion finira toujours par se produire, pourvu que la fusée ait pris feu, même si l'on avait négligé, dans la chaleur de l'action, d'achever de percer un des autres orifices. Cela fait, on engage la fusée dans l'œil du projectile, et on la fixe en faisant un léger effort avec la main et en la tournant en même temps. L'œil étant taraudé en filets très-fins, on visse par ce moyen la fusée, qu'il est très-facile de retirer ensuite, en agissant de la même manière en sens inverse. Comme cette fusée est fragile, il faut bien se garder d'employer un marteau pour la mettre en place ou la retirer.

Quand la fusée est fixée, on enlève la bande de carton qui protége la gorge, et l'on découvre les bouts des brins de mèche à étoupille, qui s'enflammeront dans le tir.

Fusée percutante à temps (fig. 1, pl. 107). — Elle est semblable à la précédente; mais les brins de mèche à étoupille, au lieu d'être retenus par une broche, sont seulement enroulés au-dessus de la composition de poudre pressée qui précède la composition fusante dans le canal d'amorce. Le colonel Boxer a encore réduit l'épaisseur qu'il reste à percer pour fixer la durée de combustion. Mais la différence essentielle tient à l'adjonction d'un mécanisme percutant qui se compose d'un cylindre en bronze *b*, ouvert à la partie supérieure et portant sur sa base *e* la composition fulminante qui doit enflammer l'amorce. Ce cylindre est fixé à la tête de la fusée par un pas de vis. Il renferme un marteau *c* tenu en place par un fil de cuivre qui le traverse et qui traverse aussi le cylindre. Lorsque le marteau est en place, on ferme la chambre de percussion avec une vis *a*, qui doit être enfoncée jusqu'à ce qu'elle touche le marteau, et ne lui permettre aucun mouvement vers la tête. Au moment du départ du projectile, le marteau *c*, résistant au mouvement, casse le fil de cuivre, vient frapper la composition explosive *e* par sa tête *d*, qui est à angle vif, et il l'enflamme. La gorge où aboutissent les brins de mèche à étoupille est moins profonde que dans le premier modèle. Elle est fermée par une bande de cuivre mince et une bande de carton. Au-dessus de cette gorge, on en a pratiqué une autre, moins prononcée encore, dans laquelle sont des fils de cuivre fortement serrés, pour consolider la fusée. Les canaux d'inflammation *gh* sont mal tracés dans la figure 1 ; ils doivent être parallèles à l'axe de la fusée comme dans la fig. 8.

Ajoutons que l'inflammation par la percussion paraît si assurée, qu'on n'attache plus grande importance à l'inflammation directe au moyen des brins de mèche à étoupille.

Fusées à percussion du colonel Boxer. — Elles sont très-simples, mais offrent moins d'invention que les précédentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 4 représente un des modèles qui ont été employés pour les projectiles de M. Whithworth. Elle ne renferme que quatre pièces, qui sont toutes en bronze. Le corps *a* renferme une chambre qui contient le marteau *c* et le cylindre de calage *d*. Cette chambre est fermée à la partie supérieure par une vis, qui porte à l'intérieur une pointe pour enflammer la composition ; elle se prolonge dans l'intérieur du projectile par un canal d'un plus petit diamètre, rempli de composition vive. Le percuteur *c* porte, vis-à-vis la pointe, la composition fulminante et de la poudre tassée dans le canal central qui règne dans toute sa longueur. Il est maintenu en place par l'anneau de calage *d*, qui force un peu sur le marteau et aussi contre la surface de la chambre du corps. Au départ du projectile, cet anneau *d* abandonne sa position et vient choquer le rebord du marteau. Comme une rainure circulaire est ménagée dans ce rebord, et que le bas du cylindre de calage est taillé à angle aigu, les deux pièces se forcent l'une contre l'autre, de manière à faire pour ainsi dire corps. A l'arrivée au but, elles continueront leur mouvement ensemble et ajouteront leur masse, pour produire un choc plus intense de la composition explosive contre la pointe. Cette disposition ingénieuse est d'un effet certain, parce que le percuteur est plus lourd que son anneau de calage. La fusée, étant en bon état quand on veut l'employer, peut donner de bons résultats. Elle est simple et peu coûteuse. Mais elle est fondée sur un principe qui, quoique exact en théorie, présente de sérieuses difficultés dans la pratique. Tout dépend de l'intensité du frottement du cylindre de calage sur l'intérieur du corps et sur l'extérieur du percuteur. Il est fort difficile de garantir la précision absolument rigoureuse, dans tous les cas, qui serait pourtant indispensable ; si le frottement est trop fort, l'inflammation peut ne pas se produire dans le tir ; s'il est trop faible, il en peut résulter des accidents graves.

Aussi peut-on considérer comme un perfectionnement la modification indiquée fig. 6. Un fil de cuivre traverse le percuteur et le cylindre de calage. On peut avoir des frottements doux ; la sécurité dans les transports et le plus ou moins de sensibilité dans le tir dépendent du diamètre de ce fil. On rentre ainsi dans le principe excellent toujours appliqué par sir W. Armstrong ; on fait dépendre l'explosion de la rupture ou de l'écrasement d'une pièce de résistance déterminée et peu variable dans une fabrication courante.

Les fusées à percussion, fig. 2 et fig. 7, sont d'une construction encore plus simple. Celle qui est représentée fig. 2 et fig. 3 comprend un corps *c*, dans lequel est un vide cylindrique qui se continue vers le petit bout par une cavité hémisphérique remplie de poudre pressée et communiquant à l'intérieur du projectile par plusieurs petits orifices. Dans le vide cylindrique, on place d'abord un cylindre *b*, fraisé sur l'une de ses bases, qui porte la composition fulminante et des orifices de communication avec la poudre pressée ; puis on ferme avec une vis *a*, qui a une pointe en biseau et qui appuie sur le cylindre qui porte la composition fulminante. L'explosion se produit lorsqu'à l'arrivée du projectile au but la tête de la fusée est écrasée et refoulée vers l'intérieur. Pour faciliter cet effet, une fraisure pratiquée à l'extérieur dans la vis *a* affaiblit cette pièce. Ici la sécurité dans les transports est certaine ; mais l'éclatement du projectile n'est assuré que pour les cas où le projectile frappe directement, à peu près par la pointe, un obstacle suffisamment résistant.

La fusée qui est représentée fig. 7 est dans les mêmes conditions. Elle est destinée au service de la marine. La vis de la tête a été renforcée, afin d'être certain qu'elle ne s'enflammera pas en frappant l'eau. Le corps est percé de deux trous cylindriques suivant l'axe, qui partent de chaque bout et sont séparés par une cloison conservée dans la masse. Cette cloison remplace la pièce *b* du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modèle précédent. Les deux extrémités sont fermées par des vis. La quantité de poudre tassée dans la chambre d'explosion est plus considérable. Ces dispositions donnent lieu aux mêmes observations que les précédentes. Mais il faut signaler ici l'emploi d'une enveloppe de carton comprimé, analogue à celle de la fusée en bois, pour isoler le plus possible la poudre du bronze, et empêcher des actions chimiques de produire la détérioration de la fusée.

Les diverses fusées que nous venons de décrire ont été l'objet d'un examen des plus minutieux à plusieurs occasions, et en particulier dans les expériences qui ont été faites à Shœburiness pour la comparaison des systèmes Armstrong et Whithworth.

Fusée à percussion Pettmann.

Cette fusée figurait dans les vitrines de l'exposition officielle faite par le ministère de la guerre anglais. La fig. 9 représente une coupe du corps en bronze dont on a retiré toutes les pièces ; la fig. 10 représente la même coupe avec toutes les pièces en place. Pour rendre les explications plus claires, toutes les pièces sont représentées séparément de même grandeur dans les fig. a, b, c, d, k, h qui portent les mêmes lettres que ces mêmes pièces en place dans la fig. 10.

La vis a, la petite sphère d, les percuteurs b, h, la sphère cannelée c sont en bronze ; l'anneau de calage k est en plomb. Nous ne détaillerons pas la forme des différentes pièces que les figures définissent suffisamment. Le percuteur b renferme à sa partie supérieure une cavité sphérique qui sert de logement à une partie de la petite balle lisse d. Autour de cette cavité on a ménagé une rainure circulaire où aboutissent les canaux de communication du feu qui traversent cette pièce ; cette rainure est remplie de composition fulminante que recouvre un disque mince de cuivre. La figure n'indique pas ces détails. La balle c est d'une seule pièce. Les cannelures et la rainure circulaire qu'on voit dans la figure sont destinées à retenir la composition fulminante qu'on applique sur toute la surface sphérique. Cela fait, on la recouvre avec deux hémisphères en cuivre très-mince et on fixe par-dessus une enveloppe de soie.

Supposons maintenant qu'il s'agisse de mettre les pièces en place. On commence par réunir les deux pièces h et k, on introduit un fil de cuivre dans les trous s percés transversalement dans la partie où le percuteur h a le plus petit diamètre. Cela fait, on introduit le système formé par ces trois pièces par l'ouverture du côté de la tête du corps et la vis a fixe toutes les pièces.

Cette fusée paraît présenter de grandes garanties pour la sécurité dans les transports. L'inflammation ne peut se produire que lorsque les pièces a, b, h se sont écartées de manière à rendre libres les sphères c et d. C'est ce qui arrive seulement dans le tir, après que l'anneau de calage en plomb k a été écrasé et que le fil de cuivre qui traverse la pièce h a été brisé.

SYSTÈME D'ARTILLERIE DE M. WHITWORTH. (Pl. 105.)

Le système Whitworth est essentiellement caractérisé par la forme hexagonale de l'âme, le faible pas des rayures qui deviennent très-inclinées, et la grande longueur des projectiles proportionnellement au calibre ; ces trois conditions sont en relation intime et dépendent l'une de l'autre. Sans la grande inclinaison des rayures, il serait impossible de donner à un long projectile le mouvement de rotation rapide qui lui assure une direction stable ; d'un autre côté la résistance du projectile à suivre les rayures augmente avec l'inclinaison des rayures sur les génératrices de l'âme, et il devient nécessaire, dans ces con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditions d'adopter une forme de rayures qui donne la rotation convenable sans exposer à l'arrachement des saillies des projectiles.

On dit que l'âme du canon Whitworth est hexagonale ; ce n'est pas rigoureusement vrai. La section du projectile donne un hexagone dont les angles sont abattus et arrondis par des arcs de cercle qui ont le même centre que l'hexagone. Si l'âme était absolument de même forme, il arriverait que le projectile, étant nécessairement de dimensions un peu plus faibles, porterait sur les faces de l'âme seulement par ses angles, lorsqu'il serait lancé. Pour éviter cet inconvénient et donner au projectile une plus grande surface d'appui, M. Whitworth forme en réalité l'âme du canon de 24 surfaces, disposées comme l'indique la fig. 3 qui représente la section de l'âme d'un canon de 7 pouces de diamètre. L'hexagone avec ses angles arrondis est tracé en lignes pointillées. L'âme du canon est marquée par des lignes pleines. Considérons, par exemple, la face A B de l'hexagone primitif avec les deux moitiés d'arrondissement qui la terminent.

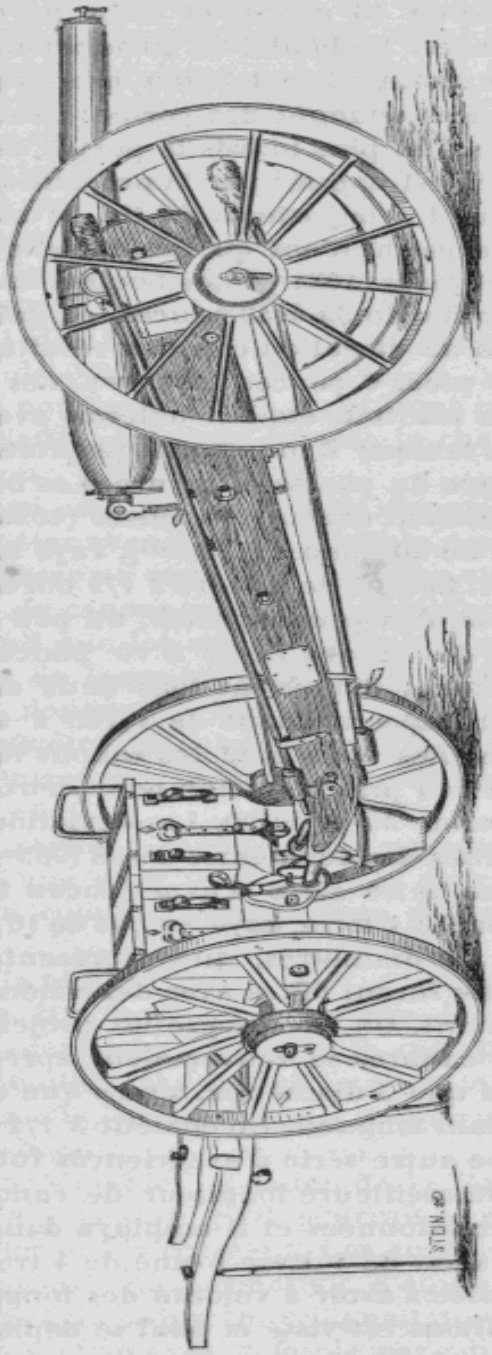


Fig. 1.

M. Whitworth fore d'abord son canon cylindriquement, une portion de l'âme primitive est conservée au centre de chaque face ; dans la coupe (fig. 3) elle est représentée par l'évidement circulaire *a b*, ce qui fait six surfaces. Les lignes *a d* et *b c* qui s'écartent un peu des faces de l'hexagone à partir de *a* et de *b* forment douze surfaces et les six raccordements de ces demi-faces entre elles donnent encore six surfaces, ce qui fait vingt-quatre en tout. M. Whitworth désigne ce calibre par le rayon du cercle circonscrit qui est M A dans la fig. 3.

Ainsi les points des deux faces les plus voisins du centre de l'âme, sont ceux sur lesquels se trouvent les points *a* et *b*, c'est-à-dire le milieu des faces de l'hexagone. Il résulte de cet arrangement que lorsque le projectile (qui se meut comme une vis dans son écrou) tourne dans l'âme à cause du *vent* ou du jeu qu'il a fallu laisser pour rendre le chargement facile, ses six faces sont en contact presque sur la moitié de leur largeur avec six demi-faces de l'âme, et les surfaces d'appui sont considérables en même temps que le projectile se centre et que le vent est réparti également sur tout son pourtour.

Une série d'expériences fut faite par M. Whitworth pour déterminer la portée et la justesse relatives du boulet, en faisant varier le poids. Ils étaient tirés dans un canon de 1 livre (0^{kg},453), long de 50 pouces (1270^{mm}) ; le pas de la rayure était de 20 pouces (50^{mm},8), la charge de poudre de 2 1/2 onces (70^{gr},76) et l'angle de tir de 3°. Les projectiles tirés pesaient 7 1/2, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

onces [1]. Les résultats sont indiqués par le tracé du tableau A, dans lequel les portées obtenues sont représentées par les abscisses et les déviations par les ordonnées. L'échelle pour les dernières est de 300 pouces pour 1 pouce et pour les premières de 6 pouces pour 1 pouce. Les résultats de ces expériences sont très-intéressants.

La plus grande portée, environ 1,200 yards (1097m), fut obtenue avec le projectile de 15 onces, et cette portée fut presque égalée par celui qui pesait 10 onces. Le boulet de 20 onces atteignit la portée d'environ 1,050 yards (960m). En examinant le tableau graphique, on voit que les boulets de 7 1/2, 10 et 15 onces donnent des portées graduellement croissantes, tandis que pour les projectiles plus lourds la portée décroît graduellement et que le minimum de portée est donnée par le projectile de 40 onces.

Quant à la justesse du tir, le meilleur résultat fut donné par le projectile de 20 onces qui n'eut qu'une déviation de 12 pouces (305mm) pour une portée de 1,150 yards (1051m). Les boulets de 10, 15, 25 et 30 (731mm à 1088mm) eurent une déviation de 39 à 43 pouces, ce qui donne un justesse à peu près égale. Le maximum de déviation constaté résulta du tir avec le boulet de 7 1/2 onces qui dévia de 7 pieds 6 pouces (2286mm). Ces expériences tendent à prouver que les meilleurs résultats étaient obtenus avec des boulets pesant de 4 à 8 fois la charge.

Le tableau B montre les résultats des expériences faites pour déterminer l'influence du pas de la rayure. Les boulets employés étaient longs de 3 diamètres et pesaient chacun 16 onces (453gr). Ils furent tirés avec le canon de 1 livre, long de 50 pouces (1270mm), rayé aux pas de 10 pouces, 20, 30 et 45 respectivement. Charge de poudre 2 1/2 onces (70gr,8), angle de tir 3°. Le tableau *c* montre que la plus grande portée, un peu au-dessous de 1,200 yards (1097m), fut obtenue avec des canons rayés à 10 pouces et 20 pouces, tandis que les pas de 30 et 45 pouces donnèrent tous deux des résultats inférieurs, les portées obtenues étant respectivement de 1,125 à 1,145 yards (1028 à 1046). Les déviations des projectiles tirés avec les canons rayés au pas de 45 et 10 furent égales, et il en fut à peu près de même pour ceux qui auraient été tirés avec des canons rayés au pas de 30 et de 20. Les déviations des premiers furent de 48 pouces (1219mm) et celles des deuxièmes de 38 (965mm).

Une autre série d'expériences fut faite par M. Whitworth en tirant avec le canon de 1 livre, rayé au pas de 10 pouces (254mm), des projectiles rayés variant de 1 à 7 diamètres, que représente la fig. 4. D'autres séries d'expériences semblables furent faites avec des canons rayés au pas de 20, 30, et 45 pouces respectivement. On trouva que les projectiles au pas de 30 pouces ou d'un tour sur 22,9 calibres se renversaient après être sortis de l'âme si on les faisait plus longs que 3 diamètres, tandis que ceux au pas de 45 pouces se renversaient lorsque leur longueur excédaient 3 1/2 diamètres.

Une autre série d'expériences fut exécutée par M. Whitworth pour déterminer la meilleure longueur de canon pour une charge et une inclinaison des rayures données et il employa dans ce but le canon que montre la fig. 3. C'était un canon de 1 livre formé de 4 tronçons qu'on pouvait visser bout à bout de manière à avoir à volonté des longueurs de 20, 30, 40, 50 pouces. L'anneau des tourillons est vissé et peut se déplacer suivant que la longueur du canon varie. La fig. 3 montre aussi le clinomètre employé pour pointer exactement et qui était retiré au moment du tir. Le pas de la rayure était de 20 pouces et les boulets employés avaient 3 diamètres de long et pesaient 16 onces (453gr) chacun; la charge de poudre était de 2 1/2 onces, l'angle de tir 3°. Les canons de 20, 30 et

1. Ou en poids français 212, 283, 425, 566, 708, 850, 992 et 1133 grammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

40 pouces donnèrent des portées croissantes, tandis que la longueur du canon étant augmentée jusqu'à 50 pouces, la portée décroît un peu, comme le montre le tableau *c*. La portée maximum obtenue avec le canon de 40 pouces de long fut environ de 1,180 yards (1078^{m}), et les portées données par les canons de 30 et de 50 furent très-peu moindres ; mais avec le canon de 20 pouces la portée se trouva beaucoup réduite, et elle ne fut plus que de 885 yards (809^{m}). Quant à la déviation des boulets, elle décroît très-régulièrement avec l'augmentation de longueur du canon, la plus grande déviation, 59 pouces (1499^{mm}), étant produite lorsque l'âme n'avait que 20 pouces de long.

Les fig. 1 et 2 (pl. 105) montrent l'effet du boulet d'acier à tête plate contre une plaque en fer forgé ; la fig. 1 représente la plaque sur laquelle on a placé les projectiles employés dans l'expérience ; la fig. 2 montre la même plaque vue par derrière et achève de faire apprécier les effets des projectiles. Le diamètre des obus était le même, les longueurs 2, 3 et 4 diamètres ; l'épaisseur de la plaque était de 1 1/2 pouce (37^{mm},5) ; les projectiles furent tirés à la charge de 2 1/2 (70^{gr},76) onces, à la distance 9^{m},10. Dans ces circonstances l'obus de 10 1/2 (297^{gr}) onces pénétra la plaque de 0,5 pouces (12^{mm},6), celui de 16,5 onces (445^{gr}) pénétra de 0,8 pouces (20^{mm},3), celui de 21 onces (585^{gr}) de 0,85 pouces (21^{mm},5).

Les dispositions adoptées par M. Whitworth pour mesurer le recul, sont indiquées par la fig. 9. C'est un bâti dans lequel l'affût est placé comme le chariot d'un tour et peut glisser lorsqu'on tire le canon.

Le soin avec lequel M. Whitworth avait dirigé ces expériences lui donnait la plus grande confiance lorsqu'il s'agit de les répéter avec de grosses pièces devant la commission officielle. Il ne tenait pas à proposer un canon plutôt qu'un autre au gouvernement ; mais il présentait une liste de canons rayés fabriqués d'après son système et qu'on pouvait essayer. Il ajoutait que les ministres de la guerre et de la marine devaient indiquer les besoins de leurs services ; qu'alors il se chargerait de faire des canons capables de donner les résultats demandés, comme de réaliser une portée donnée, de pénétrer d'une épaisseur indiquée dans certaines matières. Il se chargeait d'entreprendre la construction des canons et des projectiles qui produiraient ces effets.

M. Whitworth affirmait que son système de rayure pouvait être d'un emploi général, aussi bien pour les armes portatives que pour les canons et pour les plus gros mortiers. Il est certain qu'il a réussi complétement à faire des carabines et de gros canons très-remarquables.

M. Whitworth produisit son système lorsque la réputation de sir W. Armstrong comme ingénieur d'artillerie était déjà établie. Il a emprunté le système de construction des bouches à feu imaginé par son devancier, mais en le modifiant profondément. Quand il a réussi à attirer l'attention, il a trouvé l'influence du système d'artillerie adopté dominante chez les officiers anglais. La grande nouveauté de ses idées a soulevé beaucoup d'objections.

Beaucoup de gens considéraient comme inacceptable l'abandon de la forme cylindrique pour l'âme et pour le projectile. On pensait qu'il pourrait se présenter des difficultés et même des impossibilités de chargement. Les angles devaient affaiblir le canon. La petitesse des calibres ne permettait d'employer qu'une faible charge d'éclatement pour les projectiles creux. On craignait que ces projectiles n'eussent pas une solidité suffisante surtout avec le faible pas adopté pour les rayures.

Les premiers essais du système ne furent pas toujours heureux. En 1862, un canon de 70 en fer et un canon de 12 en bronze, essayés à Shœburyness, donnèrent des résultats très-satisfaisants pour la portée et la justesse. Les portées étaient un peu supérieures à celles du canon Armstrong de même calibre. Mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on éprouva quelques difficultés dans le chargement. On expérimenta aussi un canon en fer de 120, construit à rubans et rayé d'après les indications de M. Whitworth. Plusieurs autres essais peu étendus furent faits avec des canons de 12. Les résultats n'étaient pas régulièrement bons ; on pouvait craindre l'usure de l'âme par le frottement direct d'un projectile exclusivement composé d'un métal dur. Pourtant le système donnait des espérances ; il avait produit des pénétrations remarquables.

Un fait surtout attira particulièrement l'attention. Jusqu'aux expériences qui furent faites avec les projectiles Whitworth, la cuirasse du *Warrior* était considérée comme invulnérable pour tous les boulets, excepté le boulet sphérique tiré dans le canon lisse de 10.5 pouces (265 millimètres) de calibre. Personne n'aurait pensé qu'on pût le percer avec un projectile creux. M. Whitworth perça la plaque avec des obus tirés par le canon de 120 à 728 mètres ; il la traversa aussi à 546 mètres avec l'obus de 70 livres qui éclata dans le bordage de bois. Ce fait ouvrait une voie toute nouvelle aux progrès de l'artillerie. L'obus avait une forme différente de celles qui sont en usage. Sa tête était aplatie ; mais surtout il représentait cette particularité qu'aucune fusée n'enflammait la charge d'éclatement. Cette poudre prenait feu par suite de la chaleur produite pendant que le projectile pénétrait la plaque. La température obtenue dans le choc faisait même enflammer la charge trop tôt, avant que l'effet de pénétration ne fût entièrement produit. Pour obtenir que l'éclatement se fît à propos dans le bordage en bois, M. Whitworth enveloppa la poudre d'un ou de plusieurs doubles de flanelle qui servaient de matière isolante destinée à retarder l'inflammation. Cet obus est représenté planche 102.

M. Whitworth chercha à modifier ce système pour augmenter la puissance de pénétration de ses projectiles. Le nouvel obus d'acier était à tête plate et portait un cylindre ou tampon d'acier (de 10 centimètres de long et d'environ 5 centimètres de diamètre) fixé à la partie antérieure de sa cavité ; dans la pensée de M. Whitworth la charge intérieure, réduite à une livre anglaise, devait chasser ce tampon en avant comme un canon lance son boulet ; l'obus était assez fort pour ne jamais éclater sous l'effort de cette charge. Ainsi après que l'obus aurait produit tout son effet de pénétration, le tampon recevrait son impulsion et pénétrerait plus avant dans la cible. Un système percutant fixé à un cylindre vissé sur la base de l'obus était destiné à enflammer la charge, mais seulement au moment où la pénétration de l'obus était à peu près obtenue. Plusieurs coups furent tirés avec ces obus aux distances de 364 mètres et 546 mètres. Sans noter tous les incidents du tir nous indiquerons l'effet produit par l'un de ces projectiles qui frappa en plein la cible du *Warrior* à 546 mètres. L'obus pénétra dans la plaque d'armure, sa base était enfoncée à environ 8 centimètres de la surface extérieure. Le tampon fut lancé par la charge d'éclatement à travers le bordage de fer, entraînant un morceau de la plaque brisée et une portion du bordage de fer. Cet obus avait produit rigoureusement l'effet annoncé par M. Whitworth ; il est certain qu'on peut réaliser ainsi une pénétration supérieure à celles qui ont été précédemment obtenues, et que toute muraille de navire cuirassée peut être percée d'outre en outre. Ce projectile n'a pourtant pas été adopté parce qu'on peut obtenir des résultats plus considérables avec un obus qui pénètre moins profondément, mais qui a une charge d'éclatement plus considérable.

M. Whitworth a imaginé un système de boîte à balles qui produit de grands effets et offre l'avantage de ne pas détériorer l'âme des canons. Il faut observer que les boîtes à balles ordinaires se brisent dans l'âme, ce qui fait que les balles s'entre-choquent et battent contre la paroi du canon ; elles sortent de l'âme avec des vitesses différentes et sous des angles différents. M. Whitworth compose sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîte à balles de trois parties : 1° un cylindre creux en fonte qui est entaillé extérieurement suivant trois génératrices pour créer des lignes de moindre résistance ; 2° un culot qui porte une saillie légèrement tronçonique qui entre en partie dans le vide du cylindre auquel il est fixé par des rivets pour les transports; 3° un couvercle en fonte, comme le culot, est également fixé par des rivets. Le cylindre est rempli avec des balles entre lesquelles on coule de la résine, ce qui achève d'assurer la solidité pour les transports. Dans le tir, le culot qui reçoit directement l'effort des gaz pénètre dans le cylindre en le faisant éclater suivant ses trois lignes de moindre résistance ; après cela, le système parcourt le canon sans qu'il y ait séparation. Au sortir de l'âme, la résine est fondue, les trois pièces du cylindre, le culot et le couvercle se séparent et rendent libres les balles qui sont sensiblement animées d'une vitesse égale. Aussi leur dispersion est moins rapide et le tir plus efficace.

Pour les bouches à feu, M. Whitworth a d'abord essayé le chargement par la culasse, auquel il n'a pas tardé à renoncer. Il construit ses canons entièrement en acier. Un canon Whitworth peut être défini un cylindre en acier renforcé par des cercles d'acier. C'est une nouvelle application du canon Armstrong, construit de plusieurs pièces (*a built up gun*). La planche 105 représente l'extérieur des canons de 32, 70 et 150. Nous donnerons en détail la description du canon de 12 et de celui de 70, qui ont figuré aux expériences de Shœburyness.

Le canon de 12 est fait de métal homogène ou d'acier doux avec un cercle de même matière renforçant la chambre de poudre. Le métal est fourni par les fabriques d'acier. Le corps du canon arrive sous forme de lingot massif, fondu, martelé et coupé à la longueur demandée. Le lingot est tourné d'une extrémité à l'autre, et l'on enlève à chaque bout deux morceaux que l'on éprouve pour connaître sa tenacité et pour savoir surtout à quel degré il faudra tremper le canon. L'épreuve ayant fait accepter la qualité de l'acier, le canon est fixé extérieurement sur le tour et percé d'un bout à l'autre. Il est alors chauffé à la température qui a été indiquée par les pièces d'épreuve, et trempé par immersion dans l'huile. Il est ensuite rayé uniformément d'après le système hexagonal. L'anneau qui porte les tourillons est fait d'un bloc massif d'acier ou de fer forgé, percé d'outre en outre et vissé sur le canon.

Une vis de culasse est alors vissée dans la pièce, l'extrémité de l'âme étant préalablement fermée par un petit culot de cuivre qui reste devant la tête de de la vis.

M. Whitworth avait imaginé d'abord de placer dans la vis de culasse un grain en cuivre dans lequel il perçait la lumière suivant le prolongement de l'axe de l'âme. Plus tard il revint à la position ordinaire de la lumière, parce qu'on lui fit observer que la lumière percée suivant l'axe faisait courir quelques risques aux canoniers. Mais comme le nouveau trou de lumière affaiblissait la pièce, il ajouta le cercle dont nous avons parlé (15 pouces de long, sur 0,75 pouces d'épaisseur), qu'il força avec une presse hydraulique. M. Whitworth observa que s'il avait dû d'abord percer la lumière dans la partie supérieure du canon, il aurait augmenté l'épaisseur du bloc qui forme le canon, et il n'aurait pas eu besoin d'ajouter un cercle de renfort.

Pour le canon de 70, M. Whitworth emploie une succession de tubes superposés l'un sur l'autre pour obtenir la résistance nécessaire ; tous les tubes sont de métal homogène ou d'acier doux. Après avoir reçu les lingots, M. Whitworth coupe une pièce comme échantillon à chacune des extrémités ; une portion est tournée, percée d'un trou cylindrique et trempée dans l'huile, et doit servir de guide pour la marche à suivre pour le travail de chaque lingot. Le petit canon ainsi obtenu est éprouvé avec de la poudre. Comme l'effort supporté par le métal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est, dans cet échantillon, de même nature que celui que devra surmonter la bouche à feu dans le tir, cette épreuve est très-rationnelle. On voit du reste que l'épreuve plus simple qui était d'abord pratiquée pour le canon de 12 n'a pas dû sembler suffisante à M. Whitworth.

A la suite de ces expériences faites sur la pièce d'essai, le lingot qui doit fournir le tube intérieur est tourné extérieurement, puis foré d'un bout à l'autre; il est alors chauffé et trempé suivant la marche que l'épreuve a indiquée. On le finit ensuite sur le tour, on l'alèse au calibre définitif et on forme les rayures. S'il est alors sans défaut, il reçoit les cercles de renfort et sert à faire un canon. L'extérieur du tube n'est pas cylindrique; M. Whitworth lui donne la forme d'un cône tronqué dont les génératrices sont inclinées sur l'axe de 1/100; la grande base du cône est vers la bouche. Le cercle qui doit renforcer le tube, et qui est aussi de forme tronçonique, est mis en place du côté de la culasse, et poussé en avant d'une certaine longueur avec une presse hydraulique; la distance à laquelle il est forcé, et que l'expérience a indiquée, détermine ainsi la force avec laquelle il serre le tube intérieur. Les autres cercles sont successivement serrés l'un sur l'autre de la même façon, jusqu'à ce que leurs épaisseurs assurent la solidité du canon. La fabrication de chacun de ces cercles donne lieu aux mêmes soins et aux mêmes épreuves que celle du tube central. Les cercles sont partout de la même épaisseur, excepté dans la portion qui est visible extérieurement, où elle varie un peu pour donner une belle apparence au canon. Les lignes de tous les renforts sont parallèles. Un cercle n'est pas toujours d'un seul morceau; mais les divers anneaux qui le composent sont vissés l'un à l'autre avant qu'on le force à son emplacement.

La culasse du canon est fermée par une vis de culasse de métal homogène qui porte deux taraudages de diamètres différents, mais du même pas; le plus petit correspond au prolongement de l'âme et se visse dans le tube intérieur, le plus grand se visse dans le premier cercle de renfort. La vis se fixe à la fois dans ce cercle et dans le tube intérieur. Un culot de cuivre est placé à l'extrémité de l'axe en avant de la vis de culasse; il est destiné à la protéger contre l'explosion des gaz produits par l'explosion de la poudre.

Le canon Whitworth de 70 se compose d'un tube intérieur et de trois cercles superposés. Le tube intérieur est d'une seule pièce; le premier renfort est formé de trois tronçons, dont deux sont réunis par un taraudage. Le deuxième renfort est aussi composé de trois pièces; celle du milieu qui porte les tourillons est vissée à celle qui est en arrière. Le troisième renfort, qui est plus court, est d'une seule pièce; il couvre l'emplacement de la charge. Ainsi l'ensemble du canon comprend huit pièces tubulaires et la vis de culasse, en tout neuf pièces.

M. Withworth, n'ayant pas vu son système d'artillerie adopté en Angleterre, l'a présenté à l'examen de plusieurs gouvernements étrangers. Il a même installé à Paris un représentant pour la vente de ses canons et de ses machines-outils. Plusieurs bouches à feu du système Withworth ont été expérimentées en France. Le petit canon de montagne, mis en essai à Versailles par l'artillerie de la garde, en 1867, a particulièrement donné d'excellents résultats comme portée, justesse et tension de trajectoire.

Le poids de l'obus vide, fermé par un tampon métallique, était de $1^k,140$: la charge de poudre anglaise étant de 170 grammes, des expériences préliminaires ont prouvé qu'il fallait 180 grammes de poudre française pour donner au projectile la même vitesse.

Dans le tir à 600 mètres, l'angle de tir étant de $1°,20'$, et la ligne de mire faisant un angle de $0°,5'$ à gauche du plan de tir afin de corriger la dérivation : 8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coups d'essai, qui ont tous porté à gauche du but, ont donné les résultats suivants :

NUMÉROS DES COUPS	DISTANCE HORIZONTALE AU CENTRE DE LA CIBLE DU POINT OU LE PROJECTILE A FRAPPÉ	DISTANCE VERTICALE AU CENTRE DE LA CIBLE DU POINT OU LE PROJECTILE A FRAPPÉ	
		AU-DESSUS DU BUT.	AU DESSOUS DU BUT.
	mètres	mètres	mètres
1	0,85	0,25	»
2	0,55	»	0,10
3	0,15	0,20	»
4	0,32	»	0,22
5	0,25	1,10	»
6	0,05	1,00	»
7	0,65	0,55	»
8	0,62	0,25	»

Les obus, renfermant 28 grammes de poudre et munis de leur fusée, pesaient en moyenne 1k,195. Comme l'expérience précédente avait prouvé qu'on pointait trop à gauche pour corriger la déviation, on pointa directement sur le but, en donnant à la pièce un angle de 1°,20' avec l'horizon. Un tir de 10 coups donna les moyennes suivantes :

Écart moyen horizontal (par rapport au point moyen)...	0m,17
Écart moyen vertical (par rapport au point moyen).....	0m,32

Plusieurs projectiles ont pénétré dans la butte de 1m,50 à 2 mètres ; quand on les a déterrés on a trouvé que chacun avait fourni quinze à seize éclats. Quatre projectiles ont éclaté, après avoir traversé les panneaux, avant d'arriver à la butte. Des éclats ont été projetés à plusieurs centaines de mètres. On a pu retrouver un certain nombre de ces éclats, dont les poids variaient entre 120 et 180 grammes.

Le tir à mitraille peut être remplacé, dans ce petit canon, par le tir de sphères rayées qui ont chacune le calibre du projectile ordinaire. M. Withworth a proposé ce système également pour les grosses bouches à feu. On a tiré, toujours à la charge de 180 grammes, 4 coups à 300 mètres dans l'angle de 0°,50', en mettait 3 sphères rayées, pesant en moyenne 383 grammes chacune, dans le canon à chaque coup. Huit sphères ont frappé le panneau large de 4 mètres, haut de 2m,50 ; les 4 autres ont passé au-dessus.

On a tiré deux coups avec cinq sphères à chaque fois, sous l'angle de 1°,20'. Quatre sphères ont frappé le panneau ; les six autres ont passé au-dessus.

Il y a deux modèles de boîtes à balles en fonte pour le canon de montagne.

Le premier contient quatre balles formées d'un alliage de plomb et d'antimoine, qui ont 0m,03 de diamètre, et pèsent chacune 0k,145 : la boîte chargée pèse 1k,240. On a tiré deux de ces boîtes à balles sous l'angle de 1° et de 1°,10' : trois balles ont frappé le panneau près du noir.

Le deuxième modèle de boîte à balles Whitworth, pour le canon de montagne, contient 27 balles en plomb, du calibre de 15mm,5 et du poids de 22 grammes. Deux de ces boîtes à mitraille ont été tirées, avec la charge de 180 grammes, à la distance de 300 mètres, contre un panneau ayant 8 mètres de large et 2m,50 de haut ; la première sous l'angle de 1°,40', et la deuxième sous l'angle de 2 degrés. Le premier coup a mis dix balles dans le panneau ; le deuxième coup a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore plus remarquable : vingt-quatre balles ont atteint le panneau, seize l'ont traversé et douze sont restées encastrées dans le bois.

Le tableau suivant donne les résultats du tir à de plus grandes distances :

	DISTANCES				
	800m	1000m	1200m	1500m	1800m
Angle de tir employé.....	1°,55′	2°,28′	3°,5′	4°,0′	4°,56′
Écart moyen horizontal.....	0m,39	0m,47	6m,63	0m,81	1m,25
Écart moyen vertical.....	0m,54	0m,46	1m,11	1m,15	1m,58
Dérivation moyenne à droite.....	0m,62	1m,80	2m,10	3m,81	6m,90

Les écarts en portée et en direction sont indiqués par rapport au point moyen de tous les coups qui ont frappé les panneaux. Dans les épreuves, dont le tableau précédent résume les principaux résultats, on a visé directement, en faisant passer le plan du tir par le centre du panneau. Un vent assez fort venant de la gauche a dû augmenter la dérivation d'une manière sensible.

La vitesse initiale d'un projectile pesant 1k.135 a été mesurée au moyen de l'appareil Leboulangé. Les cadres étant placés, l'un à 10 l'autre à 40 mètres de la bouche du canon, la vitesse déterminée est celle que possède le projectile après avoir parcouru 25 mètres de sa trajectoire dans l'air. Les moyennes de plusieurs coups ont donné :

Avec 170 gr. de poudre anglaise.....	326m par seconde.
Avec 180 gr. de poudre française.....	335m par seconde.

Ainsi, en tirant avec 180 grammes de poudre française, on a un peu augmenté la tension de la trajectoire et diminué les hausses.

En résumé, le canon de montagne qui a été essayé à Versailles a donné des portées et une justesse de tir très-remarquables. Les hausses sont peu considérables, et la trajectoire est extrêmement tendue. De pareils résultats n'avaient jamais été obtenus avec une pièce d'un poids aussi faible et des projectiles d'un si petit calibre.

Expériences comparatives des systèmes d'artillerie de sir W. Armstrong et de M. Whitworth.

Nous rendrons ce qu'il nous reste à dire des travaux de MM. Armstrong et Whitworth plus facile à saisir en faisant suivre les détails descriptifs de l'exposé sommaire d'essais comparatifs des deux systèmes. Nous puisons nos renseignements à une source officielle ; ils sont extraits du rapport de la commission désignée par le gouvernement anglais en 1863. Ce rapport a été présenté au Parlement. Les expériences, commencées le 4 avril 1864 et terminées en août 1865, ont été exécutées avec le plus grand soin, et d'une manière pratique qui permet d'apprécier très-exactement la valeur des différents modèles de pièces et de projectiles.

Jamais expériences d'artillerie n'ont eu un champ aussi vaste à explorer, autant d'inventions originales et importantes à juger. Il y avait à comparer trois systèmes de rayures: deux de sir W. Armstrong, les rayures triangulaires mul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiples et le système *Shunt* ou à changement de voie ; le système hexagonal de M. Withworth. — Il fallait apprécier la valeur relative du chargement par la culasse, au moyen de la vis creuse et du système à double coin ; comparer les canons se chargeant par la culasse avec les canons se chargeant par la bouche. — Les expériences portaient encore sur les divers systèmes de fusées à percussion et sur de nombreux projectiles de matières et de formes diverses et tout récemment inventés.

Les commissaires choisirent le canon de 12 livres comme type des canons de campagne, et celui de 70 comme type de la grosse artillerie. On s'arrêta à ce calibre, qui permettait de comparer les divers systèmes, en essayant un canon que son poids rendait d'un service avantageux si l'on pouvait en obtenir des effets suffisants. De plus, on évitait les retards et les frais beaucoup plus considérables qu'aurait nécessités l'emploi de plus gros canons.

Les instructions données à la commission ne mettaient pas à sa discrétion la proposition des expériences par lesquelles les propriétés des divers systèmes seraient éprouvées et comparées ; elles ne lui donnaient pas le pouvoir d'imposer des restrictions aux deux compétiteurs pour le calibre, le poids, la longueur des projectiles ou des bouches à feu, le poids de la charge de poudre, ou toute autre condition que l'un d'eux pourrait croire nécessaire pour déployer les avantages de son système. Les commissaires invitèrent sir W. Armstrong et M. Whitworth à fournir des tables complètes des divers modèles de canons et de munitions qu'ils avaient à proposer pour l'artillerie de marine, de siége, de place et aussi de campagne.

Après qu'on eut décidé que les expériences seraient faites au moyen de canons de 12 et de 70, pendant qu'on préparait les pièces et les munitions, les commissaires rédigèrent un programme d'expériences ; ils se proposèrent d'éprouver les divers systèmes sous toutes les conditions qui pourraient se présenter dans le service. Ce programme fut fait aussi complet qu'on le put, et dans le but de rendre les conditions du concours aussi équitables et aussi égales que possible pour les deux concurrents. Les commissaires leur soumirent ce programme afin de profiter de leurs observations. Il fut accepté par eux. Il contenait simplement les points sur lesquels devaient porter les expériences ; il ne donnait pas le détail des méthodes qu'on emploierait pour obtenir les résultats. Il fut entendu qu'il n'empêcherait pas les commissaires de faire les changements ou les additions que pourrait leur suggérer le cours des expériences.

Les commissaires mirent deux cents coups par pièce à la disposition absolue des compétiteurs, sans aucune restriction pour l'usage qu'ils en pourraient faire, afin de leur donner le moyen de mettre en évidence le mérite de leurs inventions pour quelques points qu'ils ne croiraient pas suffisamment mis en lumière par les essais de la commission.

Toute satisfaction fut donnée aux compétiteurs pour faire fabriquer où ils voulurent. Dans le cours des expériences, on leur permit d'éliminer le même nombre de coups irréguliers.

Dans le but d'éviter tout soupçon de partialité et toute réclamation ultérieure, les commissaires autorisèrent les compétiteurs et leurs représentants à assister chaque jour aux délibérations ; ils les invitèrent à présenter leurs observations sur les points qui ne les satisferaient pas.

Il faut reconnaître, dans ces dispositions, l'expression d'une grande impartialité, une conduite prudente, bien éloignée de celle de beaucoup de commissions, qui semblent se proposer d'effacer la personnalité des inventeurs.

Mais surtout il faut remarquer la prudence et l'esprit pratique qui ont inspiré leurs instructions. Le gouvernement a besoin de produire des effets déterminés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il établit un concours, laissant toute liberté à l'esprit d'invention, et se réservant seulement de faire juger la valeur des modèles proposés.

Avant d'indiquer les résultats principaux des expériences, nous donnons le tableau des divers éléments des systèmes d'artillerie Armstrong et Withworth.

Bouches à feu et projectiles Amstrong et Whitworth.

Tableau général des dimensions principales des bouches à feu et projectiles Armstrong et Whitworth.

	CANONS DE 12			CANONS DE 70		
	ARMSTRONG (chargement par la culasse.)	ARMSTRONG (chargement par la bouche.)	WHITWORTH (chargement par la bouche.)	ARMSTRONG (chargement par la culasse.)	ARMSTRONG (chargement par la bouche.)	WHITWORTH (chargement par la bouche.)
Poids du canon en kilogrammes.	431	454	519	3150	3861	3962
Calibre.	76mm,2	76mm,2	M. 76mm,7 m. 54 ,3	162,56	162,56	139,7 127
Longueur de l'âme en calibre. . . .	24,5	22,56	24,5 27,1	14,36	16,87	19,62 21,78
— en millimètres.	1866,9	1720,6	2006,6	2336,8	2745	2757,7
Longueur du canon en calibre. . . .	27,65	23,91	26.49 29,3	17,17	19,12	21,51 23,89
— en millimètres.	1866	1719,8	1879,6	2794	3120,5	»
Pas de la rayure. Un tour sur : calibre. . .	38,0	35,0	18,21 20,14	40	40	18,8 20,2
Un tour sur : millimètres.	2895,6	2667	1397	6502	6502	2540
Charge en kilogrammes.	0.679	0.792	0.792	4.077	4.530	4.530
Projectile plein . . poids.	5.236	5.236	5.390	32.557	31.982	31.710
Projectile plein . . longueur . en calibre. .	2.3	2,54	2,89 3,2	1,96	2,0	2,71 3,1
Projectile plein . . longueur . en millimèt.	175,51	193,54	222,25	311,4	325,4	381
				Projectiles pleins de forme cylindrocónique à tête evidée.		Projectile plein de section polygonale à tête ronde.
Longueur.	»	»	»	311,4	326,4	381
Diamètre.	»	»	»	163,2	161	M. 1373,1 m. 1246.6
Poids en kilogrammes.	»	»	»	32·557	31.710	31.710
Obus ordinaire.						
Poids de l'obus en kilogrammes.	5.069	5.069	5.336	32.114	31.597	31.710
Longueur . . en calibre.	3,0	3,0	3,58 3,97	2,29	2,28	3,79 4,2
Longueur . . en millimètres. . . .	228,6	228,6	271,3	372,4	371,8	533,4
Charge d'éclatement en grammes.	311.3	268.8	240.5	2174	2045	2265
Vent en millimètres.	nul.	27mm	0,1mm	nul.	1,52	1,27
Obus à segments ou obus Shrapnel	Segments.	Segments.	Shrapnel.	Segments.	Segments.	Shrapnel.
Poids en kilogrammes.	5.209	5.209	5.354	35.153	31.212	30.668
Longueur. . en calibre.	2,25	2,42	2,96 3,28	2,16	2,16	2,81 3,12
Longueur. . en millimètres.	170	182,8	226	351,8	352,5	395,73
Charge d'éclatement en grammes.	28.30	28.30	21.24	1359	1359	170

Le tableau suivant donne les dimensions principales des projectiles qui n'ont été tirés qu'avec les canons de 70 se chargeant par la bouche. Quoique l'on ait expérimenté aussi le canon Armstrong se chargeant par la culasse avec le système à double coin, on peut dire pourtant que l'attention a surtout été portée sur le chargement par la bouche, dès qu'il s'est agi de produire des effets considérables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ESPÈCES DE PROJECTILES	CANON ARMSTRONG SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE	CANON WITHWORTH
Obus ordinaires (court).	Forme cylindroconique, muni de 3 rangs de boutons en cuivre.	Tête arrondie.
Longueur en millimètres	325.4	381
Diamètre en millimètres	161	M. 138.7 m. 126.5
Poids de l'obus vide en kilogrammes	29.556	30.549
Poudre qu'il peut contenir	2.161	0.905
Obus ordinaire (long).		
Longueur	508	533.4
Diamètre	158.4	M. 138.7 m. 126.5
Poids de l'obus vide	30.011	31.257
Poudre qu'il peut contenir	4.162	2.265
Obus ordinaire, long de 5 diamètres.		
Longueur	»	698.5
Poids	»	37.146
Poudre qu'il peut contenir	»	3.171
Obus à segment et Obus Shrapnel.	Obus à segments, de forme cylindroconique, muni de 3 rangs de boutons ou ailettes.	Obus Shrapnel à tête ronde
Longueur	352.5	395.73
Diamètre	161	M. 138.7 m. 126.5
Poids	31.211	30.544
Charge d'éclatement	pour le service de mer. 1.359 pour le service de terre. 0.453	0.170
Nombre des petits projectiles	98 segments	6 grosses balles, 180 moyennes, 13 petites — total 199
Boite à balles.		
Longueur	181.6	413.5
Diamètre	161.0	126.6
Poids	32.870	31.936
Nombre de balles	247	84 grosses, 54 petites — total 138
Projectile plein en acier pour pénétrer les plaques de fer.	Tête hémispbérique.	Tête plate.
Diamètre	160	M. 138.7 m. 126.5
Longueur	251.5	321.5
Poids	31.278	32.163
Boulet sphérique en acier pour tirer contre les plaques de fer.		
Diamètre	161.3	»
Poids	17.692	»
Obus d'acier pour pénétrer les plaques de fer.		
Longueur	»	416.5
Diamètre	»	M. 138.7 m. 126.5
Poids	»	31.851
Charge d'éclatement	»	1.126
Obus d'acier à tête plate et à tampon pour pénétrer les plaques de fer.		
Longueur	»	375.9
Diamètre	»	M. 138.7 m. 126.5
Poids	»	33.578
Charge d'éclatement	»	1.126
Tampon... longueur	»	101.6
Tampon... diamètre	»	57.1
Boulets sphériques.	Boulets en fonte de fer du canon de 32 livres anglaises.	Sphères en acier à 6 pans.
Poids	14.496	9.966
Projectile plein à tête plate pour pénétrer dans l'eau.		
Longueur	»	340.3
Poids	»	31.257
Projectile creux ayant la meilleure forme pour diminuer la perte de vitesse dans l'air.		
Longueur	»	400
Poids	»	27.180

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CANONS DE 12.

Avec le projectile plein tous les canons donnèrent des portées remarquables. Nous indiquons des moyennes pour quelques angles de tir :

NOMBRE de coups tirés.	ANGLE de tir.	ARMSTRONG. Chargement par la culasse.		ARMSTRONG. Chargement par la bouche.		WHITWORTH.	
		Portée moyenne.	Moyenne erreur de portée.	Portée moyenne.	Moyenne erreur de portée.	Portée moyenne.	Moyenne erreur de portée.
		mètres.	mètres.				
18	0°	424	9.83	468	17.2	460	6.1
12	1°	769	10.74	847	9.7	845	10.37
18	2°	1079	17.9	1151	10.6	1167	30.1
18	3°	1357	16.9	1444	11.7	1480	14.1
18	4°	1610	16.3	1750	14.4	1812	14.2
18	5°	1925	25.6	2029	21	2120	20.6
20	5°	1684	23.6	1752	17	2012	14.6
18	6°	2169	25.4	2333	18.7	2425	16.2
18	7°	2442	24.7	2598	16.7	2750	22.4
18	10°	3149	17.3	3207	29.7	3565	18.2
9	33°	6176	69	6164	62	7986	62

Après que les canons eurent tiré 2,800 coups, les portées obtenues sous l'angle de 5° se trouvèrent réduites :

1° Pour le canon Armstrong se chargeant par la culasse de 2115 yards à 1848, ou de 13 p. 0/0, correspondant à 43' d'élévation d'angle de tir;

2° Pour le canon Whitworth la portée n'était diminuée que de 5 p. 0/0, correspondant à 21' d'élévation ;

3° Enfin, la portée du canon Armstrong se chargeant par la bouche avait diminué de 14 p. 0/0, correspondant à 1°; la portée était précisément la même à 5° qu'elle avait été au commencement des expériences avec 4°.

L'âme des canons avait gonflé, mais de quantités peu prononcées.

Canon Armstrong se chargeant par la culasse de $0^{mm}.73$ à $0^{mm}.91$, en avant de la chambre du boulet.

Canon Armstrong se chargeant par la bouche, $0^{mm}.07$.

Canon Whitworth, $0^{mm}.12$.

L'âme du canon se chargeant par la culasse n'avait nullement été abîmée par les gaz ; celle du canon Whitworth présentait quelques dégradations ; celle du canon Armstrong se chargeant par la bouche avait souffert plus que les deux autres.

Comme uniformité de portée, les diverses bouches à feu doivent être classées dans l'ordre suivant :

1° Canon Whitworth ;

2° Canon Armstrong se chargeant par la bouche ;

3° Canon Armstrong se chargeant par la culasse.

Dans le tir des obus à segments et Shrapnels le canon Whitworth eut des portées plus uniformes que celles des pièces Armstrong. Cela tenait beaucoup à la supériorité du Shrapnel sur l'obus à segments.

Vitesse initiale. — Vitesse perdue. — Les expériences furent faites avec deux appareils électro-balistiques Navèz. Les deux systèmes permettaient de donner aux projectiles des vitesses initiales égales avec les charges indiquées comme charges de service ; mais les projectiles de M. Whitworth conservaient mieux leur vitesse pendant le trajet dans l'air.

Justesse. — Aux grandes distances, comme on ne pouvait pas toujours toucher

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la cible, on a noté les points de chute sur le sol. On a déduit par le calcul les points où la cible aurait été frappée. Pour comparer la justesse des divers canons, on représente par l'unité le plus exact et les autres par des nombres croissant proportionnellement à la distance au centre.

Pénétration. — On tira les divers projectiles, boulets, obus, segments contre des palissades épaisses de 35 centimètres, jointives, grossièrement équarries, qui étaient enfoncées dans le sol de 1m.20; et contre des murs de 0m.70 d'épaisseur. A 1183 mètres les projectiles traversaient; comme en campagne on a rarement besoin de grandes pénétrations, ces essais ne furent pas poursuivis.

Facilité de manœuvre et rapidité du tir.

ESPÈCE DE CANON.	19 AVRIL.		19 MARS.	
	Nombre de coups.	Durée du tir.	Nombre de coups.	Durée du tir.
Armstrong. (Chargement par la culasse.).....	200	80′	99	51′21″
Armstrong. (Chargement par la bouche.).....	200	81′	99	57′30′
Whitworth.....	200	72′	99	59′0″

Dans ces expériences on mouillait souvent l'âme et on mettait de temps en temps de l'huile à la vis du canon se chargeant par la culasse. Les pièces de lumière étaient changées lorsqu'elles devenaient chaudes. Plusieurs retards et légères dégradations aux parties délicates de ce matériel se produisirent pendant le tir, mais toujours sans gravité.

Dans un autre tir on tira 50 coups dans le très-court espace de temps 6′ 59″ sans huile ni eau avec le canon à vis creuse.

C'est le temps de serrer et d'ouvrir la culasse.

On tira aussi les canons montés sur des affûts à compresseur placés sur une pinasse par une grosse mer, le bateau faisant des embardées. Le tableau suivant donne les vitesses par coup :

Armstrong (chargement par la culasse.....	59″,5
Armstrong (chargement par la bouche).....	90″
Whitworth.....	90″

On voit qu'en pareil cas l'avantage est au chargement par la culasse, comme on s'y attendait. Les oscillations du navire rendent en effet difficile et pénible le maniement de l'écouvillon et du refouloir.

Les moyennes prises de 483 coups avec les canons se chargeant par la bouche et de 397 coups avec le canon se chargeant par la culasse donnent par coup :

Armstrong (chargement par la culasse).....	25″,2
Armstrong (chargement par la bouche).....	25″,3
Whitworth.....	24″,7

Dans une expérience conduite par M. Armstrong, 100 coups furent tirés au taux de 8″,8 par coup, avec un détachement choisi. C'était là un feu beaucoup trop vif qui n'était pas sans danger.

Le tir le plus rapide du canon Whitworth fut de,.....	17″,6
Et celui d'Armstong (chargement par la bouche).....	16″,5

L'on n'avait pas écouvillonné et les hommes étaient choisis.

Sans le lubrificateur, le canon Whitworth tire un coup en 24″; Armstrong (chargement par la bouche), 19″.5, et le canon se chargeant par la culasse tira 20 coups à raison de 33″ par coup; mais le plomb du projectile s'arrachait,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil de culasse souffrait beaucoup et on ne put pas continuer ainsi pour cette pièce sans lubrificateur.

Beaucoup d'expériences furent faites pour voir comment la nouvelle artillerie supporterait divers accidents.

Des canons furent jetés à la mer par-dessus le bord du bateau sur lequel avaient eu lieu les essais de tir; ils furent traînés dans l'eau, sur le sable et les galets, puis mis sur affût; les trains réunis, on mit en batterie, on chargea et l'on fit feu. — Le temps que cette opération exigea fut, pour chaque canon :

Armstrong (chargement par la culasse).....	3'30"
Armstrong (chargement par la bouche).....	5'23"
Whitworth.....	5'54"

La différence du poids a influé sur le retard du canon Whitworth.

Lubrification. Le canon Armstrong se chargeant par la bouche et le canon Whitworth peuvent être employés sans lubrification; il n'en est pas de même du canon se chargeant par la culasse, comme nous l'avons signalé. En somme, les trois canons présentent une facilité de manœuvre très-satisfaisante.

Recul. Le recul n'a rien d'exagéré. Il est, pour les trois canons :

Armstrong (chargement par la bouche).....	1m,92
Armstrong (chargement par la culasse).....	1m,66
Whitworth.....	1m,46

L'usure était si peu de chose avec le canon Whitworth que les commissaires considérèrent comme prouvé qu'on peut faire des canons de cette espèce capables de résister au frottement du métal dur du projectile sans interposition de métal mou. Le canon Armstrong avait l'âme plus abîmée; mais il ne présentait aucune dégradation qui en compromît la solidité.

Nous avons déjà parlé de la perte de vitesse signalée par les commissaires; après 2,800 coups : elle n'était que de :

Armstrong (chargement par la culasse).....	243m.
Armstrong (chargement par la bouche).....	277m.
Whitworth.....	108m.

Ces essais comprenaient un nombre de coups très-supérieur à ce qu'on demande aux canons de campagne dans le service ordinaire. Ils sont très-satisfaisants et très-favorables à l'adoption de l'acier doux pour faire l'âme des canons. D'autres expériences sur la résistance dans les cas d'explosion des projectiles creux sont remarquables. On fit éclater cinq obus ordinaires et cinq obus segments ou Shrapnels aussi près que possible de l'emplacement du projectile. Dans ce but, on perça des trous à travers la base des obus, les cartouches furent ouvertes de manière à mettre en contact les charges d'éclatement avec la charge. L'effet des éclats de projectiles, sensible dans le canon se chargeant par la culasse, n'était nullement apparent dans les deux autres. — De plus, le canon se chargeant par la culasse put, après cela, être tiré comme les autres, et il n'avait rien perdu de sa justesse.

Les trois canons furent jetés dans le fossé vaseux d'un marécage; après qu'ils y eurent séjourné une nuit, ils furent retirés couverts d'une vase épaisse qui remplissait plus ou moins l'âme. Ils furent mis sur affût et tirèrent dix coups à boulets. Les temps furent marqués à partir du commandement de charger :

Le canon Armstrong (chargement par la culasse), tira le 1er coup en 2'35" et 10 coups en 7'15";

Le canon Armstrong (se chargeant par la bouche), tira le 1er coup en 3'30" et 10 coups en 7'50";

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le canon Whitworth, tira le 1er coup en 1'4" et 10 coups en 5'10".

On ne négligea pas d'expérimenter l'effet du choc des projectiles sur les nouveaux canons. A cet effet on tira deux coups avec un canon de 9 ancien modèle, contre chaque canon à 36m,40. Les canons étaient placés de manière à faire à peu près un angle de 30 degrés avec la ligne de feu. Chaque canon fut touché deux fois, reçut une empreinte, après quoi chacun d'eux tira quatre coups sans difficulté.

Épreuve à outrance. On tira les canons en augmentant le nombre des projectiles, qui fut porté jusqu'à six. — On voulait connaître le degré de résistance et aussi la manière dont ils éclateraient.

Au trente-troisième coup du canon se chargeant par la culasse l'anneau des tourillons fut fendu ; au quarante-deuxième, il s'ouvrit sur une longueur de 25 millimètres. Le tube d'acier au-dessus était aussi crevé, ce qui ne permettait pas de continuer le tir. — L'appareil de culasse n'était pas abimé et il survécut au canon, mettant ainsi hors de doute la solidité de ce mode de fermeture.

Au quatre-vingt-douzième coup, le canon Whitworth éclata violemment en onze pièces, qui furent projetées en avant, en arrière, ou logées dans la charpente. La rupture se fit au travers de la lumière suivant une ligne droite vers la bouche et non suivant la direction des rayures. Les visites n'avaient rien indiqué qui pût faire présumer cette explosion.

Le tube d'acier des canons Armstrong se chargeant par la bouche fut crevé au soixante-sixième coup ; l'anneau à rubans, en avant des tourillons, s'ouvrit et fut trouvé à terre à côté du canon comme s'il était simplement tombé.

CANON DE 70 LIVRES.

On suivit le même plan que pour le canon de 12 livres, afin d'apprécier et de comparer les portées, la justesse, la facilité de manœuvre, la rapidité du tir, etc. Mais ici se présentait un élément de plus à vérifier : la puissance de pénétration. Il s'agissait de l'objet des préoccupations les plus sérieuses de la Grande-Bretagne, qui voulait obtenir la supériorité sur les autres puissances pour la pénétration des plaques. L'importance de la marine pour ce pays en faisait une question de premier ordre.

M. Armstrong présentait au concours trois canons de 70. Deux avaient un tube intérieur (épais de 25 millimètres pour l'un, et 43 millimètres pour l'autre), en acier renforcé par des cercles de fer à rubans ; le troisième était entièrement à rubans. Mais M. Armstrong déclara que, pour les épreuves de résistance, le plus épais tube d'acier lui semblait préférable. C'est celui-là qui servit aux épreuves à outrance. Les trois canons se chargeaient par la culasse au moyen du système à double coin, que M. Armstrong considérait comme devant être employé pour tous les canons d'un calibre plus fort que celui de 40 livres. Un culot d'étain était toujours employé avec ces canons, pour prévenir l'échappement des gaz.

M. Armstrong présentait aussi un canon se chargeant par la bouche, à rayures *Shunt* ; ce canon était formé d'un tube en acier renforcé par des cercles à rubans ; il a été décrit précédemment.

M. Whitworth présentait des canons en métal homogène ou acier doux, la lumière en arrière ; les projectiles étaient faits d'un seul métal dur, fonte ou acier.

Les fusées des projectiles creux et le chargement des obus Shrapnel, tirés avec les canons Whitworth, étaient fabriqués par les soins et d'après les idées du colonel Boxer.

On employa des lubrificateurs pour tous les canons, excepté dans des cas par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ticuliers qui seront signalés. Nous avons déjà parlé des lubrificateurs à propos des canons de 12 livres, mais sans donner d'explications. Les Anglais appellent *lubricator* l'appareil de graissage qui diminue le frottement du projectile pendant son trajet dans l'âme et l'usure de l'âme, et *lubrification* l'emploi du graissage. Dans le système Whitworth, le lubrificateur est un mélange de graisse et de résine enveloppé de toile, qui a la forme d'une couronne hexagonale, et se place autour de la base du projectile. Dans le système Armstrong, le lubrificateur est composé de deux calottes de cuivre mince, soudées par les bords de leur base, qui a le même diamètre que le projectile, et renfermant la graisse. On le place dans le chargement entre le projectile et la gargousse qui renferme la poudre.

Le tableau suivant donne des renseignements sur les portées moyennes qui furent obtenues :

NOMBRE de coups tirés.	ESPÈCE de projectiles.	ANGLE de tir.	WHITWORTH.	ARMSTRONG chargement par la bouche.	ARMSTRONG chargement par la culasse.	OBSERVATIONS.
		degrés.	m.	m.	m.	
20	Projectiles pleins.	0	459	440	409	»
30	Id.	3	1602	1469	1248	»
40	Id.	6	2682	2417	2062	»
25	Id.	9	3686	3227	2850	»
20	Id.	12	4846	4149	3748	»
21	Id.	15	5689	4815	4120	»
18	Id.	21	7248	5760	5297	»
20	Id.	3	1519	1492	»	Sans lubrificateur.
20	Id.	6	2815	2325	»	»
30	Id.	6	2659	2431	2117	Après avoir tiré 3000 coups.
30	Obus ordinaire.	1	883	828	715	»
30	Id.	4	1987	1806	1548	»
34	Id.	7	3340	3025	2579	»
28	Id.	10	4221	3789	3345	»
18	Id.	17	6740	5550	5040	»
30	Obus à segments et Shrapnels.	2	1355	1263	1012	»
16	Id.	5	2557	2304	1938	»
20	Id.	8	3753	3397	2808	»
35	Id.	11	4649	4072	3477	»
15	Id.	19	7712	6603	5363	»

La justesse des diverses bouches à feu fut appréciée par les mêmes expériences, qui constatèrent les portées. Dans le tir à boulet, la justesse du canon Armstrong, se chargeant par la bouche, fut la plus remarquable jusqu'à 1700 yards (1547 mètres); celle des deux autres canons fut à peu près égale.

Jusqu'à la distance de 3500 yards (3185 mètres), les deux canons se chargeant par la bouche offrent une égale précision de tir que le canon Armstrong, se chargeant par la culasse, ne peut égaler.

Aux portées supérieures, à 3500 yards, le canon Whitworth est très-supérieur au canon Armstrong, se chargeant par la bouche, et encore plus au canon Armstrong, se chargeant par la culasse.

Le canon Whitworth a une justesse suffisante jusqu'à 8000 yards (7280 mèt.), portée qui dépasse de 2000 yards (1820 mètres) celle que les canons Armstrong ont donnée sous le même angle de tir de 21°.

Les résultats qu'a fournis la détermination des vitesses initiales concordent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parfaitement avec les variations de portée et de justesse, en admettant que le projectile Whitworth conserve mieux sa vitesse dans l'air.

Il résulte de ces expériences que les vitesses initiales des projectiles ordinaires tirés avec les charges de service proposées pour le canon Withworth et le canon Armstrong sont à peu près égales, mais qu'elles sont supérieures à celles du canon Armstrong se chargeant par la culasse.

En portant la charge de dix à douze livres anglaises (4k,530 à 5k,436), les vitesses initiales s'accrurent pour le canon Whitworth :

Avec le boulet plein, de.	17m,28	par seconde.
Avec l'obus ordinaire, de.	13m,04	—
Avec le Shrapnel, de..	14m,25	—

En portant la charge de dix à douze livres pour le canon Armstrong se chargeant par la bouche, les vitesse initiales s'accrurent :

Avec le projectile plein, de.	49m,74	par seconde.
Avec l'obus à segments, de.	45m,50	—

En augmentant les charges jusqu'à 14 livres (6k,342), la même pièce donna les différences de vitesses suivantes, comparativement à celles qu'on aurait obtenues avec les charges de dix livres :

Projectile creux.	61m,57	par seconde.
Obus à segments..	70m,02	—

On voit que le canon Armstrong de 70 peut consommer utilement jusqu'à quatorze livres de poudre, tandis que les vitesses des projectiles Whitworth ne s'accroissent que très-peu lorsqu'on augmente les charges.

Il faut remarquer que les projectiles Whitworth perdent moins leur vitesse dans l'air que ceux de sir W. Armstrong.

Pénétration. — On tira contre un ouvrage en brique, dit *martello-tower*, à 682 mètres. Les obus, avec les deux canons se chargeant par la bouche, traversaient le mur à l'endroit où il n'avait que 2 mètres d'épaisseur. Un obus du canon se chargeant par la culasse pénétra de 1m,44 à l'endroit où le mur avait 2m,20 d'épaisseur, et de 1m,64 à l'endroit où l'épaisseur était de 1m,95.

Un boulet de chaque concurrent frappa la maçonnerie à l'endroit de sa plus grande épaisseur (environ 12 mètres). Un boulet à tête évidée du canon Armstrong se chargeant par la culasse pénétra de 91 centim.; le boulet Whithworth de 2m,20, et le boulet du canon Armstrong, se chargeant par la bouche, de 1m,44. Toutes ces mesures sont prises de la base, lorsque le projectile n'a pas traversé; il faudrait ajouter la longueur du boulet, qui est plus ou moins raccourci, pour avoir la pénétration totale.

En tirant des obus sur la maçonnerie déjà dégradée, autant qu'on peut en juger, le canon Armstrong se chargeant par la bouche a un avantage décidé. Il a une charge d'éclatement de 2k,030, tandis que celle de l'obus Whitworth est seulement de 1k,203.

Facilité de manœuvre. — Les expériences eurent lieu à bord du vaisseau l'*Excellent*. Les canons furent montés comme canons de bordée sur affûts marins, dans le pont inférieur. On tira cinquante-deux coups de feu à volonté et quatre-vingts coups de feu rapide. On tira par série de vingt coups, en notant soigneusement le temps. Deux détachements de quinze hommes chacun furent employés à servir les canons, se relevant après chaque série de vingt coups. — Pour le tir à volonté, on tira sur une cible à 2366 mètres.

Le canon Armstrong, se chargeant par la culasse, eut une supériorité marquée. Une série de vingt coups fut tirée en 7',17'' par coup. Le chargement s'effectuait facilement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y eut presque égalité pour les canons se chargeant par la bouche. Le plus court temps, pour vingt coups, fut de 10',42" ou un coup en 33", 8 pour le Whitworth, et 9',55" ou un coup en 31",3" pour le canon Armstrong.

Expérience particulière pour comparer avec un canon lisse.

	POIDS		TEMPS POUR :	
	du canon.	du boulet.	20 coups.	1 coup.
	kg.	kg.		
Armstrong..... (Chargement par la culasse).	3129	31.71	7'15"	23"
Whitworth.....	3911	Id.	10'42"	33".8
Armstrong..... (Chargement par la bouche).	3810	Id.	9'55"	31".3
Canon lisse de 8 pouces.....	3302	25.378	8'35"	27"

Il faut remarquer que, dans le canon se chargeant par la culasse, après un certain nombre de coups, le coin fonctionnait mal ; mais on y remédia avec une toile humide. — La fumée était plus dans le pont et plus gênante avec ce canon qu'avec ceux qui se chargent par la bouche. La lumière, en arrière, du canon Whitworth fut une source constante de retards et de difficultés ; elle produisit aussi des longs feux.

Les canons se chargeant par la bouche, surtout celui de M. Armstrong, peuvent être tirés sans lubrification : le recul est violent, mais acceptable.

APTITUDE A TIRER PLUSIEURS ESPÈCES DE PROJECTILES. — Les divers projectiles tirés dans les essais faits et ceux dont il reste à parler sont indiqués dans le tableau, page 357.

Les trois canons peuvent tirer à boulet plein ou à boulet à tête vidée avec de très-grandes portées.

Tir du canon Whitworth sous l'angle de 33°.

	CHARGES.	PORTÉES.	MOYENNE ERREUR de portée.	MOYENNE ERREUR de déviation.
4 coups à chaque charge.	kg. 5.530 livres.	8592	34.85	9.82
	4.436	8683	11.37	4.09
	4.530	8666	15.92	6.82
	5.436	8729	18.65	10.01

On voit encore que l'augmentation de la charge n'accroit que faiblement les portées.

OBUS ORDINAIRE. — Trois obus étaient proposés pour chacun des concurrents.

On a déjà parlé des essais de l'obus court, que les divers canons proposés sont tous susceptibles de lancer avec des portées et des justesses remarquables, mais inégales. L'obus court de M. Whitworth ne contient que 0k,905 de poudre, tandis que celui de M. Armstrong, pour le canon se chargeant par la bouche, en contient 2k,161. La pénétration de ce dernier est suffisante pour assurer aux distances ordinaires le plein effet de la charge intérieure éclatant comme une mine. A cause de sa grande capacité, l'obus Armstrong peut produire plus de dégât que l'obus court tiré avec le canon Whitworth.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'obus tiré dans le canon Armstrong se chargeant par la culasse a une vitesse initiale moindre, et il ne peut pas toujours pénétrer assez profondément pour que sa charge d'éclatement produise tout son effet. Cette observation ne s'applique pas au canon tirant contre des vaisseaux de bois ou d'autres matières, qui n'offrent que peu de résistance à la pénétration.

En réponse à ces observations, M. Whitworth présenta un obus allongé qui pouvait contenir 5 livres de poudre, qui porta à 4,278 yards, sous l'angle de dix degrés, et dont les effets contre un navire en bois furent trouvés à peu près égaux à ceux de l'obus court Armstrong. Avec la charge proposée pour le service aucun de ces obus ne se brisa dans l'âme; un se rompit dans un tir de soixante coups avec la charge de onze livres.

M. Armstrong produisit aussi son obus allongé, capable de contenir l'énorme charge d'éclatement de 9,2 livres (4k,162). Cet obus donna de bons résultats. La commission observe que la faculté de tirer des obus d'une telle puissance, avec le canon Armstrong se chargeant par la bouche, augmente beaucoup la valeur de cette bouche à feu.

Cette lutte, pleine d'intérêt, entre les deux compétiteurs, continua. M. Whitworth présenta un nouvel obus, long de 5 diamètres, et contenant 7 livres de poudre (3k,171), qui fournit une portée de 7,148 yards (6505 mètres).

Obus a segments et obus Shrapnel. — On a essayé l'obus à segments tiré dans le canon Armstrong se chargeant par la culasse, comparativement à l'obus Shrapnel du colonel Boxer tiré dans le canon Whitworth. On tira les obus contre trois lignes de cibles en bois de sapin, placées l'une derrière l'autre, et espacées de dix yards (9m,10), pour représenter des colonnes de troupes; on les fit éclater en plaçant en avant des cibles des écrans en bois, que les projectiles traversaient, et qui faisaient enflammer les fusées à percussion.

Les cibles étaient longues de cinquante-quatre pieds sur neuf de haut (16m,38 sur 2m,73). Le tableau suivant donne les résultats du tir à 728 mètres.

NOMBRE DE COUPS.	DISTANCE à laquelle les obus ont éclaté en avant des cibles.	NOMBRE MOYEN DE BALLES OU DE SEGMENTS PAR COUP TIRÉ.							
		CANON WHITWORTH tirant l'obus Schrapnel du colonel Boxer.				CANON ARMSTRONG se chargeant par la bouche, tirant l'obus à segments.			
		1re ligne.	2me ligne.	3me ligne.	Totaux.	1re ligne.	2me ligne.	3me ligne.	Totaux.
	m.								
3	91	68	55	30	153	5	2	5	12
3	45.5	144	115	87	346	32	19	8	59
3	9.1	113	115	106	334	35	69	51	155
	Totaux généraux.	325	285	223	833	72	90	64	226

On ne compte pas les coups qui n'ont fait que des empreintes : ceux qui ont traversé les cibles ou qui s'y sont logés ont seuls été notés. On voit que l'avantage du Shrapnel est très-marqué, surtout lorsque le point d'éclatement est éloigné de la cible. Cela tient à la forme des segments de l'obus Armstrong, qui produit une dispersion irrégulière et de grandes pertes de vitesse par suite de la résistance de l'air.

Dans un autre tir comparatif de sept coups par pièce, pour lesquels on fit éclater les projectiles en les faisant ricocher sur le sol en avant des cibles, l'obus à segments produisit de meilleurs résultats; il donna un total de cent quatorze coups arrivés dans la cible, pendant que les obus Shrapnel envoyaient cent quarante-huit balles dans le même panneau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En prenant les coups d'obus à segments, tirés avec le canon Armstrong se chargeant par la bouche, dans lesquels les projectiles éclataient en ricochant sur le sol à des distances, au premier panneau, variant entre 54m,60 et 101m,65, on trouve, pour les trous dans les panneaux :

1re ligne.	19	segments par coup.
2e ligne.	8	—
3e ligne.	1	—
Total.	28	segments par coup.

Quoiqu'on n'ait pas eu des éclatements de Shrapnel, dans des conditions identiques, il faut conclure de ces résultats et du grand nombre de segments arrêtés par le premier panneau que les segments sont beaucoup moins meurtriers que les balles de Shrapnel. Sir W. Armstrong a observé que ces essais n'ont eu lieu qu'avec une charge d'éclatement d'une livre (0k,453), et qu'il pouvait obtenir des effets plus puissants avec une charge plus considérable, qui disperserait les segments après que l'obus aurait traversé la muraille d'un vaisseau. Le comité a considéré que cet usage de l'obus à segments était exceptionnel, et qu'il n'y avait pas lieu de faire, dans ce sens, des expériences dont les préparatifs exigeraient beaucoup de temps.

Aucun obus à segments ne se rompit dans le canon Armstrong se chargeant par la culasse, tandis que dix-huit obus Shrapnel se brisèrent dans le canon Armstrong. C'est un fait important à noter, quoiqu'il soit possible de renforcer les obus Whitworth.

En résumé, le comité considère l'obus Shrapnel, du colonel Boxer, comme beaucoup plus formidable que l'obus à segments, et il n'hésite pas à en recommander l'adoption.

Boites a balles. — Le nombre moyen de balles qui percèrent le panneau ou qui s'y logèrent fut, pour les diverses bouches à feu, trouvé comme il suit :

	DISTANCES.		
	100 yards.	300 yards.	500 yards.
Canon Armstrong se chargeant par la culasse.		61	52
Canon Armstrong se chargeant par la bouche.	122	45	35
Canon Whitworth.	170	123	39
Angles de tir.		1° 1/2	1° 1/2

Le tir à mitraille est peu efficace à cinq cents yards (445 mèt.), avec l'un quelconque des trois canons. La boîte à balles Whitworth présente un tir redoutable jusqu'à trois cents yards (273 mèt.); elle est très-supérieure aux autres systèmes de tir à mitraille.

Projectiles pleins en acier. — Sir W. Armstrong retira du concours le canon se chargeant par la culasse, qui était trop léger pour supporter les fortes charges dans le tir contre les plaques d'armures. Les expériences eurent lieu avec les canons se chargeant par la bouche. On tira contre une cible du type *Warrior*, ayant vingt pieds de long et dix pieds de haut (6m,06 sur 3m,03). Le comité insiste sur la grande difficulté que présentent de pareilles expériences, et sur l'incertitude de certains résultats : on ne peut pas constater toujours les dégradations produites à l'intérieur de la cuirasse. Il peut arriver que l'effet d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup soit jugé trop favorablement, parce que le projectile aura trouvé des boulons cassés dans le bordage ou d'autres désordres produits par des chocs précédents. Aussi le rapport du comité indique-t-il avec soin la position des coups et l'état de la partie frappée.

A la distance de cinquante yards (45m,5) le projectile Armstrong pénétra de 13p,1/2 (343 millim.) dans la cible, tandis que la pénétration du projectile Whitworth ne fut que de 10p,16 (258 millim.).

Les deux coups avaient porté dans des parties de la plaque d'égale solidité, ce qui permettait de comparer leurs effets.

Un boulet d'acier, tiré avec le canon Armstrong, produisit beaucoup moins d'effet que le projectile allongé.

Le boulet allongé Armstrong, tiré à la charge de quatorze livres, eut aussi l'avantage, comme puissance de pénétration, à la distance de six cents yards (546 mètres).

A huit cents yards (728 mèt.), le projectile Whitworth pénétra plus profondément dans la plaque que celui de M. Armstrong.

Comme il arrive rarement que le boulet frappe normalement, le comité disposa deux plaques épaisses de 4 pouces 1/2 (114 millim.), fixées par de fortes charpentes, et inclinées sur la verticale de 52 degrés. Les canons tirèrent sur cette cible à la distance de deux cents yards (182 mèt.). Le résultat fut d'accord avec les précédents, et il prouva que, pour ces petites portées, le projectile Armstrong a une puissance de pénétration supérieure, quoique la section soit plus grande. Du reste, les deux canons se sont montrés susceptibles d'agir avec efficacité contre les plaques aux distances qui ne dépassent pas huit cents yards (728 mètres).

Dans le tir précédent, les projectiles Armstrong avaient la tête arrondie, tandis que ceux de M. Whitworth avaient la tête aplatie et présentaient la forme simple d'un cylindre droit. Ces derniers résistèrent mieux au choc contre les plaques. On comprend que le premier effet du choc d'un projectile à tête hémisphérique ou ogivale, contre des matières aussi dures que les plaques des cuirasses, a pour effet de déformer la tête, ce qui est une perte de travail inutile. De plus, le projectile à tête plate est moins exposé à ricocher lorsqu'il frappe la plaque, même sous une certaine inclinaison. Les mêmes différences de forme se retrouvent dans les obus d'acier présentés par les deux compétiteurs.

Obus en acier. — Nous avons déjà parlé des obus en acier de M. Whitworth. M. Armstrong construisit un obus en acier sans fusée, d'après le principe des obus Whitworth, dans lesquels la chaleur développée par le choc suffit pour enflammer la charge intérieure quand le projectile a déjà pénétré la plaque.

Le corps de cet obus était en acier, épais de 1,34 à 1,84 pouces (34 à 46mm,7); la tête était formée par un bloc cylindro-conique, que l'on vissait après avoir introduit la charge. L'obus ne devait pas éclater, mais lancer sa tête de manière à porter en avant tout l'effort de sa charge. C'est le contraire de la disposition adoptée par M. Whithworth, qui chargeait son obus par la base. Nous avons déjà parlé d'un obus à tampon de M. Whithworth, qui fut tiré après celui à tête de fonte.

Tous les obus en acier produisirent des effets de destruction considérables. Comme pour les projectiles pleins, M. Armstrong eut, aux petites distances, un avantage qui revint à M. Whitworth au delà de huit cents yards (728 mètres).

Sphères rayées. — Le tir d'une seule sphère par coup fut considéré comme satisfaisant. On tira aussi plusieurs salves, en mettant chaque fois trois sphères dans le canon : sans interposition de valets lubrifiants les sphères peuvent se briser dans l'âme. Elles sortent ensemble du canon, se séparent, mais d'une fai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ble longueur encore à cinq cents yards (455 mètres), et elles ricochent bien en direction. Malgré ces bons résultats, le comité n'est pas d'avis de compliquer le matériel par l'adoption de ce projectile, dont l'emploi serait limité.

Résistance des bouches a feu. — Après 3000 coups, la portée et la justesse des canons n'avaient pas été altérées.

Au 1600e coup, le manchon à rubans qui recouvrait immédiatement le tube d'acier du canon se chargeant par la culasse se fendit sur une longueur de 11 pouces (279mm,4) le long de la volée, en avant du premier renfort. En examinant l'âme, on reconnut que les rayures étaient à moitié remplies de plomb provenant des projectiles tirés précédemment; le dernier projectile rencontrant le rétrécissement ainsi produit avait causé une expansion qui avait déterminé la rupture du manchon. Le tube d'acier était un peu gonflé, mais non crevé. Malgré cet accident, le canon tira encore 1430 coups avec les charges ordinaires de service, et 102 coups avec des charges plus fortes, adoptées dans le but de le faire crever; pendant toutes ces expériences, la crevasse ne s'élargit pas, et le canon ne fut pas mis hors de service.

Des obus qu'on fit éclater dans l'âme ne produisirent aucune dégradation.

Le canon Armstrong, se chargeant par la bouche, avait la surface de l'âme plus détériorée; la vis de culasse n'était pas déplacée après 3000 coups. Les mêmes observations s'appliquent au canon Whitworth.

On décida de faire un tir à outrance avec les canons en expérience pour déterminer leur rupture et voir comment ils éclateraient. Les munitions furent épuisées sans qu'on ait pu produire l'explosion des canons, qui révélèrent ainsi une résistance dont on n'avait jamais eu d'exemple précédemment.

Prix de revient des bouches à feu et des munitions.

Les canons qui furent fournis pour ces expériences, en 1863 et 1864, coutèrent :

	DE 12 LIVRES.	DE 70 LIVRES.
Canon Armstrong se chargeant par la culasse.....	6350f	17300f
Canon Armstrong se chargeant par la bouche.....	5650	13575
Canon Withworth.....	5550	17650

A la fin des expériences, MM. Armstrong et Withworth pouvaient fournir diverses bouches à feu aux prix qui sont indiqués ci-dessous, prix qui devaient être considérablement réduits par une commande considérable :

ESPÈCE de bouches à feu désignée par le poids du boulet.	CANONS se chargeant par la bouche de :	
	Armstrong.	Withworth.
	fr.	fr.
32 livres.....	—	11875
40 livres.....	7875 à 9625	
70 livres.....	13750 à 16250	17500
150 livres.....	23625 à 27500	33750

Les deux systèmes de canon ayant des tubes extérieurs en acier, la différence de prix provient des cercles de renfort. Le capitaine Noble estime que les manchons à rubans reviennent à 750 francs par tonne (1012 kilogr.), bruts de forge,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et que l'acier remis par les fabricants dans le même état coûte de 1750 à 3250 fr. la tonne, suivant les dimensions. M. Whitworth établit que le prix de l'acier est de 1750 à 2250 francs la tonne ; en raison des progrès continus de cette fabrication, il ne doute pas que les qualités que l'on paye aujourd'hui 1500 francs ne soient obtenues à 750 francs, prix auxquelles elles resteraient.

Il est certain que l'acier fondu et martelé est beaucoup plus cher aujourd'hui que le fer forgé à rubans. L'acier, dans l'état actuel de la fabrication, sert déjà à faire de grosses pièces qu'on n'aurait pu se procurer à aucun prix, il y a quelques années ; le prix, qui n'est pas excessif, pourra certainement être encore réduit dans un avenir prochain, de manière à permettre la fabrication des canons dans de bonnes conditions. Mais il est probable que le prix des manchons de fer forgé à rubans diminuera aussi.

Il n'y a pas une grande différence dans la partie du prix de revient qui est absorbée par la main-d'œuvre pour fabriquer les derniers modèles de canons proposés ; l'emploi des cercles en acier entraîne pourtant sous ce rapport une plus grande dépense. Les frais de rayage sont à peu près les mêmes pour les trois systèmes de rayure.

Relativement aux projectiles de 12 livres, le colonel Boxer estime le travail et les matières employées pour adapter l'extérieur des projectiles au système de rayures comme il suit pour chaque projectile :

Canon Armstrong se chargeant par la culasse.....	4l,13s, 0
Canon Withworth.....	1 , 2 ,11
Canon Armstrong se chargeant par la bouche.....	2 , 0 , 7

Plus tard Armstrong a estimé les frais pour ces divers projectiles au prix inférieur de 17 s. 8 d. 1/2 pour 100. Avec des boutons en zinc, la dépense serait réduite de moitié.

Prix des boutons en cuivre.....	15f, 7
Mise en place des boutons,.....	1 ,50

Le prix de revient de la garniture intérieure de l'obus à segments est presque moitié de celle de l'obus Schrapnel.

Le prix de revient total (matière et main-d'œuvre) pour 100 obus ordinaires a été trouvé par le comité de :

11l, 1s,0 pour le canon se chargeant par la culasse ;
13 ,19 ,9 pour le canon Whitworth.

Quand la fabrication sera organisée, ce dernier prix sera considérablement réduit. Les projectiles les plus économiques sont ceux de M. Whitworth, et les plus chers ceux à enveloppe de plomb du canon Armstrong se chargeant par la culasse.

Vers la fin des expériences, en 1865, le comité obtint de MM. Armstrong et Whitworth une liste des prix auxquels ils pouvaient fournir les projectiles de leurs différents canons. Le tableau suivant donne un extrait qui permet la comparaison, pour les canons se chargeant par la bouche :

Prix d'un projectile.

	ARMSTRONG.	WITHWORTH.
Obus ordinaire pour canon de 12	3f 21 à 4f 37	3f 75
Obus ordinaire pour canon de 32		9 37
Obus ordinaire pour canon de 40	9 37 à 11 25	»
Obus ordinaire pour canon de 70	15 à 18 75	15 62
Obus ordinaire pour canon de 150 livres ou canon de 7 pouces.....	29 27 à 37 5	28 75

En tenant compte de la réduction indiquée plus haut pour les obus de 12, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut dire que le prix des boutons mis en place pourrait être de 1 fr. 25 par projectile, pour le canon de 70 livres ; les boutons en zinc coûteraient environ la moitié.

Il est bien entendu que le lecteur doit considérer tous ces prix comme des maxima qui sont diminués aujourd'hui que la fabrication s'est continuée pendant plusieurs années.

Conclusions du comité :

1° Les trois systèmes de rayures produisent le mouvement de rotation du projectile, de manière à assurer la justesse du tir.

2° Les projectiles ne dégradent l'âme du tube en acier dans aucun de ces canons rayés.

3° Les projectiles couverts de plomb et ceux qui ont des boutons ou ailettes en cuivre sont plus exposés à se détériorer par suite des accidents du service que ceux qui sont entièrement formés d'un métal dur, fonte ou acier ; il y a pourtant lieu de remarquer que les déformations capables de les mettre hors de service se produiront rarement.

4° Les projectiles Whitworth sont les plus économiques ; comme la dépense des munitions se renouvelle souvent, c'est un point de grande importance.

5° Les projectiles Armstrong ont une capacité intérieure considérable à cause de leur forme cylindrique ; l'emploi des fortes charges d'éclatement qu'ils contiennent peut produire de grands effets de destruction.

6° L'acier martelé, trempé et éprouvé avec soin peut être employé avec confiance pour faire les tubes intérieurs des canons.

7° On peut construire des canons remplissant toutes les conditions possibles pour la sécurité des canonniers avec des tubes d'acier, renforcés par des cercles en fer forgé à rubans ; de pareilles pièces donnent toujours des indications extérieures avant qu'elles éclatent.

8° Il est possible aussi de faire entièrement en acier des canons remplissant toutes les conditions de sûreté ; on ne saurait pourtant conseiller l'adoption des cercles en acier avant que les produits des fabriques soient plus uniformes et inspirent plus de confiance. Le canon de 70 a donné de nombreux signes prémonitoires, tandis que celui de 12 a éclaté violemment sans qu'aucun indice ait pu prévenir les canonniers.

9° Pour le moment, les cercles en fer à rubans sont beaucoup moins chers que ceux d'acier.

10° La plus grande force de l'acier, son égale résistance dans tous les sens, donnent aux canons qu'il sert à construire de plusieurs pièces une plus grande résistance au choc des projectiles ennemis que le système à rubans de fer.

11° Le système à coins, employé par sir W. Armstrong pour fermer la culasse du canon de 70 livres, et recommandé par lui pour les plus gros canons, est solide et maniable. Pourtant les commissaires pensent que les canons se chargeant par la bouche conviennent mieux aux diverses nécessités du service.

12° Le système de rayures multiples, avec les projectiles couverts de plomb. la complication des appareils de chargement par la culasse qui entraîne l'emploi de culots d'étain et de lubrificateurs est inférieur, au point de vue des conditions de la guerre, aux deux modèles de canons qui se chargent par la bouche. La première dépense relative à la bouche à feu et le prix de revient des projectiles sont plus considérables. Les expériences faites avec le canon de 70 ont aussi montré le danger pour la solidité du canon qui peut résulter de ce que les rayures sont remplies par le plomb résultant des projectiles précédemment tirés.

13° Les canons se chargeant par la culasse permettent une très-grande rapi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dité de tir lorsqu'on annule le recul; ils offrent de plus l'avantage de laisser voir à chaque coup l'état de la surface de l'âme. En conséquence, le comité pense que les canons se chargeant par la culasse pourraient être employés utilement dans des cas particuliers, comme pour les casemates, pour flanquer les fossés, etc.

14° La vis employée pour fermer la culasse dans la construction des canons se chargeant par la bouche présente toute sûreté.

15° Les canons rayés se chargeant par la bouche peuvent être servis et chargés avec une facilité parfaite et une grande rapidité.

16° L'usure intérieure est principalement due au courant de gaz enflammés qui parcourt l'âme avec une grande rapidité et de fortes tensions; cet effet est le plus grand à la partie supérieure de l'âme; les surfaces inclinées des rayures sont les plus attaquées. Cette dégradation de l'âme était presque nulle avec le canon se chargeant par la culasse dans lequel le projectile est forcé.

On comprend que, dans ce cas, les gaz sont retenus par le projectile, et qu'ils parcourent la surface de l'âme avec une vitesse bien moindre que s'il y avait des passages libres par lesquels une partie du courant pût s'échapper. Il faut chercher à prévenir cet écoulement des gaz pour les canons se chargeant par la bouche au moyen d'un valet ou d'un autre système placé sur la poudre, et qui produirait l'obturation à la base du projectile pendant le tir.

17° Pour les canons se chargeant par la bouche, on peut supprimer les lubrificateurs sans diminuer la justesse et la facilité de chargement. Dans ces conditions, le canon Armstrong est beaucoup plus facile à charger que celui de M. Whitworth.

18° Les projectiles pleins à tête évidée, employés par sir W. Armstrong, donnent lieu à des objections.

19° Les canons Whitworth, avec leur calibre relativement petit, ont l'avantage pour la pénétration, à partir de 910 mètres.

20° Les canons Armstrong, avec leurs forts diamètres comparativement, peuvent consommer utilement de fortes charges de poudre; ils donnent au projectile une plus grande vitesse initiale, une plus grande pénétration, et ils produisent des effets plus formidables aux petites portées.

21° Dans les cas où une très grande pénétration n'est pas nécessaire, les canons Armstrong tirant de longs obus d'un fort diamètre, qui ont une charge d'éclatement considérable, sont supérieurs à ceux de M. Whitworth.

22° L'obus Shrapnel, du colonel Boxer, produit des effets de destruction très-supérieurs à ceux qu'on peut attendre de l'obus à segments de sir W. Armstrong. Son emploi n'exige pas autant de soin pour apprécier les distances ou pour ajuster les fusées.

23° Les fusées à temps en bois, du colonel Boxer, qui coûtent relativement peu, sont supérieures, pour les besoins généraux du service, aux fusées à temps en métal d'un prix élevé, proposées par sir W. Armstrong.

24° Les expériences n'ont pas démontré la supériorité de l'une sur l'autre des fusées à percussion du colonel Boxer et de sir W. Armstrong.

25° La fusée à colonne de sir W. Armstrong a une supériorité marquée pour le service de la marine.

(*La fin à un prochain fascicule.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LVI

BLANCHIMENT, BLANCHISSAGE, APPRÊT

BLANCHIMENT DES TISSUS

PAR Dr KAEPPELIN, CHIMISTE,
Membre correspondant de la Société industrielle de Mulhouse.

(Planches 130, 202, 203.)

Dans ma précédente Étude sur les impressions et la teinture des tissus (fascicules 1, 5, 7, 8), j'ai dit, en parlant des procédés nouveaux de MM. Tessié du Mothay et Maréchal, que l'expérience pouvait seule nous permettre de juger leur valeur industrielle. Ces procédés étant employés dans certaines usines du Nord pour le blanchiment du lin, j'ai dû les signaler aux lecteurs de nos Études, sans toutefois affirmer la supériorité que les inventeurs leur attribuent, même pour le blanchiment du coton. Je l'ai fait impartialement, tout en n'en dissimulant pas les inconvénients, que la pratique permettra peut-être de surmonter. En attendant ce grand résultat, il était de mon devoir d'explorateur dans ce monde de recherches et d'inventions qui s'est découvert aux yeux de tous dans les vastes galeries de l'Exposition, de faire remarquer l'emploi nouveau qu'a fait M. Tessié du Mothay d'une source d'oxygène abondante qui pourrait être avantageuse à l'industrie. Je ne dissimulerai pas les inconvénients graves à mes yeux qui me semblent attachés à sa méthode de blanchiment, la difficulté de redissoudre l'oxyde de manganèse fixé sur les tissus de coton, le danger attaché à l'emploi d'acides énergiques, et surtout l'incertitude dans la marche des opérations; mais, toutes ces réserves faites, je placerai son invention au rang des plus importantes, si la grande expérience qu'il doit tenter dans nos premiers établissements de l'Alsace réussit aussi complétement qu'il en a la certitude.

Je signalerai dans les *Annales du Génie civil* les résultats qui auront été obtenus, et je ferai moi-même, à l'occasion, les expériences nécessaires pour m'assurer de la vérité et de l'étendue des avantages qui nous sont promis.

Revenons maintenant aux procédés connus, aux améliorations qui y ont été introduites depuis quelques années, et qui sont le résultat d'une application mieux raisonnée des méthodes découvertes par la science et expérimentées par l'industrie.

Tissus de coton.

Le blanchiment des tissus de coton se divise en plusieurs opérations qui se succèdent dans un ordre parfait, et que l'on ne peut intervertir sans nuire au résultat que l'on se propose d'atteindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis l'époque à laquelle Berthollet, notre illustre chimiste, enrichit l'industrie de l'application du chlore au blanchiment des tissus de coton et de lin, on a toujours employé les mêmes agents chimiques pour produire cette décoloration, et la chaux, la potasse ou la soude, les acides muriatique et sulfurique, et les chlorures de chaux ou de soude servent encore aujourd'hui aux différentes opérations industrielles qui constituent le travail du blanchiment. En y ajoutant le savon résineux, qui a toujours été employé dans les ménages de nos provinces de l'Est, j'aurai nommé le seul agent nouveau que l'industrie ait adopté depuis une vingtaine d'années, et dont elle ait constaté l'efficacité.

En quoi consistent donc, me dira-t-on, les améliorations incontestables introduites dans cette branche de l'industrie ? La réponse sera facile à faire, car il me suffira de signaler au lecteur : la rapidité actuelle des opérations, qui sont d'une durée vingt fois moins considérable que dans le principe ; le système du blanchiment continu que M. J. Fries introduisit en France, et qui a remplacé la main de l'homme par le travail de la machine ; l'emploi mieux raisonné de la chaux, dû aux belles recherches de M. Schwartz, de Mulhouse, et de M. Dona, de Boston ; celui plus récent du savon résineux dans le blanchiment des toiles destinées à être imprimées et garancées ; le perfectionnement apporté à la construction des appareils de cuisson, de lavage, qui permet de diminuer la durée et le nombre des opérations, tout en obtenant de meilleurs résultats. Cet ensemble de perfectionnements et d'améliorations successivement introduits dans les procédés chimiques et mécaniques du blanchiment, constitue le progrès rapide de cette industrie, progrès qui, évalué en chiffres, nous permet de constater que le blanchiment de 100 mètres de tissus revient aujourd'hui de 1 franc à 1 fr. 50 c. au lieu de 6 francs et de 10 francs qu'il coûtait il y a trente ans à peine.

Les différentes opérations qui constituent le blanchîment sont le grillage ou flambage, qui remplace le tondage ; le dégraissage ou lessivage, et la décoloration proprement dite.

Grillage. Dans une précédente Étude (fascicules 6, 7, 8), j'ai déjà décrit cette importante opération, et j'ai signalé au lecteur, en le décrivant avec soin, l'appareil de flambage au gaz de M. Tulpin, de Rouen, que l'on peut considérer comme le résumé de tous les perfectionnements apportés dans ces derniers temps à la construction de ce genre d'appareils.

Le grillage a pour but la destruction la plus complète possible du duvet et des nœuds qui existent à la surface des tissus, et qui, en se relevant pendant les opérations du blanchiment et de la teinture, nuiraient à l'aspect général de la marchandise et terniraient les couleurs d'impression.

On est quelquefois forcé de faire passer les pièces par la *tondeuse*, après le blanchiment et la teinture, pour enlever les parties du duvet que le grillage n'aurait pas entièrement détruites.

Dégraissage. La décomposition des corps gras qui sont fixés dans les tissus, soit à l'état naturel, soit pendant le travail du tissage, a été l'objet des constantes recherches des chimistes et des industriels de tous pays. Il semblerait, au premier abord, que cette saponification dût être chose facile, et cependant il a fallu une longue expérience, des observations minutieuses, des recherches savantes, pour atteindre le résultat auquel on est parvenu aujourd'hui.

La chaux est le premier agent de saponification qui a dû attirer l'attention du fabricant, car il réunit la qualité essentielle du bon marché à des propriétés saponifiantes énergiques. Aussi préconisa-t-on, dans le principe, son emploi ; mais les accidents nombreux qui en résultèrent, les pertes considérables que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

subirent les fabricants, par suite de son action corrosive sur les tissus, le firent rejeter par l'industrie d'autant plus rigoureusement, qu'elle l'avait d'abord accueilli avec plus de faveur.

Il était réservé à un fabricant américain, M. Dona, et à un industriel français bien connu par ses recherches, M. Schwartz, de reconnaître ce qu'il y avait d'exagéré dans cette exclusion complète de l'emploi de la chaux. Ce dernier fit des expériences concluantes, qui prouvèrent que l'action corrosive de la chaux ne peut s'exercer sur les tissus qu'avec le concours de l'air, et que, par conséquent, une immersion complète des tissus dans l'eau de chaux pendant la durée du bouillissage dans les cuves à lessiver suffisait pour les empêcher d'être ce qu'on appelle *brûlés*. Depuis lors, la chaux reconquit la faveur qu'un emploi inconsidéré lui avait fait perdre auprès des industriels, et aujourd'hui encore, c'est de cet agent énergique que l'on se sert pour opérer la formation d'un savon calcaire avec les matières grasses du tissu. Mais ce savon est peu soluble ; il faut donc isoler de nouveau les acides gras qui le composent, pour en opérer plus tard la saponification et les rendre solubles. On passe les pièces, à cet effet, dans un bain acide qui décompose le savon calcaire, s'empare de la chaux et abandonne au tissu les acides gras rendus libres. On se sert d'un acide qui puisse former avec la chaux un sel soluble, et l'acide muriatique est généralement employé après le lessivage en eau de chaux.

La saponification des acides gras ainsi isolés sur le tissu se fait alors avec les carbonates de potasse ou de soude, unis à des savons résineux, de la même manière que pour la saponification à l'eau de chaux.

Il faut aussi avoir le soin de faire bien immerger le tissu dans le bain alcalin pendant la durée du bouillissage; car, si l'on négligeait cette mesure, si le tissu émergeait du bain alcalin pendant l'opération et si l'air était en contact avec la partie émergée, celle-ci subirait une décomposition partielle et se colorerait en brun d'une façon indélébile.

La saponification des matières grasses a été accélérée, dans ces derniers temps, au moyen du bouillissage à haute pression, adopté il y a quelques années par les Américains Wright et Freeman, et, depuis lors, par plusieurs fabricants anglais, français et allemands.

L'exposition nous a montré un appareil de lessivage à haute pression, de M. Huguenin-Ducommun, de Mulhouse, dont je donnerai le dessin, quand j'arriverai à la description pratique du travail dont je ne fais que l'exposé en ce moment. C'est le seul que j'aie aperçu dans les galeries de l'Exposition.

Il est évident que l'expérience ayant prouvé que la saponification des corps gras par les alcalis se faisait non-seulement plus rapidement dans des vases clos et à haute pression, mais encore nécessitait une quantité d'alcali moindre, et que, quand on élevait la pression à 15 atmosphères, elle avait même lieu sans le secours d'aucun alcali, il devait y avoir économie à appliquer ce système à l'industrie du blanchiment. Cependant il n'est pas encore adopté d'une manière générale, et, comme dans toutes les innovations, il faut le temps nécessaire pour en reconnaître les avantages et en atténuer les inconvénients. Plusieurs grandes maisons en France, en Angleterre et surtout en Amérique, ont entièrement rejeté le lessivage à basse pression, et, parmi nos fabricants les plus habiles, je citerai MM. Dollfus, Mieg et Cie, qui emploient toutes leurs cuves à lessiver à haute pression. Ces appareils sortent des ateliers de M. Tulpin, et je dois à l'obligeance de cet habile mécanicien la communication des dessins qui accompagnent la description que je donnerai de ces appareils.

Après le lessivage alcalin, on procède au lavage mécanique des pièces, puis à leur décoloration proprement dite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LAVAGE ET FOULAGE. Ces opérations mécaniques se font au moyen de divers appareils, qui varient dans chaque établissement, pour ainsi dire. Les plus communément employés dans le lavage des tissus de laine et de coton sont construits d'après le même principe : la pression que subit une étoffe mouillée que l'on fait passer entre deux cylindres et qui en fait jaillir l'eau, corps éminemment peu compressible. Cette eau, en se séparant violemment des fibres du tissu, entraîne avec elle toutes les matières étrangères dont on veut le débarrasser. La disposition de ce genre de machines est généralement la suivante :

A A', B B', sont deux rouleaux en bois de 30 centimètres de diamètre et de 1 mètre et demi de longueur (fig. 1), tournant en sens inverse sur leurs axes, placées dans les rainures pratiquées dans l'épaisseur du support ou bâti D'D', D"D"'.

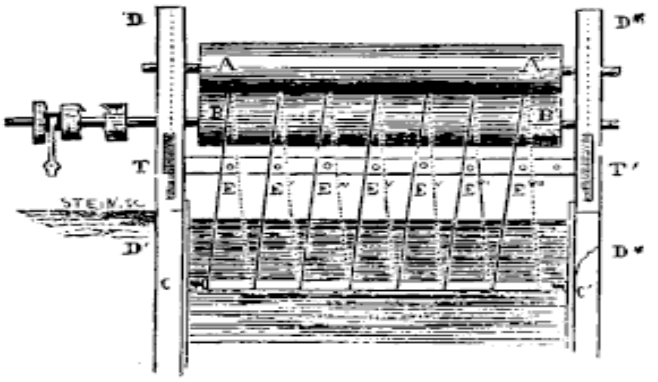


Fig. 1.

CC' est un rouleau d'appel placé à quelques centimètres du fond du réservoir d'eau de lavage, et qui sert à tendre les pièces qu'on lave et à les maintenir sous l'eau pendant le travail.

TT' est une traverse en bois placée au-dessous du cylindre inférieur, et sur laquelle on implante horizontalement des chevilles E E' E" E"', etc., qui sont plus ou moins espacées, selon le nombre de tours que l'on veut faire faire aux pièces dans leur mouvement en spirale entre les cylindres laveurs.

Pour se servir de l'appareil, on soulève le cylindre supérieur, on fait passer une corde mince sous le rouleau de tension, puis on la relève en E, on la glisse entre les deux cylindres pour la faire retomber de l'autre côté et la faire repasser sous le rouleau de tension, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à l'extrémité opposée de l'appareil. Cette ficelle est attachée au bout d'une des pièces que l'on veut laver et fouler, et comme toutes celles-ci sont liées bout à bout, les unes à la suite des autres, il est évident qu'elle les entraînera dans son mouvement. On abaisse alors le cylindre supérieur en le laissant retomber sur le cylindre inférieur, on communique à ce dernier le mouvement au moyen du moteur de l'établissement, et les pièces entrent en C, — remontent en E entre les chevilles E E', passent entre les cylindres fouleurs, retournent sous le rouleau de tension pour ressortir en T", où l'on peut, si cela est nécessaire, les diriger dans un second appareil de lavage semblable à celui-ci.

Il ne faut pas que la vitesse imprimée à l'appareil soit trop grande, et, pour opérer un bon nettoyage, il faut qu'avec des cylindres de 2 mètres de longueur on puisse débiter 4 à 5,000 mètres par heure.

Ces appareils prennent, selon les différentes dispositions qu'on leur donne, les noms de *clapeaux*, *sauteurs*, *rouennaises* et *rivière anglaise*.

Il est nécessaire que l'eau du réservoir dans lequel on lave les pièces se renouvelle rapidement, à mesure qu'elle se charge des impuretés qu'elle enlève au tissu ; quand on peut se servir d'une eau courante, il est facile de disposer l'appareil de manière à y faire plonger les pièces ; mais quand on n'a pas cet avantage, il faut employer de puissants moyens d'alimentation d'eau, car c'est de son abondance que dépend le bon nettoyage des pièces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand on a des tissus légers à laver, tels que la mousseline, les jaconas, on peut se servir des mêmes appareils, en diminuant toutefois la vitesse de rotation des cylindres, de peur de déchirer le tissu. On peut aussi, dans le même but, diminuer la longueur des cylindres fouleurs et, par suite, la tension de l'étoffe.

On se sert encore fréquemment, pour le foulage des tissus légers, du dashwhel ou roue anglaise, qui est d'une grande utilité dans les blanchisseries de linge. J'en donnerai la description quand je parlerai du blanchissage.

Le plus ingénieux système de lavage des écheveaux est celui que j'ai décrit dans le 6e fascicule de nos Études sur l'Exposition, et c'est le seul que j'aie remarqué dans la classe 59.

Après le lavage et le nettoyage des étoffes, il faut les débarrasser de l'eau dont elles sont imprégnées et les sécher rapidement.—Depuis le temps où le tordage se faisait à la cheville et le séchage à l'air, l'industrie a fait des prodiges, et on est arrivé à sécher en quelques instants les tissus qui sortent des appareils de lavage.

Parmi les machines employées à cet effet, l'hydro-extracteur occupe la première place, et j'en donnerai la description à l'article du blanchissage.

Quand on a des tissus très-épais, tels que le drap, qui pourraient prendre des plis presque ineffaçables dans les hydro-extracteurs ordinaires, il est nécessaire de se servir d'appareils différents. Celui qui a été exposé par M. Tulpin, de Rouen, et auquel il a donné le nom de *machine à essorer au large*, a fixé l'attention de tout industriel qui se préoccupe des inconvénients et des difficultés de cette partie du travail industriel. J'en ai donné la description à la page 92 du 6e fascicule et à la planche V des Études. Après l'essorage, on active la dessiccatiou des étoffes, soit en les exposant dans des endroits chauffés et très-ventilés, soit en les faisant passer sur des tambours métalliques chauffés à la vapeur, dans le genre de celui que j'ai décrit dans ma précédente Étude (6e fascicule).

Décoloration. C'était primitivement au moyen de l'oxygène de l'air qu'on opérait le blanchiment proprement dit. C'était par l'exposition des pièces humides sur les prés qu'on les mettait en contact avec l'air, tout en les exposant à l'action de la lumière. La décoloration se faisait avec une lenteur extrême, et il fallait des semaines, des mois entiers pour obtenir quelques résultats; aussi la découverte du chlore et son application, par Berthollet, au blanchiment des tissus furent-elles l'origine d'une phase nouvelle dans cette industrie.

L'action du chlore, quelque prompte qu'elle soit, est loin d'être directe, comme on pourrait le croire; ce gaz, en effet, n'est pas décolorant par lui-même, et tant qu'il reste à l'état gazeux et sec, il est sans action sur les matières colorantes les plus fugaces; mais vient-il à se trouver en leur présence en même temps que de l'eau ou de la vapeur d'eau, la décoloration a lieu immédiatement. Il y a décomposition de l'eau, dégagement d'oxygène à l'état naissant, (on l'appelait *ozone* au moment où les esprits s'étaient engoués de la découverte de l'oxygène dans un nouvel état moléculaire). Cet oxygène est doué d'une grande puissance décolorante. M. Persoz, notre savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers, a fait une expérience concluante à ce sujet. Il plonge dans un flacon de chlore sec un échantillon de tissu de coton teint en rose de Saflor, qui, comme on le sait, est une couleur très-fugace. Cet échantillon est préalablement aspergé avec un peu d'eau, et partout où les gouttes d'eau ont humecté l'étoffe, la couleur est détruite, tandis que les parties sèches du tissu conservent leur couleur primitive.

Il faut donc employer le chlore à l'état de dissolution dans l'eau, ou plutôt, comme on le fait généralement, à l'état de composé calcaire ou alcalin. C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'hypochlorite ou chlorure de chaux dont on se sert généralement pour blanchir les tissus de coton et de lin. Les chlorures de magnésie ou d'oxyde de zinc sont employés pour blanchir le chinagrass. Les tissus restent plongés dans la dissolution chlorurée pendant un espace de temps qui varie de 6 à 8 heures, selon la force de l'étoffe et le degré chlorométrique de la solution. Si l'on fait suivre le chlorurage d'un passage immédiat dans un bain d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique, sans faire subir aux pièces un lavage intermédiaire, on ne fait que passer les pièces, pendant quelques minutes, dans le bain de chlorure, au moyen du clapeau, puis de là dans le bain acide, puis enfin dans la machine à laver. Ce mode de traitement est plus énergique et plus expéditif que le premier. L'acide décompose le chlorure dont l'étoffe est imprégnée, s'empare de la chaux, produit un dégagement abondant de chlore, qui, en présence de l'eau et de la matière colorante du tissu, produit les phénomènes du blanchiment que j'ai déjà expliqués.

Dans le premier cas, les pièces sont lavées au sortir du bain d'hypochlorite, puis plongées dans un bain d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique, pendant une demi-heure. Au sortir du bain acide, les pièces sont lavées au clapeau et bien nettoyées. Ce dernier lavage termine cette série d'opérations après lesquelles le tissu doit être parfaitement blanchi; cependant on donne quelquefois, quand l'étoffe est épaisse, une seconde lessive alcaline suivie d'un deuxième chlorurage et d'un deuxième passage en acide. On peut, quand il s'agit de pièces destinées à être garancées, suivre indifféremment l'une ou l'autre de ces marches et faire suivre immédiatement le chlorurage du passage en acide; mais quand on opère sur des pièces destinées à la vente en blanc, et dont les chefs sont brodés avec des fils colorés en bleu ou en rouge, il est indispensable de faire suivre le chlorurage d'un lavage et d'un nettoyage au clapeau, avant le passage dans le bain acide; car, sans cette précaution, la couleur de la broderie serait détruite, sinon totalement, du moins en grande partie.

Après ces explications théoriques préliminaires, passons à la description pratique du procédé de blanchiment tel qu'il est suivi aujourd'hui dans la plupart des grands établissements industriels.

Le procédé suivant, modifié selon la force des étoffes à blanchir, m'a toujours donné d'excellents résultats dans les différents établissements que j'ai dirigés, en diminuant ou en augmentant les quantités proportionnelles des matières employées, en variant la durée des opérations, selon la force des tissus, et en les renouvelant, si cela est nécessaire, on est sûr de suivre la marche la plus rationelle et d'observer les lois scientifiques qui viennent d'être développées.

L'opération du blanchiment est complexe, comme nous l'avons vu, et elle se subdivise en plusieurs parties. La première, le *grillage*, est destinée à dépouiller mécaniquement le tissu de son duvet. La seconde, le *bouillissage* dans de l'eau de chaux, doit transformer les matières grasses en savon calcaire (stéarate, margarate et oléate de chaux) et préparer ainsi la saponification des acides gras. La troisième est le *passage des pièces dans des bains acides*, qui, en s'emparant de la chaux, isolent les acides gras. La quatrième est le *dégraissage ou lessivage*, qui a pour but de dissoudre les acides gras dans une lessive de soude ou de potasse. Et enfin la cinquième, le chlorurage, constitue le *blanchiment* proprement dit, c'est-à-dire la destruction des matières colorantes par leur oxydation. C'est le chlorure de chaux qui, jusqu'à présent, a été reconnu comme possédant cette propriété d'oxydation dans les meilleures conditions, c'est-à-dire qu'à une action sûre et rapide, il joint encore une économie notable dans les prix de revient sur tous les autres agents proposés jusqu'à ce jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Blanchiment de 200 pièces de calicot de 100 mètres de longueur.

1re *Opération.*

GRILLAGE. (Voir la description des appareils de M. Tulpin, page 91 du 6e fascicule des *Études sur l'Exposition.*)

2e *Opération.*

BOUILLISSAGE EN EAU DE CHAUX. On éteint soixante kilogrammes de chaux vive dans de l'eau en quantité suffisante pour en faire ce qu'on appelle un lait de chaux. On se sert, à cet effet, de cuves en bois, que l'on dispose de la manière suivante :

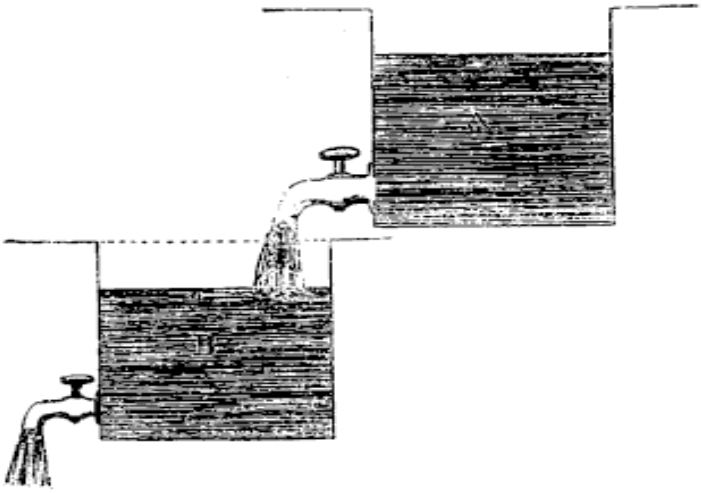


Fig. 2.

Dans la cuve A (fig. 2), on prépare le lait de chaux, qui s'écoule par le robinet placé à sa partie inférieure dans la cuve B, en traversant un tamis en toile métallique qui est placé sur la partie supérieure de celle-ci. De la cuve B le liquide calcaire s'écoule dans une troisième cuve qui sert à plaquer les pièces. Cette dernière cuve C (fig. 3) est munie de roulettes en bois ; elle est à fleur de terre, et les pièces, en sortant du bain, passent dans un appareil à exprimer E, disposé de telle sorte que tout le liquide excédant retombe dans la cuve à plaques.

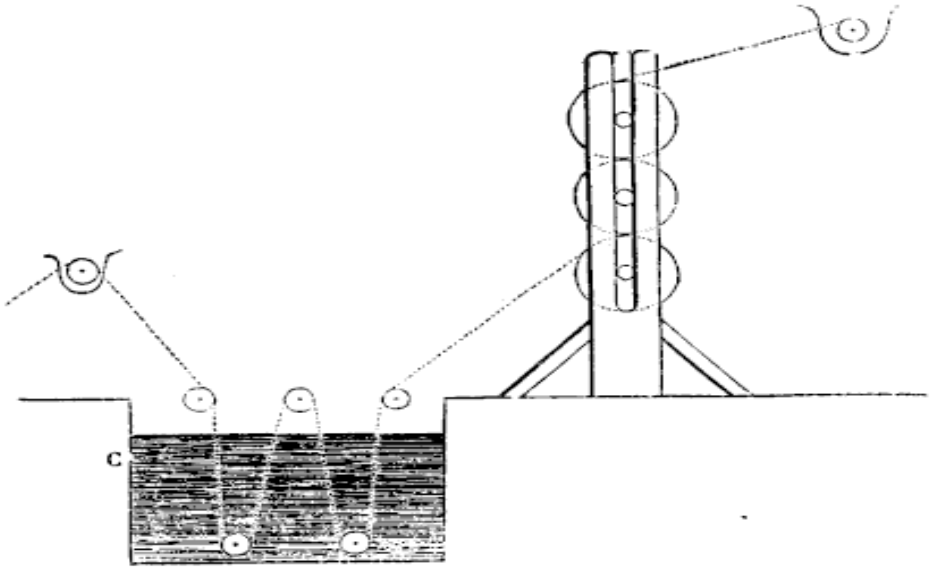


Fig. 3.

Les rouleaux sont disposés de manière à bien comprimer les pièces sans les érailler ; celles-ci sont ensuite dirigées, au moyen du rouleau d'appel, dans la cuve à bouillir au lait de chaux, où un ouvrier les dispose convenablement. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pressier les couvre d'un couvercle à claire-voie, à travers lequel on fait couler le restant du lait de chaux et l'eau nécessaire pour bien les recouvrir. (Je donnerai plus loin la description des appareils de MM. Tulpin de Rouen, et Huguenin de Mulhouse.)

On fait bouillir pendant douze heures et même dix-huit heures quand la marchandise est épaisse et d'un tissu serré. Il faut veiller surtout à ce qu'elle immerge bien dans le liquide calcaire.

Après l'ébullition, on laisse écouler l'eau de chaux par un robinet placé à la partie inférieure de la cuve; et, sans déranger les pièces, on leur fait subir un lavage préalable dans la cuve même, en chassant l'eau de chaux qu'elles contiennent par l'introduction d'eau pure par la partie supérieure de la cuve. Cette eau s'échappe par le robinet du bas de la cuve, et on passe ensuite les pièces au clapeau deux fois de suite. Cet appareil a la disposition suivante (fig. 4) :

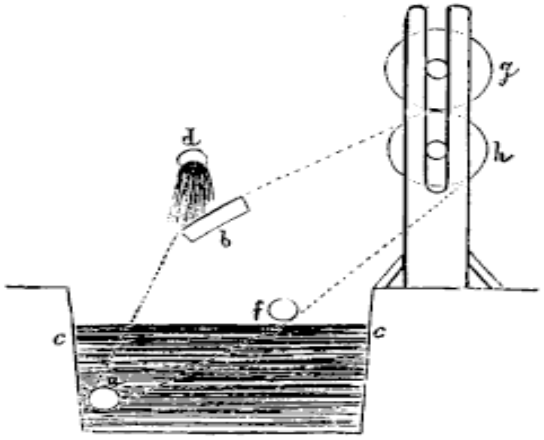


Fig. 4.

cc Cuve ou réservoir d'eau que l'on renouvelle constamment. Il est préférable de se servir d'eau courante.

a Rouleau placé sous l'eau.

b Carreau d'appel.

d Tuyau d'eau à arrosoir.

f Rouleau directeur.

g, *h* Rouleaux presseurs.

Les pièces doivent faire vingt tours sur les rouleaux *g*, *h*.

Après le nettoyage au clapeau les pièces sont dirigées dans la cuve d'acide (fig. 5).

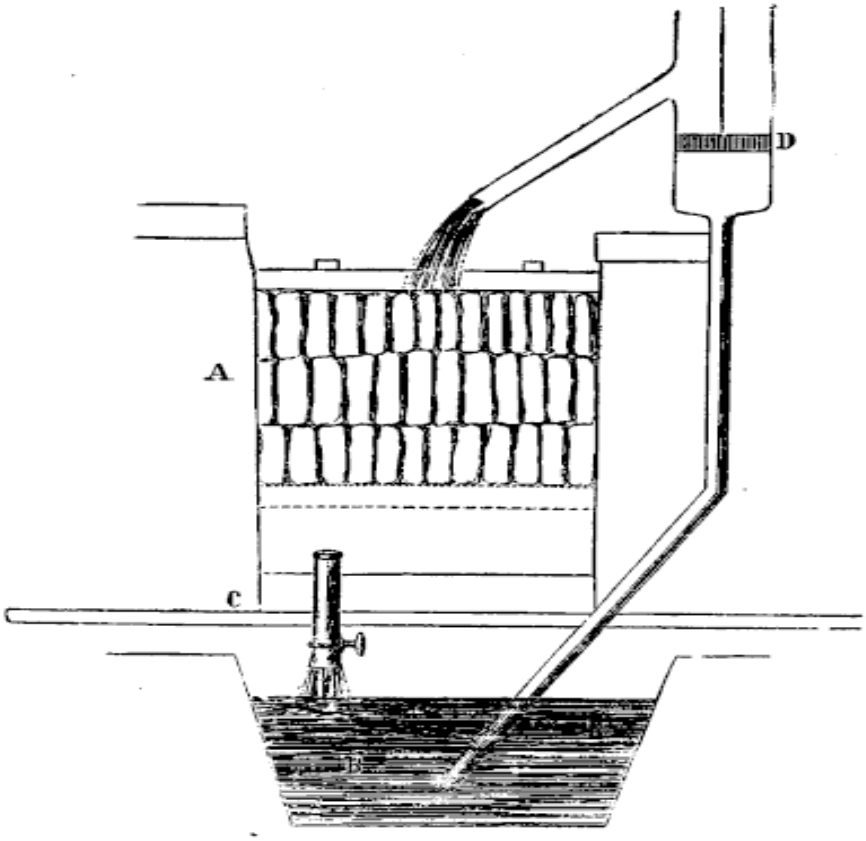


Fig. 5.

A représente la cuve dans laquelle on dispose les pièces.

B est la petite cuve dans laquelle on prépare de l'acide muriatique à 2°-B.

D est une pompe dont les soupapes sont en gutta-percha, les tuyaux en plomb, le piston en plomb, et les ventiles en plomb et gutta-percha. Tout ce qui n'est pas en contact avec l'acide peut être en fonte : les tiges du piston sont en cuivre.

L'acide, qui est en B, est continuellement remplacé, et, après chaque partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de marchandises, on a la précaution d'ajouter quatre à cinq bonbonnes d'acide à 2°-B. On pompe le liquide de B en A, jusqu'à ce que la cuve soit pleine et que les pièces soient bien imbibées ; on laisse ensuite écouler le liquide par le tuyau C dans la cuve B. On recommence cette opération trois fois de suite, en ayant soin de laisser les pièces soumises, pendant trois heures, à l'acide de la troisième immersion.

Les pièces sont ensuite lavées à l'eau pure, dans la cuve d'abord, puis au moyen du clapeau, et dirigées directement dans la cuve de lessivage en soude et savon résineux.

On dispose les pièces dans cette cuve en trois couches circulaires, comme je l'indique ci-contre (fig. 6) :

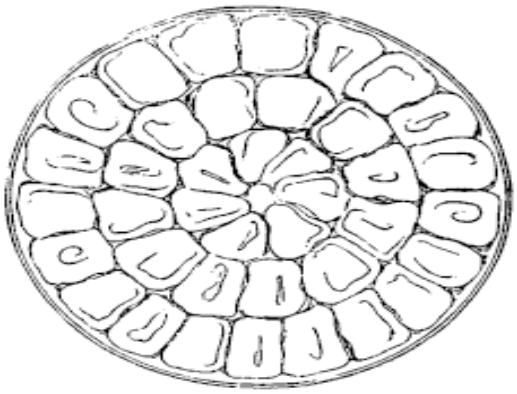


Fig. 6.

On les presse bien, on les couvre d'eau dans laquelle on a dissous 40 kilog. de sel de soude. On peut se servir aussi de savon alcalin résineux qui a déjà servi à une première opération.

Après huit heures de bouillon, on laisse écouler le bain alcalin, et on lave les pièces en cuve ; on verse ensuite une nouvelle dissolution de 40 kilog. de soude sur les pièces, on fait bouillir six heures et, pendant que le liquide est en pleine ébullition, on ajoute le savon résineux, que l'on prépare dans une chaudière pleine d'eau en faisant bouillir pendant quelques heures 40 kilog. de sel de soude et 40 kilog. de colophane. On introduit le savon dans la cuve à lessiver de manière à ne point interrompre le bouillissage ; on fait ensuite encore bouillir pendant six heures ; après cela, on ajoute une dissolution de 40 kilog. de sel de soude et on fait bouillir encore pendant dix heures. Le savon résineux se trouve donc composé de 100 kilog. de sel de soude et de 40 kilog. de colophane, on peut aussi, comme cela est du reste nécessaire quand on se sert de cuves à haute-pression, faire immédiatement le mélange de la dissolution alcaline et du savon résineux.

A la fin de l'opération on fait couler la lessive de la cuve dans d'autres cuves dans lesquelles on veut l'employer comme je l'ai dit précédemment à la première opération du lessivage. On dispose les cuves à lessiver de manière à les faire communiquer les unes avec les autres, ou, selon les besoins du travail, avec le canal d'écoulement C.

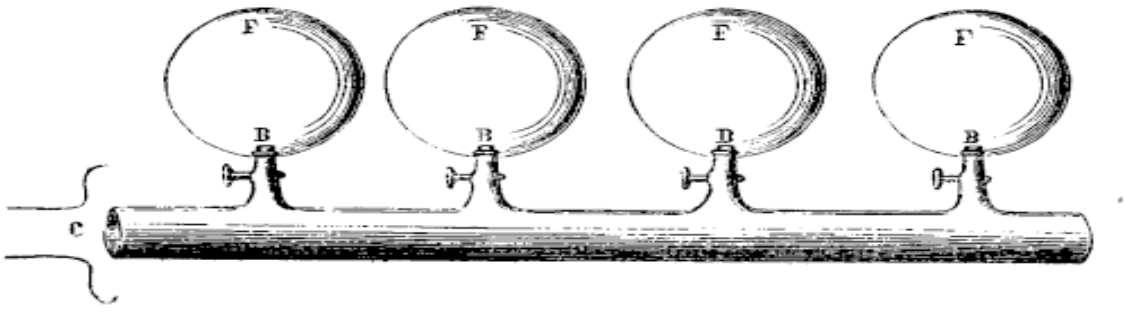


Fig. 7.

Après que les bains alcalins se sont écoulés, on lave bien les pièces en cuve, puis deux ou trois fois au clapeau, et de là on les dirige dans la cuve à chlorer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette cuve est disposée de la même manière que celle à acide : on prépare, dans la cuve inférieure, un bain d'hypochlorite de chaux à 1/4°-B (430 d'arsenic marquant 57° au chloromètre), et après chaque partie de marchandises on ajoute une dissolution de 21 kilog. de chlorure sec.

De même que pendant l'opération du passage à l'acide, on verse le chlorure trois fois sur les pièces ; la troisième fois les pièces restent imbibées pendant plusieurs heures, puis, après l'écoulement de la liqueur acide, mais sans avoir été préalablement lavées, les pièces sont dirigées dans une cuve pleine d'acide sulfurique dilué à 2°-B, où on les traite de la même manière qu'il vient d'être dit pour le chlorurage. Les pièces sont ensuite lavées et séchées.

Quand, à la longue, il se forme beaucoup de sulfate de chaux, pendant ce dernier traitement par l'acide sulfurique, il faut faire remonter le liquide au moyen de la pompe et le rejeter.

En récapitulant le nombre d'heures employées au blanchiment complet des pièces, nous voyons que, pour la mise en cuve et le bouillissage en eau de chaux, il faut. . . . . 20 heures.

Pour sortir de la cuve.	1
Pour deux lavages au clapeau.	5
Acide muriatique.	3
Lavage au clapeau.	2
Bouillissage en soude et savon.	36
Clapeau.	2
Chlorure à 57° chlorométrique.	5
Acide.	5
Deux clapeaux.	5
Totalité des heures de travail.	84 heures.

Il est bien facile à comprendre qu'en multipliant suffisamment le nombre des appareils que je viens de décrire on arrive à blanchir des quantités considérables de tissus par jour. C'est ainsi que les maisons de Wesserling, de Dollfus, Mieg de Mulhouse, etc., sont parvenues à blanchir 3 à 400,000 pièces de 100 mètres de longueur pendant 300 jours de travail, ce qui fait plus de 1,000 pièces par jour ou 100,000 mètres.

Passons maintenant à la description des appareils à lessiver à haute pression, qui méritent toute notre attention, et dont l'emploi tend à se généraliser en Angleterre surtout.

Appareils de lessivage des tissus de coton.

Le principe de tous les appareils à lessiver les étoffes consiste à faire pénétrer le liquide alcalin dans toutes les parties du tissu d'une manière égale, afin qu'elles subissent pendant le même temps et à la même température, l'action saponifiante des matières employées.

Les chaudières ou cuves à basse pression ne réalisent cet effet que lorsqu'on prolonge l'opération du bouillissage et que l'on augmente les quantités d'alcali employé. On leur a donné le nom de citadelles dans les fabriques de Normandie, où elles sont généralement en usage, et les fig. de la pl. 130 représentent une chaudière à bouillir pouvant contenir cent cinquante pièces de calicot, et fonctionnant sous la pression d'une atmosphère et demie. Ce genre de chaudière est employé depuis trente ans environ dans les établissements de Rouen, et la maison Bonnière, aujourd'hui maison Tassel, a été des premières à l'adopter. C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à M. Tulpin constructeur, dont j'ai déjà eu souvent l'occasion d'apprécier le talent, que ce fabricant doit ses appareils. En les reproduisant ici avec la plus scrupuleuse exactitude, quoique l'Exposition n'en ait offert au visiteur aucun spécimen, je faciliterai au lecteur la comparaison d'un système qui est employé dans un grand nombre de fabriques, avec celui à haute pression, que la plupart de nos grands industriels hésitent encore à adopter.

Chaudière dite citadelle pouvant contenir 150 pièces de 100 mètres.
(Construite par M. Tulpin de Rouen.)

Légende explicative. (Fig. 1, Pl. 130.)

A A' A'' A'''	Chaudière à lessiver les pièces, chauffée à la vapeur avec une pression de 1 1/2 atmosphère.
B B'	Trou d'homme servant de fermeture à la chaudière.
C C'	Bouchon du trou d'homme, s'appliquant comme à toutes les chaudières à vapeur, et maintenu au moyen de quatre boulons et de deux traverses en fer.
D D'	Traverses en fer.
E E'	Boulons d'attache du bouchon.
F F'	Soupapes de sûreté à poids direct.
f	Poids.
G G'	Double fond en bois recevant les pièces à blanchir.
g g' g'' g'''	Supports en fer soutenant le double fond.
H H'	Cercle en fer reliant les supports entre eux.
I I' I'' I'''	Traverses en fer maintenant les pièces durant l'opération.
J J' J'' J'''	Supports d'arrêt des traverses.
K	Tube de niveau d'eau en cristal.
L L'	Tubes de communication du niveau d'eau avec la chaudière.
M M'	Robinets portant le tube de niveau d'eau.
N N'	Enveloppe du tuyau réchauffeur.
O O'	Tuyau de vapeur réchauffeur.
P P' P'' P'''	Enveloppe de la chaudière en maçonnerie.
Q	Robinet de prise de vapeur.
R	Robinet de vidange.

Dans plusieurs de ces appareils à basse pression, on dispose le tube de vapeur réchauffeur dans le milieu de la cuve, qui peut être en bois; le tuyau s'ouvre dans la partie inférieure de la cuve, et est surmonté d'une enveloppe recouverte d'un chapiteau qui disperse la lessive montante sur toute la surface supérieure de la masse des pièces, et la fait retomber ainsi, en les traversant, dans les parties basses de la cuve, où elle se réchauffe, remonte encore sous l'action de la vapeur, pour continuer ce mouvement de va-et-vient pendant tout le temps que doit durer l'opération.

Le système de boulons et de traverses qui maintient le bouchon du trou d'homme qui est indiqué dans la planche précédente est dû à M. Tulpin.

Les pièces sont placées dans la cuve comme je l'ai dit précédemment, la lessive y est introduite, et la vapeur entrant par le tuyau *o* la force à remonter et à se répandre par l'ouverture V sur les pièces. Quand l'opération est terminée, on laisse s'écouler le liquide par le robinet R.

Ce genre de cuves offre certainement quelques inconvénients. La saponification des corps gras s'y fait moins rapidement que dans les cuves à haute pression, et il arrive peut-être plus souvent qu'avec ces dernières que les pièces ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont pas toujours traversées également par le liquide. Il se forme quelquefois entre elles de véritables petits canaux par lesquels se précipite le liquide alcalin qui, dans ce cas, n'exerce pas d'action sur le tissu.—Mais, malgré ces imperfections, on s'en sert dans la plupart des établissements, avec quelques modifications peu importantes, que chaque fabricant introduit dans leur construction et qu'il est inutile de signaler ici.

Appareils à lessiver à haute pression.

La saponification des corps gras par les alcalis se faisant plus rapidement quand on opère dans des vases clos et sous une haute pression, il est évident que l'on a dû chercher à remplacer, depuis la connaissance de ce fait, le système primitivement employé de lessivage dans des cuves découvertes par celui de cuves fermées, dans le genre de celles que je viens de décrire, puis enfin par celui de cuves fermées et pouvant résister à l'action d'une haute pression. Ce dernier système, qui offre quelques dangers quand les appareils sont défectueux, a de la peine à se répandre, et, excepté en Amérique, où il a été d'abord appliqué, et en Angleterre, où il s'est rapidement vulgarisé sous le nom de Wadington, on l'emploie avec une certaine restriction. Quelques accidents, récemment arrivés dans des blanchisseries de Russie et d'Allemagne, et qui ont été signalés à la Société industrielle de Mulhouse, jetteront peut-être encore plus de discrédit sur ce genre d'appareils. Cependant, il suffirait d'un examen approfondi pour remonter à la source du mal ; et ne serait-ce pas plutôt à un vice de construction ou à un manque de précaution dans l'emploi de cet appareil qu'au système lui-même qu'il faut attribuer les accidents qui se produisent ?

Le système Wadington est adopté dans les établissements de M. Rondeaux et de M. Girard de Rouen, et dans celui de MM. Dollfus, Mieg et comp. de Mulhouse. Quelques autres maisons, entre autres celle de M. Stackler, en ont fait l'essai, puis y ont renoncé, de sorte que l'on s'en tient généralement aux anciennes cuves à basse pression, et que l'on préfère ce dernier système qui est moins dangereux et qui nécessite moins de précautions.

Je commencerai par décrire le système Wadington, qui est connu depuis plus de trente ans, et dont les modèles sont exposés au Conservatoire des Arts et Métiers. Ce système est remis en vogue depuis quelques années, en Angleterre, par MM. Barlow, Samuel et comp., de Manchester, qui y ont introduit quelques modifications peu importantes. Il fonctionne à une pression de 5 atmosphères, ce qui est peut-être trop ; mais ce n'est pas à une pression de 1 atmosphère de plus que l'on doit attribuer les dégâts si graves occasionnés par l'emploi de ces appareils en Russie, dans la maison Prochoroff à Moscou, et que j'ai signalés plus haut.

M. Charles O'Neill, chimiste de la fabrique de Schlusselbourg, a développé, à la séance du 15 mai 1867 de la Société industrielle de Mulhouse, les raisons qui le portent à attribuer cet accident au dégagement brusque de l'acide carbonique du carbonate de soude, par suite de l'action de la colophane sur ce sel dans la préparation du savon résineux. Cette action est devenue l'objet d'un examen consciencieux, et aussitôt que j'en connaîtrai le résultat je le mentionnerai dans nos *Annales du Génie civil.*

Légende explicative des appareils de blanchiment du système Wadington (Pl. 203).

A A'	Chaudière à lessiver les tissus.
B	Récipient servant à réchauffer la lessive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C Cuve en bois servant à la préparation de la lessive.
c Tuyau de communication de la cuve avec le récipient pour y amener la lessive.
D Tuyau de vapeur réchauffant la lessive dans le récipient.
E Tuyau plongeur amenant la lessive chauffée du récipient dans le haut des chaudières.
e e Robinets interceptant à volonté la communication des chaudières avec le récipient.
E' Prolongement du tuyau E établissant à volonté la communication du bas des chaudières avec le récipient.
F F' Robinets établissant à volonté la communication du bas des chaudières avec le récipient.
f f Robinets de vidange.
G G Rouleaux d'appel des pièces pour encuver et décuver.
H Cuve de trempage pour le chlorurage.
H' Cuve de trempage dans les bains acides.
h h' Pompes pour le chlore et les acides.
I I' Petites cuves recueillant les dissolutions chlorurées et acides à mesure qu'elles s'écoulent.
J J Tuyau d'aspiration des pompes.
K K' Tuyaux d'écoulement des dissolutions chlorurées et acides.
L L' L'' L''' Colonnes supportant l'entablement qui reçoit les appareils.

Ce système complet de blanchiment continu et à haute pression a été construit par M. Tulpin, pour les besoins de la fabrique de MM. Dollfus, Mieg et comp., il y a quelques années. M. Tulpin construisit alors trois chaudières à lessive au lieu de deux. La première était destinée au lessivage des pièces dans l'eau de chaux; les deux autres aux lessives alcalines. Celles-ci communiquent entre elles par le bas, au moyen d'un jeu de robinets, ce qui permet de faire passer la lessive de l'une dans l'autre, selon les besoins du travail, comme je l'ai signalé au commencement de cette étude.

La planche 202 représente une cuve à lessiver les tissus, comme celles que M. Tulpin a construites pour MM. Dollfus, Mieg et comp.

Légende explicative de la planche 202.

A A' A'' A''' Cuve ou chaudière fonctionnant à 3 et 4 atmosphères, suivant l'épaisseur des toiles.
B B' Grand trou d'homme servant de fermeture à la chaudière.
C C' Bouchon du trou d'homme s'appliquant à plat sur la bride de celui-ci et maintenu par 12 boulons à charnière *d d'*, avec écrous à oreille se rabattant lorsqu'on veut enlever le bouchon.
D D' Écrous à oreille des bouchons *d d'* : il y en a douze semblables vus dans le plan.
E E' Soupape de sûreté chargée, plus ou moins, selon la pression à laquelle on veut opérer le lessivage.
F Double fond en bois sur lequel reposent les pièces à blanchir.
g g' g'' g''' Supports en fer soutenant le double fond.
H H' Cercle en fer reliant les quatre supports *g g' g'' g'''*.
I I' Traverses en fer maintenant les pièces durant le bouillissage.
J J' J'' J''' Supports d'arrêt des traverses en fer.
K K' K'' Robinets et tubes du niveau d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L L' Tubes de communication des robinets du niveau d'eau à la chaudière.
M M' Enveloppe du tuyau à vapeur.
N N' Tuyau de communication de l'enveloppe du tuyau de conduite de la vapeur avec la cuve.
o o' Tuyau de conduite de la vapeur.
P Robinet de prise de vapeur communiquant avec le générateur de la vapeur.
Q Q' Enveloppe en bois empêchant le refroidissement de la cuve.
R R' Tuyaux de vidange.

La fermeture autoclave de ce genre de chaudières n'est pas, à mon avis, aussi avantageuse que celle qui est indiquée dans la figure qui représente les cuves à lessiver auxquelles les Rouennais ont donné le nom de citadelles, et qui est de l'invention de M. Tulpin.

Aucune de ces cuves n'était exposée dans les galeries du Palais du Champ de Mars, et le seul appareil de ce genre que j'y aie aperçu sortait des ateliers de MM. Ducommun et comp. de Mulhouse. Ces constructeurs-mécaniciens, dont j'ai déjà eu l'occasion de faire ressortir l'habileté, ont fait breveter leur système, qui présente quelques modifications quand on le compare avec les autres appareils du même genre. C'est ainsi que la lessive qui se trouve dans la partie inférieure de la cuve A est appelée, à l'aide d'un injecteur C, et déversée dans la partie supérieure B par dessus les tissus renfermés dans la cuve. La figure suivante fera connaître au lecteur la différence qui existe entre ces différents appareils de lessivage.

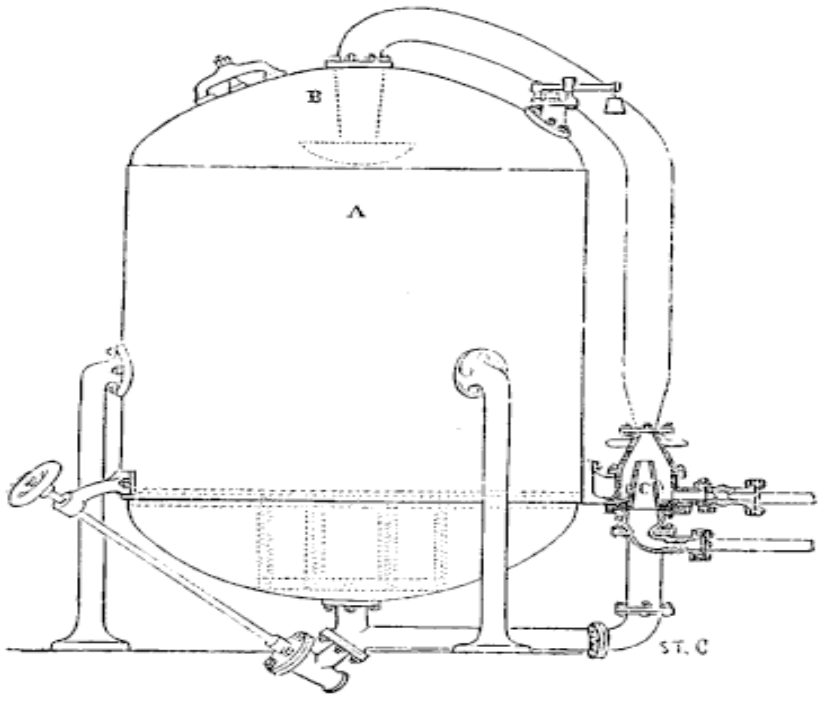


Fig. 8.

Quel que soit le système de lessivage employé, qu'il soit à haute ou à basse pression, le résultat en est à peu près le même, quand on observe convenablement les règles que nous avons précédemment indiquées.

Quelques esprits, et des meilleurs, comme celui de mon savant collègue et ami, M. C. Koechlin, traitent la haute pression de complément barbare des manipulations du blanchiment. Je crois que c'est là un jugement sévère, et l'expérience que j'ai faite moi-même de ces différents appareils me confirme dans l'opinion que j'ai émise : que l'on ne doit ni rejeter complétement les uns, ni préconiser d'une manière absolue l'emploi des autres. Les cuves à haute pression nécessitent une plus rigide observation des règles de la prudence il est vrai, mais elles introduisent dans les opérations une certaine économie de temps et de matières premières, et il est bon d'en tenir compte. Il en est de même du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blanchiment *continu* qui ne doit pas être appliqué sans discernement, mais selon les besoins de la fabrication.

C'est à l'industriel lui-même de suivre la voie qui lui semble la plus avantageuse, et d'observer sagement les règles du progrès véritable sans oublier celles qui lui sont enseignées par sa propre expérience. Soyons donc prudents, mais ne reculons pas de propos délibéré devant les difficultés ni même les dangers de certaines découvertes; il s'agit de les vaincre et non de les rejeter.

Blanchiment des étoffes de laine, de laine chaîne coton et de soie.

La laine est la partie chevelue qui recouvre la peau des moutons et de quelques autres animaux tels que les alpacas, les chèvres du Thibet, les vigognes, etc. Selon que ces laines proviennent de la tonte des animaux en vie ou de celle des animaux morts, on leur donne le nom de *laines en toison* ou de *laines mortes*, et toutes deux portent la dénomination de laine en suint ou de laine surge. Le suint est une matière grasse dont il faut débarrasser la laine avant de la filer et de la tisser. On la trempe à cet effet dans de l'eau froide qui devient trouble et laiteuse, puis dans de l'eau chaude et enfin dans l'urine putréfiée; une solution ammoniacale produirait le même effet que cette dernière. C'est à Vauquelin que l'on doit les recherches les plus précises sur la composition du suint; cette matière entre pour 35 à 45 pour 100 dans le poids de la laine surge, et M. Chevreul en a découvert jusqu'à 58 pour 100 dans la laine d'agneau.

La laine dépouillée de son suint, a été analysée par M. Chevreul qui en a séparé une substance grasse solide, une substance grasse liquide, du soufre, et quelques matières salines et colorées. Mais ce que la science aurait dû chercher à découvrir, c'est la cause qui fait perdre à la laine provenant d'un animal malade, ou mort de maladie, la propriété de se combiner avec les mordants métalliques et les matières colorantes de la même manière que la laine provenant d'un animal sain. En effet, celle-ci se teint en couleurs franches, vigoureuses, tandis que celle-là ne se recouvre que de teintes faibles et ternes! C'est à M. Bosc que l'on doit ces expériences vraiment remarquables, et curieuses à plus d'un titre.

La laine filée et tissée est accompagnée de matières grasses, cireuses ou résineuses, provenant de sa composition naturelle ou des opérations qu'elle a subies pendant le travail de la filature et du tissage. Il faudra donc, comme pour le coton et le lin, procéder d'abord à la saponification de ces matières avant d'arriver à la décoloration des fibres.

Dégraissage. La saponification des matières grasses qui accompagnent les tissus de laine écrue, doit être faite à une température peu élevée, de peur que ceux-ci ne se contractent, ou se feutrent. Cette obligation de ménager la fibre du tissu constitue une différence très-grande entre les deux manières de traiter les étoffes de laine et celles de coton. Il faut éviter aussi l'emploi des alcalis caustiques, de la chaux, qui, en désagrégeant les fibres du tissu, les empêchent de se combiner avec les matières colorantes. On se sert donc de cristaux de soude et de savon pour dissoudre la matière grasse de la laine et de la soie, et l'on opère de la manière suivante :

On procède d'abord au grillage et au tondage des pièces comme pour les pièces de coton, et avec la même machine que j'ai décrite précédemment.

Après le grillage, on passe les pièces dans des cuves à roulettes remplies d'une dissolution de carbonate de soude à 10 grammes par litre et chauffée à 60°.

Ces cuves ont la disposition indiquée par la figure 9 de la page suivante : *a b c d* représentent la cuve à dégraisser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A est la bobine autour de laquelle on a enroulé les pièces cousues ensemble par quatre pièces.

rrrrrr sont les roulettes qui servent à diriger les pièces dans la dissolution alcaline.

B C sont deux rouleaux, dont l'un en bois et l'autre en cuivre; ils glissent dans une rainure de manière que le rouleau supérieur autour duquel s'enroulent les pièces puisse, à mesure qu'il augmente de volume, s'élever à volonté. Le poids *p* sert à augmenter la pression que l'on communique au rouleau supérieur pour en exprimer le liquide.

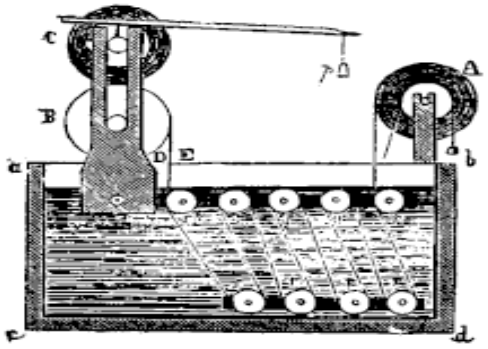


Fig. 9.

Ce genre de cuve est munie d'une règle élargisseuse E qui sert à tendre la laine, à enlever les plis qui pourraient s'être formés avant son enroulage en C.

On fait passer ces pièces trois fois de suite dans la même cuve et après une série de 12 pièces on ajoute 1 kilogramme de carbonate de soude au bain alcalin.

On lave à l'aspergeoir et on procède au passage dans un bain de soude et de savon contenu dans une cuve semblable à la première, et composé de 7 kilogrammes de soude et de 1 1/2 kilogramme de savon. Après chaque série de douze pièces on ajoute au bain une dissolution de 1 kilogr. de soude et de 1/2 kilogr. de savon.

On procède ensuite à un second lavage, à un second passage en carbonate de soude sans savon et à un lavage à l'eau chauffée à 70°, puis au soufrage des pièces, qui constitue le blanchiment proprement dit.

On peut aussi se servir d'autres appareils sans roulettes, auxquels on donne le nom de crécelles, et qui consistent eu une cuve surmontée de deux rouleaux en bois, entre lesquels passent et repassent les pièces cousues les unes aux autres, bout à bout, pendant tout le temps qu'on les soumet à l'action du bain alcalin ou du bain savonneux. Ce dernier système est assez généralement employé comme étant le plus simple.

Blanchiment. Après qu'on a débarrassé les pièces de leurs parties grasses on procède à la décoloration proprement dite des fibres du tissu. Cette décoloration s'opère au moyen de l'acide sulfureux gazeux, dissous dans l'eau, ou à l'état de combinaison saline. La matière colorante de la laine n'est pas détruite par l'acide sulfureux, mais elle forme avec ce dernier un composé incolore qui reste fixé sur le tissu. C'est en cela que consiste la différence entre son action et celle du chlore sur la matière colorante des tissus de coton et de lin. Celle-ci disparaît complétement tandis que celle-là n'est que dissimulée sous une forme nouvelle.

Sa destruction complète ferait faire un grand pas à l'industrie.

Voyons de quelle manière se fait la décoloration des tissus par l'acide sulfureux :

Quand on emploie l'acide sulfureux gazeux on se sert de la chambre à soufrer, qui consiste (fig. 10, page suivante) en un local de 3 mètres de côtés et de 3 mètres environ de hauteur, muni d'une porte C pour laisser entrer les ouvriers, de deux ouvertures A B plus petites, disposées dans la partie basse de la chambre, et par lesquelles on introduit le soufre en ignition et d'une ouverture supérieure D destinée à laisser échapper le gaz quand l'opération est terminée.

La suspension des pièces se fait sur des tiges en bois ou en verre *aa'*, *bb'*, *cc'*, etc., disposées dans l'intérieur de la chambre. On recouvre les pièces suspendues d'une toile humide pour empêcher les parcelles de soufre de retomber sur elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'y produire des taches; on ferme bien la porte C, on la mastique avec de l'argile, on ferme de la même manière l'ouverture supérieure et on introduit par les ouvertures inférieures A et D le soufre allumé; on ferme aussi ces dernières ouvertures, et on laisse les pièces soumises pendant 12 heures consécutives à l'action décolorante de l'acide sulfureux. Les pièces doivent être préalablement humectées bien également et la température de la chambre ne doit pas être inférieure à 25° C, ce dont on peut s'assurer au moyen d'un thermomètre dont la boule est placée dans l'intérieur de la chambre.

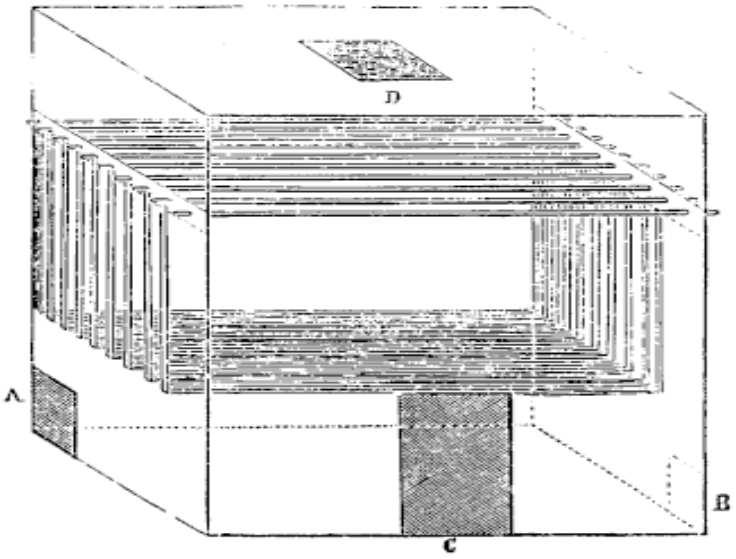


Fig. 10.

Le nombre des chambres de soufre peut être augmenté selon les besoins de la fabrication, et on peut en modifier la disposition intérieure et les faire communiquer avec des appareils de chauffage et de ventilation, pour faciliter le travail des ouvriers, mais on ne peut qu'atténuer les inconvénients que présente ce genre d'appareils sans pouvoir les faire disparaître complétement.

L'acide sulfureux liquide, c'est-à-dire dissous dans de l'eau (qui en absorbe 43 fois son volume) ou combiné avec la soude, est d'un emploi préférable à celui de l'acide sulfureux gazeux, et cependant il n'est pas encore généralement adopté dans les blanchisseries de laine. Son action est cependant plus régulière, plus efficace, et son application moins coûteuse, puisqu'elle évite au fabricant la construction toujours assez onéreuse des chambres à soufrer : c'est à d'Oreilly (*Annales des arts et manufactures*, t. v, pag. 44, germinal an IX) que l'on doit cette substitution de l'acide sulfureux liquide à l'acide gazeux encore assez généralement employé aujourd'hui.

Quel que soit le mode d'opérer la décoloration des tissus de laine et de soie, on procède à leur sortie du soufroir, à l'aération à froid, et autant que possible à l'air libre; si les pièces ne sont pas assez blanchies, ni dépouillées de leurs parties grasses on procède à un nouveau dégraissage à la soude et à un nouveau soufrage.

Après le soufrage, on lave les pièces à l'eau ou dans une dissolution légère de carbonate de soude, puis on procède à l'azurage qui consiste en une véritable teinture au moyen de cochenille ammoniacale et de carmin d'indigo. Les pièces sont ensuite enroulées fortement sur des bobines et soumises à l'action de la vapeur d'eau pendant plusieurs heures; on laisse refroidir les bobines avant de les dérouler : cette dernière opération a pour but d'empêcher les tissus de se retrécir après les opérations diverses de l'impression, de la teinture et du lavage auxquelles elles doivent encore être soumises. Il arrive souvent que malgré l'azurage ou teinture en blanc, les pièces jaunissent. Il serait sans doute préférable d'employer les pièces sans leur enlever l'excédant d'acide sulfureux, mais sans parler de l'odeur que ce gaz répand et de son action délétère, il est souvent nuisible à certaines fabrications, et il est alors nécessaire de ne pas le laisser à l'état libre. Le carbonate de soude dont on se sert pour le saturer a le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grave inconvénient d'exercer une action trop grande et de détruire en partie le composé formé par l'acide sulfureux et la matière colorante, et de rendre cette dernière de nouveau apparente, au moins en partie.

Cet inconvénient si grave m'a souvent préoccupé, et, après plusieurs essais, je suis arrivé à de meilleurs résultats en passant les pièces, après leur soufrage, dans une eau rendue légèrement laiteuse au moyen d'une addition de craie ou carbonate de chaux. Ce sel absorbe l'acide sulfureux en excès, sans exercer la moindre influence sur sa combinaison avec la matière colorée du tissu. On azure ensuite les pièces avec de l'outremer bien dilué dans de l'eau gommée et ajouté au bain d'eau pure dans lequel on passe au large les pièces en dernier lieu avant de les faire sécher. L'eau gommée à laquelle on mêle l'outremer en poudre facilite le mélange de ce dernier avec le bain d'azurage. On se sert aussi pour bleu d'azur, du bleu d'aniline ou du bleu de carmin mêlé à de la cochenille ammoniacale. Des pièces ainsi blanchies et azurées peuvent être conservées fort longtemps dans les magasins de blanc sans prendre cette teinte jaunâtre qui donne un aspect sale à la marchandise. Les étoffes de soie et de chaine coton peuvent subir la même préparation, avec le même avantage. Le carbonate de magnésie produit un effet analogue à celui de la craie.

Pour teindre en blanc avec ce sel, on plonge l'étoffe dans une dissolution de sulfate de magnésie à laquelle on ajoute du bicarbonate de soude, on échauffe le liquide, et le carbonate de magnésie qui se forme, se précipite dans les fibres du tissu et les colore en blanc.

Les pièces destinées à la teinture ne sont pas exposées à l'action de l'acide sulfureux, et, à l'exception de celles qui devront être teintes en couleurs très-tendres, telles que les roses clairs, les bleus clairs dits bleus de ciel, les lilas et les gris d'aniline, on nettoye et dégraisse seulement les pièces avant de les mordancer et de les teindre en uni.

Quand il s'agit d'impressions sur laine, il faut toujours blanchir au soufre, car dans ce genre de fabrication il y a toujours des parties blanches réservées dans les dessins reproduits sur le tissu, et il est nécessaire qu'elles conservent toute la pureté possible et qu'elles soient insensibles à l'action des matières colorantes qui dégorgent pendant le lavage des étoffes.

Les tissus de laine chaîne-coton se blanchissent de la même manière que ceux de laine pure; car les fils de coton qui servent à former la chaîne de ce genre d'étoffes étant blanchis avant le tissage, il ne s'agit plus alors que de blanchir les fils de laine qui en forment la trame.

Les foulards de soie subissent à peu près les mêmes opérations, cependant on procède au blanchiment des étoffes de soie *écrue* d'une manière différente.

On donne le nom d'*écrus* aux tissus dont les fils n'ont pas été décreusés, c'est-à-dire à demi blanchis avant le tissage.

Il s'agit donc de les traiter plus énergiquement et de détruire la couleur fauve qui les recouvre. On place à cet effet les foulards dans des sacs en grosse toile d'un tissu lâche, en les dépliant avec soin, de peur des cassures qui pourraient se produire dans les fils avant qu'ils ne fussent dépouillés de la matière cireuse et de l'encollage qui les recouvre. Ces cassures, une fois formées, ne disparaissent plus même après l'apprêt. Ce travail réclame donc une sérieuse attention.

On peut placer jusqu'à 200 foulards dans un sac; on prépare plusieurs sacs de cette manière, on les ferme au moyen d'un cordon, et on les place dans une cuve en bois contenant de l'eau à 40° dans laquelle on dissout 1 kilogramme de savon pour chaque pièce de 100 foulards. Cette caisse est munie d'un couvercle en bois qui la ferme hermétiquement; on élève la température de l'eau au bouillon, et on l'y maintient pendant près de deux heures; on retire ensuite les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

foulards de l'eau de savon, on les lave dans un bain d'eau à 40° rendue légèrement alcaline par une addition de carbonate de soude, on les lave à l'eau courante, on les fait passer à l'hydroextracteur et on les expose dans la chambre à soufrer pendant quelques heures, et enfin on les passe au sortir du soufroir dans un bain de craie ou de carbonate de magnésie, comme je l'ai dit pour les tissus de laine, puis dans un bain d'azurage, avant de les apprêter.

Quand les foulards sont destinés à l'impression, il est inutile de les soufrer, mais on les mordance après le lavage, dans les bains qui conviennent à cette fabrication. (Voir la *Fabrication des tissus imprimés* de D. Kaeppelin, p. 4.)

Les galeries de l'Exposition renferment de nombreux spécimens de tissus blanchis, et les mêmes noms que j'ai cités dans mon Étude sur l'impression et la teinture des étoffes, se retrouvent ici, car toutes ces industries sont solidaires les unes des autres, et elles font partie d'un grand ensemble que l'on rencontre souvent réuni dans le même établissement. C'est ainsi que les grands fabricants d'indiennes blanchissent presque tous eux-mêmes leurs étoffes de blanc et d'impression, et il leur arrive la plupart du temps de blanchir encore à façon pour d'autres industriels; ceux-ci y trouvent eux-mêmes un grand avantage, car ne pouvant opérer sur d'aussi grandes quantités de marchandises à la fois, ils seraient débordés par les frais généraux de l'entreprise, et ne pourraient lutter avec leurs concurrents. La division du travail est encore plus généralement observée dans la fabrication des étoffes de laine, et il s'est formé depuis quelques années de grands établissements de blanchiment auxquels s'adressent tous les fabricants de tissus de laine, et d'étoffes imprimées.

C'est donc à la classe 45 que nous sommes forcés de revenir et le lecteur y retrouvera à côté des étoffes teintes et imprimées, des étoffes semblables blanchies pour la vente en blanc et pour l'impression.

Les quelques remarques que j'ai faites en étudiant les différents procédés en usage aujourd'hui, suffiront au lecteur pour attirer son attention sur quelques industriels plus hardis dans leurs investigations et plus persévérants à la fois que d'autres. Il faut cependant reconnaître que les procédés étant à peu près les mêmes partout, ce n'est que dans les prix de revient que consiste la différence des résultats. Or, il est évident que l'industriel qui agit sur de grandes quantités de marchandises, qui s'adresse à la grande consommation, et qui dispose de capitaux suffisants pour n'être arrêté, ni par le renouvellement d'un matériel considérable qui ne répond plus aux besoins et aux exigences du moment, ni par les chômages forcés qui sont les résultats de chaque crise commerciale, il est évident que celui-là seulement pourra abaisser ses prix et lutter avec avantage contre la concurrence étrangère. La grande industrie peut donc seule exister, se maintenir à la hauteur des progrès et les réaliser sur une vaste échelle au profit de tous. Elle ne peut donner naissance à des castes comme autrefois, car elle ne peut s'isoler : elle a besoin de tous ceux qui paraissent dépendre d'elle, et c'est cette dépendance réciproque qui fait sa force et son utilité. Je crois donc pouvoir dire, en revoyant les merveilleux résultats qu'elle a obtenus, que les colères et les révoltes qu'inspirent à certains esprits le régime commercial qui, grâce à la France, deviendra sous peu une loi commune à tous les peuples, proviennent de la vanité et de l'impuissance des efforts tentés pour nous amener à un système d'inaction déplorable qui nous conduirait rapidement à l'immobilisation et à la perte de toutes nos forces. Ce système est contraire au sentiment de perfectibilité qui a guidé et qui guidera toujours l'humanité, il est surtout contraire à celui de la liberté, et cela seul suffit pour le condamner à tout jamais.

Dr KAEPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XLVI

INDUSTRIES DES VÊTEMENTS

LINGERIES, BONNETERIES, COIFFURES, MODES ET PARURES (SUITE[1]).

PAR M. **ROUGET DE LISLE.**

III

Lingeries pour hommes et pour femmes.

L'Exposition nous a offert le spectacle le plus singulier et le plus désespérant des folies humaines, du luxe effréné, des dépenses inutiles et exorbitantes, et, parmi ces dernières, la lingerie de luxe pour les dames à la mode, ornementée par la broderie et les dentelles, figurait pour une valeur très-considérable. Ainsi, nous avons vu des chemises et des camisoles de nuit très-richement et très-inutilement brodées, sans doute à l'usage des *lionnes* échevelées qui veulent éblouir par le luxe, à défaut des charmes de l'esprit. Ces objets de lingerie, dont les riches broderies doivent rester invisibles à tous les yeux, sont vendus facilement, nous disait un fabricant, au prix de 50 à 100 francs la pièce. Avec le prix d'une pareille chemise de 100 francs, une ouvrière laborieuse et économe peut en acheter deux douzaines au moins, car il y a des chemises de femme, en bonne toile de coton, au prix de 4 francs la pièce, même au-dessous. Il est vrai que les chemises à bon marché ne figuraient pas dans la galerie de la classe 34, comprenant la bonneterie, la lingerie et les objets accessoires du vêtement. Lorsque nous interrogeâmes le gardien de cette classe sur l'absence de cet article considérable et de première nécessité, il nous répondit naïvement qu'il appartenait à la classe 92 des *costumes populaires*, où nous ne l'avons pas trouvé, ni ailleurs.

Il paraît que le jury international n'a pas été plus heureux que nous, car, en consultant le catalogue des récompenses, nous avons reconnu avec peine qu'il n'avait accordé aucune médaille à la lingerie usuelle et à bon marché. Mais en revanche, le jury de la classe 34, qui a récompensé plus ou moins glorieusement tous les exposants, sans en excepter un seul, a été très-libéral envers la lingerie de luxe pour femmes, et surtout envers les chemisiers pour hommes; il a accordé une médaille d'or à MM. Intyre Hoog et Buchanan, lingers de l'aristocratie féminine de Londres, six médailles de bronze et cinq mentions honorables à divers fabricants de lingeries de femmes (6 hommes et 5 femmes). Les chemisiers spéciaux, fabricants ou marchands de chemises et d'autres objets de lingerie pour hommes, ont été très-largement récompensés.

M. Hayem aîné, membre du Consistoire israélite de Paris et linger en gros, a obtenu la croix d'honneur, bien qu'il fût hors de concours comme associé au

1. Voir le premier article, tome III, *Études sur l'Exposition*, pages 284 et suivantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jury. En outre, le catalogue des récompenses énonce 6 médailles d'argent, 7 médailles de bronze et 15 mentions honorables, décernées à divers exposants pour chemises, cols-cravates, faux-cols, chemises-cols, devants de chemises, gilets de flanelle, etc. Les plus nombreux, les plus heureux et les seuls récompensés par la médaille d'argent, ont été les fabricants parisiens, dont tout le monde connaît l'habileté et le luxe des boutiques. Un Prussien, un Suisse, un Viennois et un Danois ont obtenu chacun une médaille de bronze ; et la même récompense a été décernée à un exposant turc pour *linge de lit*. Un autre exposant turc a obtenu une mention honorable pour le même article, et trois fabricants de Brousse et de Damas ont obtenu des mentions honorables pour *tabliers*, *mouchoirs*, *chemises* et *caleçons*.

Nous constatons la singularité d'une médaille et de quatre mentions honorables accordées à des exposants turcs, ou sujets de la Turquie, pour des articles de lingerie de corps et de propreté, qui ne sont pas précisément très-remarquables et très-répandus chez les disciples de Mahomet.

Disons un mot sur ce sujet historique de l'emploi du linge de corps et de propreté, qui offre un très-grand intérêt.

Le mot *linge* s'applique en général à toute toile de lin, de chanvre ou de coton, mise en œuvre pour un usage de toilette ou de propreté. On dit : *linge de corps*, *linge de lit*, *linge de table*, *linge de cuisine*, *linge d'autel*, etc. Ce mot vient du latin *linum* (Lin), qui a été la première matière textile sans doute employée pour faire le linge, c'est-à-dire la toile ou le tissu fait de fils entrelacés sur le métier avec la navette. Nous répéterons, d'après les monuments les plus certains, que le linge ou la toile de lin était en usage dès la plus haute antiquité. On a trouvé en Égypte des momies, dont l'origine datait de plus de 2000 ans avant J.-C., qui étaient enveloppées avec de la toile de lin, tout à fait semblable à notre batiste ordinaire.

Moïse rapporte que Pharaon fit vêtir Joseph d'une robe de fin lin, lorsqu'il le fit vice-roi d'Égypte (*Genèse*, ch. XLI, ℣ 42); il recommande aux Hébreux de ne point porter de vêtements tissus en plusieurs matières, c'est-à-dire de lin et de laine (*Deuteronome*, ch. XXII, ℣ 11).

Ezéchiel recommande aussi aux sacrificateurs lévites, avant d'entrer dans le temple, de se servir de robes de lin et de ne point porter de laine sur eux pendant qu'ils feront le service aux portes du parvis et dans le temple (*Ezéchiel*, ch. XLIV, ℣ 17).

Hérodote et Xénophon, dans sa *République des Athéniens*, assurent que les Grecs faisaient le commerce du linge ou de la toile de lin, mais ces auteurs ne disent pas expressément que les Grecs en faisaient usage pour des chemises ou des tuniques intérieures. Les écrivains postérieurs à Hérodote et à Xénophon ne parlent, au contraire, que de tissus de laine plus ou moins fins, qu'ils employaient pour faire des tuniques intérieures ou chemises sans manches.

A Rome, selon Pline, la toile de lin ne fut en usage pour les robes ou tuniques de femmes que sous les empereurs; il dit même que, de son temps, les plus belles tuniques se faisaient avec de la toile de coton, qu'on tirait de l'Inde ou de la Perse (*Pline*, l. XII, ch. 6 et 10). « Ces vêtements de toile de coton étaient considérés généralement comme la preuve d'une mollesse efféminée et corrompue. » (Parkes et Martin, *Essais chimiques*, t. II, p. 160.)

La tunique romaine descendait, à la manière de celle des Grecs, jusqu'aux pieds ; on mettait par dessus une robe de laine ou un manteau, d'un seul morceau, attaché sur l'épaule avec une agrafe. Quant à l'usage des *chemises à manches*, telles que nous les employons aujourd'hui, il est certain qu'il était inconnu chez les anciens. Il est encore difficile de préciser l'époque à laquelle il a com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mencé. — On lit bien, dans la *Vie d'Alexandre Sévère*, par Lampride (troisième siècle), « que ce prince aimait fort le beau linge et surtout le linge blanc, — « qu'il usa toujours de *chaussettes de linge* et de *caleçons blancs*, et non pas de « rouges, comme on les portait auparavant. » Mais Lampride ne décrit pas l'emploi et la forme de la chemise proprement dite.

« Il y a eu bien des siècles, dit avec raison Condillac, où une chemise était un luxe. » En France, même sous Charles VI, on ne se servait généralement que de chemises de serge. On taxa alors de prodigalité extraordinaire la reine Isabeau de Bavière, femme de Charles VI, parce qu'elle avait eu deux chemises de toile fine pour son usage. Cependant il est dit dans la *Chronique de Geoffroy de Vigeois* : « Cette année (1178) la disette du lin et de la cire se fit fortement sentir. Une chemise qu'on payait ordinairement neuf deniers, se vendait deux sols quatre deniers. » (*Recueil des historiens de France*, t. XII, p. 447. — Dulaure, *Histoire de Paris*, t. IV, p. 77, 2me édition.)

Toutefois, nous ne saurions admettre, d'après l'opinion des auteurs du nouveau *Dictionnaire des origines*, que l'usage en vigueur dans le Languedoc, au douzième siècle, de porter des chemises de toile, pouvait n'être que récemment introduit en France au quinzième siècle. En effet, il est impossible de supposer un si long intervalle de plus de deux siècles, pendant lequel l'usage de la chemise languedocienne a été ignoré à Paris. Nous sommes plus enclin à penser et à conjecturer que les deux chemises de toile de la reine Isabeau étaient à peu près semblables à celles que portent aujourd'hui toutes les femmes européennes et des contrées civilisées des deux Amériques. Il est probable, sinon certain, que la cherté de ces chemises tenait tout à la fois à la finesse de la toile, et notamment à la grande difficulté d'en coudre les morceaux avec du fil fin, parce que, à cette époque, on ne connaissait pas encore l'*aiguille*, dont nous nous servons maintenant. Sans doute on connaissait en Orient, depuis un temps immémorial, l'art de la couture, dont les vieux historiens du pays attribuent l'invention à Enoch ou Edris, qui vivait vers l'an 3400 avant J.-C. ; mais assurément notre aiguille actuelle était inconnue aux anciens. — On se demande même comment et avec quel instrument pointu les anciens cousaient leurs vêtements et leurs chaussures ; et, dans le doute, il nous sera permis de supposer, d'après les anciens hiéroglyphes de la haute Égypte, qu'on faisait les coutures, en Asie, à la façon du cordonnier et du sellier, en perçant d'abord l'étoffe ou le cuir avec un *outil pointu* (une alène), et en passant ensuite le fil à coudre à travers les trous percés préalablement. — Peut-être opérait-on directement la couture avec une *pointe à crochet*, dont nous trouvons l'heureuse application dans les *machines à coudre, dites américaines?* — Ces deux suppositions nous paraissent vraisemblables, et nous les livrons avec confiance à la sage appréciation des érudits. (Voir *Chaussures anciennes*, tome III des *Études sur l'Exposition*, page 294.)

Il est au moins probable que l'invention de l'*aiguille à coudre*, pourvue d'un trou appelé *chas*, qui reçoit et retient le fil, n'a pû ou dû être faite qu'après celle du *fer rond, étiré à la filière*, appelé originairement *fil d'archal*, « parce que Richard Archal, dit un chroniqueur, en a fait connaître la fabrication en France, vers le milieu du seizième siècle[1]. » Or, suivant les Allemands, l'art d'étirer à la filière les fils métalliques (fer, or, argent, etc.) a été inventé à

1. Quelques auteurs français regardent l'existence de Richard Archal comme absolument imaginaire ; ils font dériver avec plus de raison l'expression de fil d'archal des mots latins : *filum* (fil) et *aurichalcum* (*clinquant*, petite lame très-mince de cuivre jaune) ; ils s'appuient sur ce passage d'une traduction française de la Bible, imprimée à Paris en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nuremberg, vers 1400, par un nommé Reudolph, qui en fit longtemps un secret, que son fils divulgua plus tard. D'un autre côté, les Anglais prétendent que les premières aiguilles à coudre ont été fabriquées en Angleterre, vers 1543, par un Indien, qui emporta au tombeau le secret de son procédé, retrouvé en 1560, par Christophe Greening. Les témoignages des auteurs s'accordent donc sur les faits historiques, les dates, les noms des inventeurs et les pays où les inventions ont été faites. La logique nous conduit ainsi à préciser l'origine possible, en Europe, de la *lingerie ouvrée ou cousue à l'aiguille*, d'abord en Angleterre, vers le milieu du seizième siècle. Cette origine présumée de la couture est très-importante à connaître, au moins pour éclairer l'histoire des modes et faire bien comprendre toutes les difficultés qu'on a éprouvées, dans l'antiquité et jusqu'au seizième siècle, pour confectionner les vêtements d'hommes et de femmes. Il n'est pas douteux que c'est seulement à partir de l'emploi de l'aiguille qu'on a commencé à donner aux habits et au linge de corps des façons et des grâces. C'est de la même époque que date le luxe des *broderies* en blanc, dites *à jours et à dessins plats*, sur la toile et le canevas, broderies appelées alors *lingeries*, pour lesquelles Venise était renommée dès 1554, et encore longtemps après.

On donnait particulièrement le nom de linges aux toiles destinées pour le service de la table, telles que nappes et serviettes, etc., dont l'usage paraît ancien, du moins antérieur au quatorzième siècle. Les historiens nous apprennent même que, sous les règnes de Charles VI et Charles VII, on offrait aux empereurs et aux rois des *serviettes à ramage*, fabriquées à Reims, à titre d'objets rares et très-précieux.

Henri III, prince uniquement occupé de petitesses voluptueuses, voulut qu'à sa table la *nappe* fût plissée avec art, comme les *fraises* (collerettes à deux ou trois rangs de plis, montants et empesés) qu'on portait autour du cou (hommes et femmes), et qu'elle offrît des dessins agréables aux yeux. (Legrand d'Aussy, *Histoire de la vie privée des Français*, t. III, p. 138.)

Enfin, les historiens des arts et métiers nous apprennent encore que l'*empesage* du linge fut mis en usage, en 1593, par les blanchisseurs anglais, qui l'avaient emprunté, sans doute, à l'inventeur des fraises empesées, sous Henri III (1574-1589).

En un mot, les procédés actuels et manuels de la couture, du repassage, du plissage, de l'empesage du linge et de la lingerie de luxe, sont, à peu de chose près, les mêmes que ceux usités au seizième siècle. Nous dirons plus tard, dans un article spécial, les modifications et perfectionnements apportés au blanchissage, dont l'usage est également très-ancien.

Constatons dès à présent que l'invention du linge de corps et la coutume d'en porter, de le renouveler et de le blanchir, ont introduit un changement notable dans les mœurs, les habitudes de propreté et la santé surtout.

Comme instruction historique et mécanique, nous ferons encore connaître qu'on a annoncé, en 1782, dans le *Journal de la blanchisserie*, pages 64 et 71, « une chemise de femme d'une seule pièce de toile et sans couture, fabriquée par un sieur Landes, tisserant à Landrecies, sur un métier de son invention, dont le mécanisme nous est inconnu. Cette chemise, d'après le dire de l'inventeur, n'était pas plus coûteuse que celle de toile cousue. Le sieur Landes annonçait

1544 : « Fé ayes pas merveilles si tu lis en anciens lieux à la fois que ces choses étaient d'*airain* et à la fois *archal*, car airain est un même métal. » Nous adoptons préférablement cette dernière étymologie, et nous l'appuyons en nous fondant sur le témoignage de Pline, qui emploie le mot *aurichalcum* pour désigner une lame mince d'airain ou cuivre jaune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussi qu'il appliquait son métier à toutes sortes de vêtements, susceptibles d'être exécutés à la trame. » (Duchêne, *Dictionnaire de l'Industrie*, 1801, t. VI, p. 278.) Cette invention peut paraître singulière au premier abord; pourtant elle est vieille comme Hérode; et les commentateurs ecclésiastiques nous apprennent que la tunique de Notre Seigneur Jésus-Christ était sans couture. Dom Calmet, dans son commentaire sur la Bible (*Exode*, ch. XL, ☿ 40), dit, d'après Platon : « La tunique des prêtres devait être sans couture, et on ne devait pas y être employé plus d'un mois. » En 1771, l'abbé Rozier a annoncé, dans son *Journal de physique*, t. I, p. 236, un sac sans couture. En définitive, une chemise de femme ou un sac sans couture n'offre aujourd'hui ni un grand intérêt, ni une grande économie, alors que nous possédons le tissage mécanique et la machine à coudre. Disons aussi, à titre d'indication et de remarque historiques, qu'un sieur de Gennes, officier de marine, a présenté à l'Académie des sciences, en 1676, une machine à faire de la toile sans l'aide d'aucun ouvrier. (*Journal des savants*, 1678, 1re édition, p. 318.) L'auteur se proposait de la faire marcher au moyen d'une roue hydraulique. Cette invention, repoussée en France, a été bien accueillie et très-heureusement perfectionnée en Angleterre, d'où elle est revenue toute complète en France, près d'un siècle et demi après sa publicité originaire dans le *Journal des savants* et dans les *Transactions* de la Société royale de Londres. L'idée première de la *machine à coudre, dite américaine*, est également française, du moins celle à un fil a été inventée et brevetée en France, en 1830 et 1845, par un nommé Thimonnier, natif d'Arbresle (Rhône); mais il faut avouer franchement et loyalement que la solution définitive et réellement manufacturière de cette ingénieuse machine, avec 1 fil ou 2 fils de couture, est due aux efforts séparés et très-intelligents de MM. Élias Howe, Américain, 1846; Thomas, Anglais, cessionnaire de Élias Howe, 1846; Thimonnier et Magnier, 1848; Morey et Joseph, Américains, 1849; Wheler et Wilson, Américains, 1850; Grower et Baker, Américains, 1851; Charles Jud Kins, Anglais, 1852; Otis Avery, Américain, 1852; Tompson, Américain, 1853; Seymour, 1853; Isaac Singer, Américain, 1854; Journaux-Leblond, Magnin, Siégel, Leduc, Français, 1854; Goodvin, Malory, Moore et Robertson, Américains, dont les machines figuraient à l'exposition de 1855, etc., etc. Les machines américaines à deux fils ont complétement résolu le problème très-difficile de faire promptement et très-solidement les *coutures*, *piqûres*, *plis*, *fronces* et *boutonnières* sur tous les tissus légers; toutefois, les deux coutures *dites à bord rabattu et à surjet* s'exécutent encore à la main.

L'oubli du nom de Thimonnier, inventeur breveté de la première machine à coudre (1830), perfectionnée par lui en 1845, avant Élias Howe, Américain, dont la patente pour cet objet date du 10 septembre 1846, cet oubli, disons-nous, des titres patents de Thimonnier, dans l'histoire des machines à coudre faites jusqu'à ce jour, fournit encore une preuve à l'appui de l'opinion que nous avons émise précédemment (tome III, *Études*, p. 285), de posséder un abrégé chronologique des inventions industrielles et des hommes utiles, au moins pour éclairer les juges intègres, chargés de décerner des récompenses nationales aux plus habiles, aux plus dignes, et non aux plus riches exploitants des idées d'autrui, ainsi qu'on la fait, à la dernière exposition, avec un sans façon admirable.

Pour nous borner à quelques exemples qui se rattachent à notre sujet, nous citerons les inventions rhabillées du vieux, qui ont été largement récompensées, comme des inventions contemporaines, à savoir : les *étoffes peluchées* d'un ou de deux côtés à la fois, fabriquées sur un métier à maillons (brevet-Meunier, de 1800); le *piqué avec dessin* (brevet-Leroy, de 1820); le *tissu avec*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duvet de cygne, qui imite la fourrure (brevet-Briery, de 1826); le *tissu à trame festonnée sens envers* (brevet-Maire, de 1828); le *tissu plissé à plis fins* (brevet-Caron, de 1836); les *étoffes dites alsaciennes*, plissées, unies et à jour (brevet: Marlière, de 1843), etc.

Quelques perfectionnements très-heureux ont été faits très-certainement dans la confection des chemises d'hommes, des caleçons, etc., pour en améliorer la coupe, soit en la rendant plus facile, plus gracieuse et moins couteuse de façon, soit en disposant les coutures de manière à résister davantage à la fatigue et à l'usure. Les devants des chemises plissés ou brodés à la mécanique, ou mieux encore ceux en toile unie, brochée ou piquée, sont véritablement des améliorations économiques; mais assurément, on ne peut pas accorder les mêmes éloges aux chemises-gilets, aux chemises-cravates, aux devants de chemises à double face, aux chemises qui se boutonnent par derrière ou sur les côtés, aux chemises-surplis, qui sont les imitations des chemisettes ou collerettes de femmes, etc., etc. Néanmoins, toutes ces lingeries plus ou moins incommodes, qui sont en désaccord avec la nature et la simplicité de leur usage, ont été récompensées par des médailles ou des mentions honorables.

Les lingeries pour dames, dont les ouvrières parisiennes ont seules le secret de l'invention et de la coupe gracieuse, qui doublent l'attrait de ces objets, ont acquis, sans conteste, la suprématie sur toutes les places du monde; et pour trouver la preuve irréfutable de cette supériorité et de l'importance de ce genre de fabrication, il n'y a qu'à consulter la statistique de nos exportations à l'étranger, qui accuse un chiffre considérable et supérieur à celui de la lingerie pour hommes. Cette riche industrie parisienne et considérable, qui est exploitée très-intelligemment et presque exclusivement par des femmes, non-seulement à Paris mais encore dans les départements, ne comptait que trois exposantes françaises (non inscrites au catalogue) : Sœur Saint-Bernard, de Constantine (Algérie); M^lles^ Marie Cominge et Antoinette Richard, auxquelles le jury a accordé des mentions honorables. Tandis qu'il a décerné deux médailles de bronze à M^me^ S. Weetman, de Londres, pour layettes d'enfants; à M^lle^ Pauline Carnaghi, de Milan, pour devants de chemises brodés. Cela prouve clairement que messieurs les hommes et juges des produits de la lingerie ne connaissent pas encore l'importance, la richesse et la suprématie des travaux manuels et intellectuels des Françaises; et nous disons sincèrement notre opinion, parce que nous connaissons parfaitement la matière commerciale que nous avons étudiée et pratiquée depuis près de trente-cinq ans.

Que dire des faux-cols et manchettes en fort papier vélin, dit de Bristol, gaufrés et découpés à l'emporte pièce? Constatons que c'est une vieille invention anglaise, importée en France vers 1828, et dont nous avons usé et abusé personnellement, à cause de nos vingt ans et de notre enthousiasme pour cet objet nouveau, qui, toute expérience faite, n'offrait ni la solidité, ni l'économie, ni le charme de la propreté. C'est une invention saugrenue, dont le rénovateur de ce *vieux-neuf* tire, dit-on, un très-grand profit; ce qui ne nous empêche pas de maintenir notre critique et de blâmer la crédulité publique ou la parcimonie mal entendue de nos mirliflors du demi-monde. Mais laissons passer cette vogue ridicule et momentanée du faux-col en papier, et abordons un sujet beaucoup plus sérieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV

Tricot à l'aiguille et bonneterie au métier.

« La plupart des disputes chez les hommes, a dit Pascal, viennent de ce qu'ils ne s'entendent pas sur la valeur des mots. Commencez par fixer cette valeur, et vous commencerez à vous entendre. »

Jamais plus sage maxime n'a mieux mérité d'être appliquée à notre sujet, car tous les auteurs sont loin de s'entendre sur l'origine, la nature, la valeur industrielle et commerciale du tricot à l'aiguille et de la bonneterie au métier, dont la production annuelle en France atteint le chiffre de 100 à 150 millions. En effet, tout le monde en France achète et consomme, par année, une certaine quantité d'objets en tricot ou en bonneterie, que l'on peut évaluer en moyenne à 3 francs par individu, même à 4 francs, pour se rapprocher plus exactement de la vérité. En outre, le chiffre des exportations de ces objets à l'étranger est, en moyenne, par année, de 24 à 26 millions. Nous ne comprenons pas encore, dans le chiffre de la production annuelle, la valeur des tricots à la main faits et consommés dans l'intérieur de la famille; cette valeur peut être évaluée approximativement à plus de 10 millions, car plus de 1 million de femmes de la campagne et de la ville tricotent journellement des bas et des vêtements d'hiver, pour une valeur de 10 francs au moins par personne.

Malheureusement l'histoire ne nous a pas transmis le nom de l'inventeur du tricot à l'aiguille, ni la date, ni le lieu de naissance de ce merveilleux produit, et nous sommes réduits à faire des conjectures, des suppositions qui, néanmoins, peuvent être considérées comme de fortes présomptions, pour fixer au moins le commencement du seizième siècle comme une date certaine, à partir de laquelle le tricot a commencé à être connu en France.

« Ceux qui se fondent sur ce que les premiers ouvrages de cette espèce, dit l'abbé Jaubert, qu'on ait vu en France, venaient d'Écosse, prétendent que ce sont les Écossais qui en sont les inventeurs; ils appuient même leur sentiment sur ce que la communauté des maîtres bonnetiers au tricot du faubourg Saint-Marcel prenait pour patron saint Fiacre, qu'on prétend avoir été fils d'un roi d'Écosse. Les statuts de cette communauté sont du 26 août 1527. »

Retenons cette date positive de 1527, que nous adoptons comme point de départ et comme document probant. A cette époque, les bas au tricot, que l'on nommait aussi bas à l'aiguille ou bas brochés, se faisaient à la main, comme aujourd'hui dans les ménages, avec deux longues et menues aiguilles de bois ou de fil de fer, ou de laiton poli. Ces aiguilles ou broches, en se croisant les unes sur les autres, entrelacent les fils et forment les mailles ou boucles, dont le tricot ou tissu tricoté est composé, ce qui s'appelle *tricoter* ou *brocher les bas*.

Quelques auteurs contemporains prétendent que le tricot a pris son nom du village de ce nom, dans le département de l'Oise, et que le mot *tricoter* vient de ce que les fils sont croisés dans les ouvrages tricotés, comme dans les étoffes faites à *Tricot;* mais cette étymologie toute moderne, née depuis le commencement de ce siècle, est inadmissible, d'après les indications même de l'abbé Jaubert, qui datent de 1766. Nous sommes portés à croire, à notre tour, que le mot *tricot* dérive plutôt du verbe latin *tricare,* s'embarrasser, parce que, en effet, les fils s'embarrassent ou s'enlacent les uns dans les autres.

Il est toujours certain qu'on a distingué, dès 1527, les maîtres bonnetiers au tricot, qu'on nommait alors maîtres bonnetiers, apprêteurs, foulonniers, appareilleurs, à cause qu'ils se mêlaient exclusivement d'apprêter, fouler et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareiller toutes sortes d'ouvrages de bonneterie tricotée à la main, qui comprenaient non-seulement les bonnets, mais encore les bas, chaussettes, gilets, gants, mitaines, etc., de quelque matière qu'ils fussent fabriqués.

La preuve irréfutable de la pratique manuelle de la bonneterie, en 1527, résulte des statuts même de la communauté des bonnetiers, dans lesquels statuts il est dit que, « pour être reçu dans la corporation, il fallait faire un chef-d'œuvre, qui consistait à *tricoter à l'aiguille deux bonnets à l'usage d'homme*, appelés *crémyoles*, en trois fils de mère-laine, et un *bas d'estame*, façon d'Angleterre, en 4 ou 5 fils de fine laine d'estame (peignée), et à les fouler et appareiller. » Les bas de laine tricotés à l'aiguille n'étaient donc en France, en 1527, que les imitations de ceux d'Angleterre. Antérieurement, c'est-à-dire avant le seizième siècle, on ne portait communément que des *chausses* ou *bas de chausses*, (c'est ainsi qu'on appelait alors le bas), dont le bout du pied se nommait *chausson* ; ils étaient en drap ou de quelque autre étoffe drapée, dont le trafic se faisait à Paris par les marchands *drapiers-chaussetiers*, qui formaient une communauté particulière. Le *haut-de-chausse* était la partie du vêtement que nous nommons aujourd'hui *culotte* ou *caleçon*, qui couvre le corps depuis la ceinture jusqu'au genou. La chaussette d'autrefois était une espèce de chausson blanc détaché de la chausse, que l'on mettait indistinctement dessus ou dessous cette dernière.

Henri II fut le premier roi de France qui commença à porter, en 1559, des bas de soie tricotés à l'aiguille, au mariage de sa sœur Marguerite de France avec Emmanuel-Philibert, duc de Savoie. En 1564, William Rider fit *tricoter à l'aiguille* la première paire de bas de soie en Angleterre ; elle fut présentée au roi Édouard VI, d'autres disent à Guillaume, comte de Pembrock.

Anderson affirme que le *métier à bas ordinaires* a été inventé à Cambridge, en 1589, par un nommé *William Lée*, qui établit la première manufacture de cet objet à *Calverton*, près de *Nottingham*. Le docteur *Howel*, dans son *Histoire du monde*, pense que la découverte de Lée ne date que de 1600. Le même auteur prétend que Lée ne se contenta pas d'enseigner les procédés de son art en Angleterre et en France, mais que ses ouvriers même se répandirent en Espagne, à Venise et en Irlande, où ils montrèrent la méthode de faire des bas au métier.

Tous les auteurs français s'accordent à dire que la première manufacture de bas au métier, en France, fut établie, en 1656, dans le château de Madrid, au bois de Boulogne, près Paris, sous la direction de *Jean Hindret*, que Colbert fit venir de Hollande. Ce premier établissement ayant eu un succès considérable, le sieur Hindret forma, en 1666, une Compagnie qui, sous la protection du roi, parvint à un si haut degré de prospérité, qu'on érigea, en 1672, en faveur des ouvriers de cet établissement, une communauté de maîtres et ouvriers en bas au métier.

Un auteur, dont le nom nous échappe en ce moment, assure que la fabrication des bas de laine au métier fut introduite, en Picardie, dès l'année 1670, et fut patentée deux ans après ; il prétend qu'un nommé *Cavalier*, de Nîmes, fit un voyage à Londres dans l'intention d'en rapporter le métier à bas ; qu'il en revint bientôt et fit construire à Paris un métier, qui fut le modèle de tous ceux qui se sont répandus en France. Mais cet auteur n'indique pas la date de ce modèle.

Savary, l'auteur du *Dictionnaire du commerce*, dit, au contraire, « que les Anglais se vantent en vain d'être les inventeurs du métier à faire les bas ; et que tout le monde sait maintenant qu'un Français, ayant trouvé ce métier si utile et si surprenant, et rencontrant quelques difficultés pour obtenir un privilége exclusif, qu'il demandait pour s'établir à Paris, passa en Angleterre, où sa machine fut admirée et où il fut lui-même magnifiquement récompensé. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après une lettre insérée dans le *Journal économique* (décembre 1667), le métier à bas fut inventé sous le règne de Louis XIV (l'auteur n'indique pas la date) par un serrurier bas-normand, qu'un sieur François, apothicaire, avait connu, et qui est mort à l'Hôtel-Dieu dans un âge avancé.

Mais l'auteur, qui a traité cette question dans l'*Encyclopédie*, soutient avec raison que le métier à bas a pris naissance en Angleterre et qu'il nous est revenu par supercherie. Cette dernière version est la seule vraie; elle est appuyée par tous les documents historiques et irréfutables.

Nous emprunterons à notre tour des indications et des remarques certaines aux statuts mêmes, qu'on donna à la première manufacture de bas au métier, établie en France. Défense fut faite alors d'établir aucun métier ailleurs qu'à Paris, Durodan, Rouen, Caen, Nantes, Oleron, Aix, Toulouse, Nîmes, Uzès, Romans, Lyon, Metz, Bourges, Poitiers, Orléans, Amiens et Reims, *où ils étaient déjà établis*.

Nous ferons remarquer ces dernières expressions : *où ils* (les métiers à bas) *étaient déjà établis*. Il y avait donc des métiers à bas, avant 1656, dans les villes que nous venons de citer, ce qui permet de supposer, non sans raison, que leur usage est antérieur de quelques années.

Vers 1720, un sieur Senart établit à Santerre, près de Péronne, la première filature de laine peignée, en Picardie, pour les bas d'estame; il alimenta les fabriques de bas à Paris, qui n'employaient auparavant que des laines filées de la Flandre; puis, en 1745, il fonda au Plaisier-Rosanvillier, en vertu d'un privilége du roi, une fabrique de bas au métier. A cette époque, beaucoup de villes privilégiées pour le commerce de la bonneterie au métier, telle que Poitiers, fabriquaient principalement des bas faits à l'aiguille; même jusqu'en 1750, Lyon s'était peu occupée de la bonneterie en soie, et Nîmes, au contraire, avait considérablement grandi et prospéré dans ce genre de fabrication, lorsque Lyon l'imita avec une très-grande ardeur. Selon l'abbé Jaubert, on comptait, à Paris, en 1772, 2500 métiers à bas, 1300 à Lyon et 4500 à Nîmes, sans compter ceux qui étaient répandus dans les autres villes du royaume.

C'est en 1770 qu'un nommé Sarrazin établit à Paris, ensuite à Lyon, une fabrique de bas à côtes, à l'instar de ceux des Anglais, qui en sont les inventeurs. « En 1772, on faisait aussi en France, dit l'abbé Jaubert, sur le métier à bas, des culottes, des caleçons, des mitaines, des vestes, même des habits. Par les dessins qu'on exécute aux coins des bas, sur les chaussettes, il est évident qu'on pourrait y faire des fleurs et autres dessins, et qu'en teignant la soie à propos, on imiterait sur les ouvrages de bas au métier le *chiné* et le *flambé* des autres étoffes. »

L'observation de l'abbé Jaubert était exacte; mais elle n'a été mise en pratique qu'après plus de dix années. Il paraît que ce fut Sarrazin qui fabriqua, à Lyon, les premiers bas de soie à jour et chinés, vers 1783 ou 1784. A cette occasion, nos lecteurs nous sauront gré de citer un passage d'un rapport fait, en novembre 1794, au *Comité de salut public* par le représentant *Vandermonde*, après les désastres du siége de Lyon :

« Parmi ceux qui ont été condamnés, il y en a un entre autres nommé *Sarrazin*, homme très-ingénieux et très-adroit, qu'on ne peut s'empêcher de regretter; il avait introduit à Lyon les bas à mailles fixes, dont le débit à l'étranger serait encore très-assuré, et le *tricot sur chaîne*. Il n'y a personne à Lyon qui puisse le remplacer, au dire de ses compagnons. »

Cependant Lyon possédait à cette époque deux maîtres-ouvriers intelligents, Jolivet et Cochet, qui avaient pris, en 1791, un brevet d'invention pour « des procédés propres à faire des bas ondés, brillants, comme le satin, et du *tricot-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dentelle, que l'on peut couper sans qu'il s'effile ». Ce sont ces mêmes inventeurs lyonnais, qui ont fait breveter, en 1799, le *tricot à double maille fixe;* et nous voyons encore que Cochet seul, après la mort de son associé, a obtenu un *autre* brevet, en 1821, « pour l'application d'une manivelle et d'un cylindre au métier à tricot et à tulle des sieurs Jolivet et Sarrazin. » Cochet rend ainsi un hommage éclatant et sincère aux inventions de son ancien maître Sarrazin et de feu son associé Jolivet ; c'est le seul exemple de sincérité, que nous ayons rencontré dans toutes nos recherches sur l'histoire de la bonneterie, depuis 1527 jusqu'à nos jours.

Citons de suite les autres Lyonnais qui ont perfectionné également les procédés de la bonneterie au métier :

M. Aubert, brevet pour un nouveau métier à tricot sur chaîne, 1819.

MM. Perany père, Coulet et Merty, brevet pour une mécanique à deux barres adaptée au métier à tricot sur chaîne, pour fabriquer des étoffes nouvelles, dites à *filets carrés*, à 6 *pans*, à *grands jours ronds ou ovales*, à *gros œillets*, *etc.*, 1820.

M. George, brevet pour l'emploi d'un métier à tricot de soie unie, auquel s'applique la tire *à la Jacquart*, et au moyen duquel on détache et on varie à volonté les dessins qu'on veut y ménager, 1825.

M. Carrand, brevet pour la fabrication de bas en cachemire, laine, soie, bourre de soie, fil ou coton, à dessins en couleurs, 1828.

Tous les perfectionnements et produits nouveaux en bonneterie, depuis 25 ans, sont dus incontestablement à l'application et aux combinaisons nouvelles de ces diverses inventions lyonnaises, et aussi à quelques autres brevetées par MM. Decroix (1791-1796), Jeandeau (1803-1806), Moor et Armitage (1804), Favreau et Thiébault (1813), Bellemere (1805), Leroy Legrand et Bernard (1808), Coutan (1808), Pouillot, Fayolle et Hullin (1809), Louyer-Cartier, Baunninger et Legrand (1809), Braconnier, Descombes, Savoie et Torsel (1834), Delahaye et consorts (1811), Chevrier (1812) Leger-Boizard, Judson (1813), Andrieux (1815), Meynard, Pinet et Ce (1818), Tellier (1819), Canard (1821), Dupont, Ravigneaux (1829), Delarothière (1834-1839), Braconier, Descombes, Savoie et Tortel (1834) Costal, Jacquin (1836-1841), Masse (1837), Baile, Rigaux, Parent, Gillet (1838), Chavin, Craig, Pearson (1839), Bossens, Outrequin, Joyeux (1840), etc.

Quelques personnes intéressées ou trop vaniteuses blâmeront peut-être notre franchise ; elles nous accuseront avec aigreur : mais, outre que nous croyons leur blâme et leurs accusations très-injustes, nous leur répondrons d'avance que, en contestant les faits historiques et notre propre témoignage sur les véritables inventeurs, elles manqueraient de délicatesse et de gratitude envers les hommes, morts ou vivants, dont les inventions réelles et fécondes ont fait progresser l'industrie de la bonneterie au métier.

Il y a encore une invention très-utile, qui date de notre première révolution, c'est celle des *tricots fourrés*, due à un sieur Mathis, qui l'avait présentée, en 1792, à l'Académie des sciences. Cette invention consistait en un nouvel équipage ajouté au métier à bas ordinaire, et propre à introduire, à chaque rangée de mailles, dans le bec des aiguilles du métier, une quantité déterminée de laine ou de coton cardé, de manière, cependant, à prévenir les obstacles qu'elles pourraient apporter à la formation de la rangée de mailles. On trouve le rapport de l'Académie sur cette découverte dans le *Journal des inventions et découvertes*, 1793, tome Ier, page 5. Mathis obtint une première récompense qu'il employa à améliorer et perfectionner son invention, ce qui lui en mérita une seconde, et de plus l'établissement de ses machines dans les fabriques de bonneterie à Rouen et à Troyes.

Les tricots fourrés, surtout ceux en laine *dits de* Strasbourg, sont aujourd'hui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-estimés, sans avoir subi des perfectionnements bien notables depuis l'invention originale de Mathis.

En 1805, Boiteux, de Paris, a reçu une médaille de la Société d'encouragement pour avoir fabriqué, en France, le premier tricot appelé en Angleterre *bouncterie à toison ou à poils*. En 1807, Benard a introduit en France le *tricot de Berlin*, qui est encore le plus généralement fabriqué et le plus recherché.

Nous terminerons par la nomenclature des récompenses décernées aux exposants de bonneterie, par le jury de la classe 34 :

Deux médailles d'or à MM. Guivet et Cᵉ, et à MM. Poron frères, de Troyes, pour bonneterie de coton.

13 médailles d'argent aux exposants français, pour bonneterie de laine ou de coton au métier.

8 médailles d'argent aux exposants étrangers.	dᵒ
26 médailles de bronze aux exposants français.	dᵒ
13 médailles de bronze aux exposants étrangers.	dᵒ
6 mentions honorables aux exposants français.	dᵒ
12 mentions honorables aux exposants étrangers.	dᵒ

Une mention honorable aux *paysans de la Fionie* (M. G. Lanenser, collectionneur à Bogense (Danemark), pour couvertures de lit en grosse laine, tricotées à la main, exposées par M. Grün, membre du jury.

Seconde mention honorable aux *paysans du Jutland* (représentés par le Comité des négociants à Copenhague), pour filets, bas, caleçons en grosse laine tricotés à la main, exposés par M. Grün, membre du jury.

Troisième mention à M. Peltin, de Berlin, pour des vêtements et coiffures tricotés à l'aiguille.

Quatrième mention à M. Trichmann, de Leobschutz (Prusse), pour des fantaisies également tricotées à la main.

Les tricots de ces deux derniers exposants étaient très-certainement les plus nouveaux, les plus beaux, les plus difficultueux et les plus curieux de l'Exposition.

On remarque dans cette nomenclature que le jury a décerné, sur le rapport de l'un de ses membres, simple marchand de bonneterie en gros à Paris, les deux seules médailles d'or et les deux tiers du nombre des médailles d'argent et de bronze, aux fabricants et marchands français, parmi lesquels on en compte tout au plus quatre ou cinq qui aient fait une invention nouvelle ou un progrès réel dans l'industrie de la bonneterie au métier.

N'est-ce pas le cas de dire ici, ou jamais, que le *jury de la classe 34 a opiné du bonnet ?*

La *machine à tricoter* américaine, inventée et brevetée, en France, par M. Isaac W. Lamb, a été très-justement récompensée par une médaille d'argent (classe 57). Comme *machine de famille*, la *tricoteuse Lamb* (c'est ainsi qu'elle est qualifiée dans le prospectus des constructeurs français) « fournit une occupation utile, lucrative et variée aux ouvrières travaillant en chambre, en leur permettant de faire rapidement toutes espèces d'objets, tels que *cache-nez*, *manchettes*, *mitaines*, *guêtres*, *vêtements d'enfants*, etc., imitant les *ouvrages au crochet*. »

Cette ingénieuse machine, la plus surprenante et la plus nouvelle de la bonneterie et du tricot, permet de faire les *bas sans couture*, de forme et de grandeur quelconque, avec *augmentation* et *diminution*, comme dans le bas tricoté à la main. Le prospectus accuse une production d'une paire de chaussettes en une demi-heure et de six paires de bas par jour. Cette production est possible ; et nous l'indiquons comme telle, sans l'avoir expérimentée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V

Coiffures et chapeaux divers.

S'il nous fallait passer en revue toutes les coiffures de l'Exposition, ou citer seulement les noms de celles qui sont généralement en usage chez les différents peuples exposants, la nomenclature en serait trop longue et nullement instructive pour nos lecteurs. Nous nous bornerons à signaler les coiffures principales, les types originaux, qui se recommandent principalement par l'invention, la commodité, le bon marché, et les formes plus ou moins gracieuses, abstraction faite cependant des ornements de toutes natures, qui en sont les accessoires et qui, sans y être absolument nécessaires, servent beaucoup à les embellir, lorsque le confectionneur, modiste ou chapelier, sait les y placer convenablement. D'ailleurs l'ornementation est une œuvre essentiellement personnelle et fantaisiste, qui éprouve beaucoup de variations, surtout en France, selon le goût ou le caprice du vendeur et de l'acheteur, et aussi selon les climats, les saisons, les âges et qualités des personnes qui doivent en faire usage. Comme nous n'avons pas mission de juger les fantaisies, les goûts et les caprices d'autrui, nous nous renfermerons strictement dans les limites de la fabrication pure et simple, en décrivant sommairement les phases et les perfectionnements qu'elle a subis, depuis son origine jusqu'à nos jours.

Entendons-nous d'abord sur la valeur du mot *coiffure*, qui signifie généralement tout objet destiné à couvrir et à garantir la tête, et qui se prend aussi pour la manière dont on arrange les cheveux ; l'étymologie de ce mot vient de *coiffe* ou *coéffe*, sorte d'ajustement ou de couverture de tête en toile ou en tissu léger et blanc, autrefois à l'usage de toutes les femmes (onzième siècle), aujourd'hui porté seulement par les femmes de la campagne ou les femmes de villes, qui s'habillent comme à la campagne. On trouve, dans certains auteurs des onzième et douzième siècles, les expressions : *coiffe de fer*, pour désigner un *casque militaire*, et *tranche de coiffe* pour dire un *mouchoir* ou morceau de toile blanche qui couvrait la tête, et s'attachait sous le menton. Au seizième siècle, on disait *les ouvrières de coiffes à dames, de taies d'oreiller et de pavillons* (couvertures en toile blanche qu'on met par-dessus les autels). (Littré, *Dictionnaire de la langue française.*) De nos jours on appelle *coiffe de nuit*, un bonnet de femme en linge blanc, sans aucune garniture ; *coiffe de chapeau*, une coiffe dont on garnit le dedans des chapeaux ; *coiffe à perruque*, une sorte de réseau sur lequel on applique des tresses de cheveux pour faire des perruques.

En résumé, malgré les variations des formes et de l'ornementation des coiffures, selon les différents temps, malgré leurs changements de noms, selon le caprice des modes ou des fabricants ou l'emploi des matières premières, le caractère typique de ces coiffures, soit pour hommes, soit pour femmes, est toujours demeuré à peu près le même ; du moins on y reconnaît toujours le type original et primitif, emprunté à l'antiquité ou aux temps plus modernes.

La *capeline* actuelle de nos dames françaises n'est, à proprement parler, qu'une imitation perfectionnée de l'ancienne coiffure des Égyptiens, que l'on retrouve dans toutes les sculptures antiques, notamment dans les statues de sphinx, qui sont parvenues jusqu'à nous : c'est au moins la rénovation du *capet* ou *capuchon* du moyen âge, qui a précédé le *chaperon*, autre imitation perfectionnée de l'antique *bonnet phrygien*. La capeline moderne diffère seulement du capuchon, au moyen âge, par les fronces, ruches et rubans, dont elle est très-gracieusement ornée. Le chaperon, qui a été la coiffure commune aux deux sexes jusque vers la fin quinzième siècle, dérive du latin *capidulum* ou *capitium*, que les chroni-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

queurs traduisent *capuce*, *capuchon*, *capeluche*, *chaperon*, *bonnet* et même *chapeau*.

Le *camail* de nos évêques est également un capuchon ou chaperon, détaché du vêtement, que nos anciens linguistes appellent *capital*, mot latin de Varron et d'autres, que l'on a traduit quelquefois par *voile*, sans doute parce que les anciens se couvraient la tête et les joues d'une étoffe (*vestis*) pendant les sacrifices. *C'est aussi un capuchon de mailles*, dit Froissart en parlant du chaperon, *dont nos anciens Français ornaient leurs têtes*. Les mailles, dont parle Froissart (1350-1400), sont celles du *rets*, *réseau* ou *filet* (*rete* en latin).

Un usage particulier aux femmes athéniennes était de porter dans leurs chevelures, en outre d'un ruban enlacé et formant une sorte de réseau, de petits bijoux, sous la forme de cigales, servant à rappeler que ces citoyennes faisaient partie d'un peuple né du sol même qu'il habite.

Le *trichaphlon* était une sorte de réseau *en bandelettes d'étoffe*, dont les femmes grecques couvraient leurs chevaux. On appelait *opisthosphendone* la partie la plus large du ruban, en forme de fronde ou d'ovale, qui tenait les cheveux assujettis par derrière. On distinguait aussi en Grèce plusieurs sortes de réseaux qui avaient des noms particuliers : réseau en rubans, ou bandelettes d'étoffes, qui étaient enlacés autour de la tête ; réseau en forme de bonnet, qui enveloppait les cheveux, etc.

A l'exemple des Grecques, les femmes romaines se servaient de rubans (*reticuli*) pour retenir et nouer indistinctement leur chevelure ou leur coiffure autour de la tête.

Juvénal parle d'un réseau en ruban brodé d'or (*reticulum auratum*), pour envelopper ou coiffer les cheveux des riches Romaines ; Horace emploie aussi le mot *reticulus*, dans la même acception. D'après Cicéron, le *redimiculum* des Latins était un ornement de tête ou de cou à l'usage des femmes.

Ce simple aperçu suffit pour démontrer que nos élégantes emploient absolument les réseaux antiques, en y ajoutant les fleurs artificielles, les faux bijoux, les faux cheveux et les rubans pendant sur les épaules. Notons cependant que récemment on a fait intervenir l'électricité dans la coiffure : quelques dames portent dans les cheveux des oiseaux ayant à l'intérieur une bobine électrique qui leur fait remuer les ailes, des papillons animés, des têtes qui remuent les yeux, etc.

Les femmes grecques et romaines employaient également plusieurs sortes de voiles ou coiffures d'étoffes : voile qui cachait la figure ; voile qui enveloppait la tête et les épaules ; voile qui couvrait la tête et les joues, et qui était attaché sous le menton avec des rubans ou bandelettes ; voile de paysanne, qui couvrait la tête seulement (*Calantica* en latin).

Le P. Labbé prétend que le mot *calotte* dérive de *calantica*, d'autres soutiennent qu'il vient de *calix*, coquille, qui était à Rome une coiffure de petite fille. Mais, quelle que soit la véritable étymologie de la calotte, nous devons reconnaître son antique origine et son usage persistant chez les Orientaux, les Grecs principalement, et même, en France, chez les ecclésiastiques.

Les Turcs, les Égyptiens, les Persans, les Arméniens, etc., ont conservé l'usage antique de se couvrir la tête avec des étoffes blanches ou de couleur, et ornées de différents dessins ou agréments, de manière que cette coiffure présente la forme d'un bonnet rond, ou d'une mitre, ou d'une tiare, ou d'un turban ; les Arabes surtout (hommes et femmes) se servent d'un voile ou d'un turban en toile ou en étoffe de laine blanche.

Toutes les coiffures des hommes, chez tous les peuples du monde civilisé, ont également une même origine antique, qu'il est facile de prouver.

Nos lecteurs, en visitant le musée des antiques, auront remarqué, sans au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cun doute, la statue de Castor et Pollux, héros lacédémoniens, qui sont représentés avec des calottes demi-elliptiques, qui, réunies par leur base, représenteraient la forme d'un œuf, d'où ils sont sortis, disent les mythologues grecs. Cette coiffure ou calotte demi-elliptique de Castor et Pollux est très-certainement le type originaire du bonnet phrygien, aujourd'hui bonnet grec, dit *Fez* ou *tarbouche*, que l'on voit dans tous les bas-reliefs, statues et médailles antiques, qui représentent le berger Pâris. Le bonnet phrygien était en étoffe de laine et orné de deux bandelettes latérales et pendantes sur les joues, qui étaient nouées sous le menton, afin de l'assujettir.

Le bonnet phrygien, qu'on donne aujourd'hui à la déesse de la Liberté et à la statue de la République française, est assez semblable à la même coiffure antique, moins les bandelettes pendantes sur les joues; cette coiffure était appelée *pilion* chez les Grecs, d'où est venu *pileus* des Latins. Aussi disait-on chez les Romains : *ad pileum servos vocare*, appeler les esclaves à porter le bonnet, mettre en liberté, affranchir les esclaves, parce qu'il leur était permis de porter le *pileus* ou bonnet phrygien, dès l'instant où on les affranchissait. Le double bonnet de coton tricoté, que l'on nomme vulgairement bonnet de nuit, n'est, à vrai dire, qu'un bonnet tronqué de la Liberté, avec cette différence que son sommet est droit et pointu, au lieu d'être courbé et arrondi comme ce dernier; de plus il est surmonté d'une espèce de houppe ou de gland grossièrement fait. Cette vilaine coiffure, la plus ridicule et la plus répandue en France, depuis 1792, surtout en Normandie, est la copie textuelle et malheureuse de l'ancien bonnet de laine rouge ou vert des criminels condamnés aux travaux forcés, que nous avons emprunté à l'Italie vers la fin du seizième siècle, ce qui a fait dire aux royalistes ou détracteurs de notre première république : « que le peuple français avait adopté comme symbole de la liberté le bonnet rouge des galériens. » L'usage du bonnet de laine rouge subsiste toujours parmi les pêcheurs européens de l'Adriatique, de la Méditerranée, etc., principalement chez les Napolitains, les Vénitiens, les Espagnols, et même en France chez les artisans du département de la Lozère.

Le mot *bonnet* est employé dans plusieurs locutions proverbiales et familières, que tout le monde connaît, et qui ne dérivent pas assurément du bonnet de coton, dont les caricaturistes coiffent le roi d'Yvetot et les vieillards stupides, fainéants et indolents; l'origine de ces locutions est beaucoup plus ancienne que celle de ce bonnet ridicule, voué à la critique méritée des chansonniers et des hommes de goût. Toutefois, cette origine ne paraît pas remonter au delà du quatorzième siècle. Quant à l'étymologie du mot *bonnet*, nom que l'on donne à diverses espèces de coiffures pour hommes et pour femmes, elle ne nous semble pas bien démontrée. Selon Casenave, « c'était un certain drap, dont on faisait des chapeaux ou habillements de tête, qui en ont retenu le nom et qui ont été appelés *bounets* ou bonnets, de même que nous appelons d'ordinaire *castors*, les chapeaux qui sont faits des poils de cet animal. » Le bounet ou bonnet était une coiffure d'étoffe, dit Ménage, comme on le voit dans un passage de la *Vie de saint Louis*, par Guillaume de Nangis. Ménage rapporte, entre autres citations, le témoignage suivant : « Un chapel et de bounet en sa teste. » (Le *Roman de Guillaume au court nez dans le Charroy, de Nismes*, an 1047.) Étienne Pasquier donne une autre étymologie que nous rapportons plus loin.

Nous croyons devoir dire aussi que l'on trouve dans les anciens romanciers, chroniqueurs et historiens du douzième au quinzième siècle, les expressions de *capel*, *chapel*, *chapex*, *chapiax* (au singulier), *chapiaus*, *chapeaus* et *coispiaux* (au pluriel), pour désigner un chapeau ou couvre-chef, et souvent *capel* ou *chapel de fer à visière*, pour désigner un casque militaire; mais le chapeau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proprement dit n'était alors, et le plus souvent, qu'un capuchon ou chaperon de laine, ou de toile de lin, ou de coton, détaché du vêtement, et nommé cappe ou capel, lorsqu'il était porté par une femme ou un enfant. Le *chapeau à rebord*, que nous employons aujourd'hui, n'était pas encore en usage, en France, sous le règne de Charles VI, bien qu'on s'en servît chez les Romains, dans les Indes, surtout au Thibet, depuis plusieurs siècles.

Chapellerie ancienne.

Il est incontestable que les anciens nous ont légué presque tous les types des coiffures ou chapeaux, sauf les formes, même les ornements et accessoires, qui sont en usage aujourd'hui chez les différents peuples civilisés. Les Cariens, les premiers, suivant Hérodote, ont enseigné à mettre des panaches sur les casques. Selon Strabon, les Perses aisés avaient autour de la tête une tiare (*cidaris*) en forme de tour; l'ancienne tiare arménienne, qui ressemblait à celle des Parthes, est à peu de choses près la même aujourd'hui.

L'ancienne mitre asiatique était assez semblable au turban actuel des Turcs; celle du roi des Cypriens, d'après le récit d'Hérodote, ressemblait plutôt à la tiare actuelle du pape qu'à un bonnet d'évêque, que nous connaissons. A l'exemple des Thraces, les Romains de basse condition se couvraient la tête pendant l'hiver avec une sorte de bonnet fait de peau et nommé *Galerus*.

C'est à l'antiquité même que nous avons emprunté le chapeau moderne à bord étroit, ayant le fond demi-sphérique, qui est aujourd'hui le plus répandu ou le plus à la mode en France, principalement chez les artisans et agents de commerce. Les statues et bas-reliefs antiques représentent Mercure coiffé de cette sorte de bonnet ou chapeau, auxquels sont attachés deux ailes, marque distinctive de sa qualité de grand voyageur de commerce. Les Grecs, principalement les Athéniens et les Lacédémoniens, portaient le chapeau à bord plat, que les Romains mirent en vogue à leur tour et nommèrent *petasus*, en français petase, expression familière, usitée dans les collèges et les séminaires. Cependant l'usage le plus ordinaire, chez les Romains, était de porter le petase, communément en étoffe blanche, plus particulièrement en voyageant, à la campagne, pour se préserver du soleil ou de la pluie. Pour cet effet, on avait soin d'en rabattre les bords plus larges que ceux de nos chapeaux de ville; au moyen de deux rubans, dont le chapeau était garni, on pouvait l'attacher sous le menton, et quand on voulait aller tête nue, on le jetait derrière le dos.

« En voyage ou exposées au soleil, dit Winkelman, les femmes romaines portaient un chapeau à la thessalienne, semblable au chapeau de paille des femmes de Toscane, et qui n'avait presque pas de fond. » Ce chapeau antique est toujours en usage dans les campagnes d'Italie, en Espagne, au Mexique, dans le midi de la France, aux environs de Paris, etc., pendant les chaleurs d'été.

Le chapeau de cardinal en drap rouge n'est autre qu'un petase antique, mais avec un fond cylindrique et un bord beaucoup plus large.

Chapellerie moderne.

Charles VII passe pour le premier roi de France qui ait porté un chapeau ou petase qu'on lui voit dans quelques anciens tableaux, et qui ressemble beaucoup à celui d'aujourd'hui (à forme basse et demi-sphérique), à l'exception de certains ornements en zigzag, bizarres et de mauvais goût, dont il est parsemé; il entra à Rouen, le 10 novembre 1449, avec un chapeau de castor sur la tête, le premier dont il soit fait mention dans l'histoire; ce chapeau en peau de castor, et non en poils feutrés de cet animal (procédé alors inconnu), était

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

garni de velours rouge ou cramoisi, et surmonté d'une houppe en fil d'or. Monstrelet, qui décrit en grand détail les particularités de cette journée, parle d'un écuyer du roi, « qui avait sur la tête un chapeau pointu. » Quelquefois aussi les peintres représentent Charles VII avec une sorte de casquette, ornée de fleurs de lis, et qui était la coiffure la plus générale parmi les nobles et les riches bourgeois.

Louis XI avait habituellement un bonnet cylindrique pour coiffure; François Ier et Henri IV portaient toujours un chapeau à bord relevé d'un seul côté, et orné de plumes et de franges. Cependant, sous le règne de Henri IV, le chapeau n'était pas trop commun; les princes et les nobles commencèrent seulement à le porter, tandis que les bourgeois conservèrent encore longtemps leurs chaperons, calottes et bonnets d'étoffes de laine ou de soie.

Le P. Ménestrier dit que l'usage du chapeau à large bord, pour tous les prêtres, vient d'Espagne, où on le voit dès l'année 1400, et que Tristan de Salazar, Biscaïen de naissance, archevêque de Sens, qui avait quitté son pays pour servir Charles VII, l'introduisit en France vers 1472; d'autres prétendent que les ecclésiastiques s'en servaient, en Bretagne, depuis plus de deux cents ans.

Louis XIII reprit la toque en usage sous Charles IX et Henri III; et enfin, Louis XIV adopta le chapeau de feutre à bord large et retroussé, qui n'a plus été quitté depuis son règne, mais transformé, dès cette époque, sous des formes diverses, que nous connaissons et désignons sous les noms de chapeau à trois cornes ou tricornes, de chapeau à claque, etc., etc.

Les chapeaux, qui dans l'origine étaient en étoffes, à bord étroit ou à roue unie, c'est-à-dire à bord large et plat, furent garnis successivement de fourrures, de rubans, de franges de soie ou d'or, de plumes, de perles et de pierreries; un cordon ou ruban, lié sous le menton, servait à les assujettir; plus tard le bord fut complétement relevé, puis d'un seul côté, ensuite de deux et de trois côtés; ces dernières formes étaient affectées principalement aux militaires de certains régiments. Le chapeau bordé d'un galon d'or, ou orné d'une plume, indiquait que celui qui le portait était gentilhomme ou militaire; mais cette marque distinctive était devenue très-équivoque, dès le règne de Louis XIV, mémorable époque de la décadence des mœurs, époque de l'illustration des lettres, sciences, arts et manufactures, protégés et encouragés par le célèbre ministre Colbert.

La fabrication des chapeaux tressés en paille de seigle et de riz, principalement à l'usage des femmes, existe depuis fort longtemps en Italie, surtout aux environs de Florence, qui a toujours conservé sa supériorité sur toutes les places du monde. Michel de Montaigne, qui visita Pistoie en 1580, apprit qu'on y vendait des chapeaux de paille nattée au prix de 15 sols la pièce. Cette fabrication, dans le genre grossier, ne fut introduite en France que vers le commencement du dix-septième siècle.

On remarque la lenteur de plusieurs siècles, avec laquelle l'usage du chapeau à rebord s'est propagé en France; cependant la communauté des chapeliers date son origine de 1578, au commencement du règne de Henri III, qui avait adopté la toque, avons-nous dit déjà, mais pour se distinguer des nobles et des militaires de sa cour, qui portaient le chapeau de laine feutrée, avec le bord gauche relevé et orné d'une plume.

A partir du règne de Louis XIV, la fabrication des chapeaux de feutre prit beaucoup d'extension. Jean de Witt évalue à 1,500,000 livres la valeur des chapeaux de castor, de laine, de poils de lapin et de lièvre, fabriqués à Paris et à Rouen, qui, chaque année, passaient à l'étranger depuis 1658. Mais, à cette époque, le procédé indispensable du sécrétage des poils, pour obtenir leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feutrage solide, n'était pas encore connu ; et tout nous porte à croire et à proclamer qu'on n'exportait alors que des chapeaux de pure laine feutrée, de peaux de castor, de lapin et de lièvre, dont les procédés de fabrication ne sont pas parvenus jusqu'à nous. Il est toujours certain que notre illustre compatriote Papin, qui habitait Londres avant la révocation de l'édit de Nantes, y fit connaître, vers 1683 ou 1684, le précieux apprêt des chapeaux de feutre avec de la colle-gélatine, dite *colle-forte* ou *colle de Flandre*, extraite des os au moyen de la vapeur à basse pression, procédé inventé et publié par lui, en 1682, dans son livre intitulé : *L'art d'amollir les os*[1]. A compter de cette époque et grâce à cet apprêt, les chapeaux feutrés, provenant des fabriques de Londres, acquirent une certaine renommée de supériorité, qu'ils ont conservée longtemps.

Le *Journal de Verdun* (mai 1710, p. 361) contient une dissertation de M. Brosselle sur l'usage des chapeaux et la diversité de cet usage. On peut encore consulter sur ce sujet l'*Encyclopédie méthodique*, dictionnaire des Arts et Métiers. (Tome Ier renfermant l'*Art du chapelier*, par l'abbé Nollet, 1765.)

Coiffures et chapeaux distinctifs des dignités et des professions.

Les Lacédémoniens portaient des bonnets ou mitres (*mitra*) en drap foulé ou feutré, pour se distinguer de leurs esclaves. Cet antique usage a été adopté par les Romains et par l'aristocratie française, dès les premiers temps de la monarchie. La forme et les ornements des bonnets marquaient le rang et la dignité des personnes. Le chaperon, qui succéda au bonnet, reçut d'abord une *cornette*, petit bandeau ou ruban de laine ou de soie, noué sur le devant de la tête, et dont les deux bouts saillants étaient appelés cornes ou cornettes; cette cornette fut la première marque distinctive de la magistrature, ensuite sa couleur, sa forme, sa simplicité et sa découpure même servirent à distinguer les personnes des divers états et professions.

Les chapeaux proprement dits, qui dans l'origine n'étaient que des calottes à rebords étroits, qui devinrent plus ou moins larges, suivant les saisons, les temps et les modes, reçurent, au lieu de cornettes ou rubans noués autour de la tête, divers ornements propres à faire connaître la dignité de ceux qui les portaient; mais on regarda comme une mode d'un grand désordre, en 1495, que les prêtres commençassent, à la manière des séculiers, à porter des chapeaux sans cornettes.

Les premiers rois de France avaient habituellement un cercle d'or fleuronné autour de leurs bonnets de laine, de soie ou de velours, ils en portèrent un pareil sur leur chapeau à rebord, lorsqu'ils en prirent l'usage ; c'était leur couronne journalière. Les princes avaient d'autres marques distinctives à leurs bonnets, mortiers ou chapeaux.

Le *bonnet rond* ou *mortier*, ainsi nommé autrefois parce qu'il ressemble à un mortier d'apothicaire, ne fut affecté originairement qu'aux chevaliers, lorsqu'ils vivaient en pleine paix ; il était de velours noir, galonné en bas ; ensuite les barons le portèrent avec un enlacement de perles, et le placèrent sur l'écusson de leurs armes.

La *toque* actuelle des magistrats de toutes les juridictions, des greffiers, avoués, avocats, huissiers, professeurs des facultés et des colléges, etc., n'est autre que

1. Papin, né à Blois vers le commencement du dix-septième siècle, est mort en 1710; il était membre de la Société royale de Londres en 1681, lorsqu'il publia ses premières expériences sur l'emploi de la vapeur comme force mécanique; il est à jamais célèbre comme inventeur du générateur à vapeur, de la soupape de sûreté (1682), de la machine à vapeur, du bateau à vapeur (1690), etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ancien mortier; et c'est de cette coiffure même qu'est dérivé le nom de président à mortier, qu'on donnait anciennement, avant la première révolution, aux présidents des parlements, de Paris et des provinces.

Aujourd'hui encore, la toque plus ou moins galonnée d'or ou d'argent, ou garnie en bas d'un simple ruban de velours, est une marque distinctive parmi les magistrats des tribunaux civils et consulaires, des cours impériales et de la cour de cassation. La toque des avocats du barreau de Paris, dont le fond est généralement octogonal et revêtu de deux cloisons perpendiculaires, qui s'entrecroisent à angles droits, est en drap noir et garnie à son pourtour inférieur d'un galon de velours de la même couleur : elle est la reproduction ou l'imitation perfectionnée du bonnet carré (avec un fond à quatre côtes), dont les ecclésiastiques anglais se servaient, dit-on, avant le quinzième siècle, et qui fut porté, avant le mortier, par les membres du parlement de Paris.

La *barrette rouge* des cardinaux est également un bonnet carré, semblable à celui que l'on voit dans le portrait de Jean de la Vacquerie, premier président du parlement de Paris (an 1481 à 1497). Ce portrait existe dans le vestibule d'entrée de l'ancienne chambre des requêtes de la Cour de cassation, à Paris.

A ce propos, et comme document certain et explicatif, nous transcrirons le témoignage d'Étienne Pasquier, écrivain du quinzième siècle, sur l'usage du bonnet carré, appelé bonnet rond.

« Pareille mutation est avenue aux bonnets, que nous appelons bonnets ronds, combien qu'ils soient carrés, car anciennement les plus grands portant les chaperons sur leurs testes, l'usage petit à petit s'en estait perdu; cela demeura seulement aux gens de robe longue; enquoy on s'aidait du bourlet qui est rond, lequel environnait le circuit de la teste.... »

« C'est pourquoi on s'avisa de faire avec grandes éguilles des bonnets ronds, qui représentoient le bourlet; et par aventure furent-ils appelés bonnets au lieu de bourlets, par un doux échange de l'un à l'autre... »

« A ces bonnets ronds on commença d'y apporter je ne say quelle forme de quadrature grossière et lourde, qui fut cause que de mes premiers ans j'ay veu, qu'on les appelloit bonnet à quatre brayettes. Le premier, qui y donna la façon, fût un nommé Patrouillet, lequel se fit fort riche bonnetier aux dépens de cette nouveauté et en bastit une belle maison dans la rue de la Savaterie. »

De nos jours le bonnet carré de drap noir est encore la coiffure officielle des docteurs en théologie, et de tous les ecclésiastiques du monde catholique, lorsqu'ils sont assistants à l'église, et dans les cérémonies religieuses.

C'est ici le lieu de dire que nous avons emprunté aux Tunisiens la manière de faire la calotte en drap rouge et feutré, plus connue sous le nom de bonnet du Levant, ou grec, ou de bonnet, façon de Tunis. La première fabrique de cette sorte de bonnet a été établie à Naix près de Bar-le-Duc, en 1745, par les frères Pacy, qui avaient obtenu un privilége du roi; cette fabrique occupait 500 personnes en 1752, d'après le témoignage du rédacteur de la *Gazette du Commerce et de l'Agriculture*.

Perfectionnements de la chapellerie moderne.

Sans doute l'art du chapelier a fait des progrès, depuis que l'abbé Nollet a publié, en 1765, le premier traité sur la matière, mais ces progrès ont été très-lents et très-douteux en France pendant plus de trois quarts de siècle, pour ainsi dire jusqu'en 1850; et encore, devons-nous accorder aux Anglais et aux Américains l'originalité et le mérite de la plus grande partie des inventions et des perfectionnements mécaniques, que nos fabricants contemporains exploitent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maintenant. On pourra blâmer, peut-être, notre franchise, mais personne ne sera assez osé, nous l'espérons, pour nous accuser de tronquer la vérité historique, que nous dirons toujours au risque de froisser l'amour-propre national ou des personnes intéressées. Nous allons produire immédiatement les documents justificatifs de notre opinion, de notre franchise et de notre bonne foi.

« En 1765, selon l'abbé Nollet, on faisait en France des chapeaux de paille, de joncs de canne tressés, et de cartons recouverts de taffetas ou de satin de toutes les couleurs, qu'on n'employait guère que dans les campagnes pour se garantir du soleil. Les hommes ne portaient point d'autres chapeaux feutrés que ceux qui se fabriquaient en France. On avait fait précédemment, avant 1765, des chapeaux de crin.

« On fabriquait des chapeaux de laine communs et à bas prix pour les soldats, pour le peuple, pour les gens de la campagne, dans presque toutes les provinces, particulièrement en Normandie, aux environs de Rouen, à Caudebec, à Neufchatel et aux environs de Grenoble [1]. Les chapeaux fins se fabriquaient pour la plus grande partie à Paris, Lyon, Marseille et Rouen. Les chapeaux communs et à bon marché se faisaient avec des laines d'agneaux et de jeunes moutons, tirées du Berry, de la Champagne, de la Sologne, provinces renommées pour ces espèces de laines propres à la chapellerie.

« Le chapeau de castor était devenu si peu commun et si cher qu'on n'en faisait plus que pour ceux qui les commandaient expressément; et, malgré une ordonnance du roi, qui défendait de vendre aucun chapeau, dit de castor, qui ne fût de pur poil de cet animal, des fabricants ne se lassaient pas de nommer castors ceux où l'on faisait entrer quelques parties d'autres poils de lapin, de lièvre et même de la laine de vigogne. »

Le castor en peaux venait du Canada et de la Moscovie; la laine de vigogne la plus belle provenait d'Espagne. Les chapeliers faisaient aussi venir de l'étranger des laines plus fines que celles de France; ils tiraient généralement de Hambourg les laines d'agneaux provenant du Danemark, qui sont courtes et frisées, et aussi des laines semblables de la Perse, lesquelles étaient connues sous la dénomination de laine de Carmanie, qui prenaient ce nom de la province de Kerman; ils en tiraient également de l'Allemagne, surtout d'Autriche, et celles-ci étaient appelées, par corruption, laines d'autruche; ils ont même employé les poils de chevreau, de chèvre, de chameau, de chien barbet, de veau, etc., alliés avec la laine.

L'abbé Nollet dit qu'on peut fabriquer des chapeaux demi-fins avec 1/3 de déchets de soie et 2/3 de poils et même moitié soie et moitié poils. Il indique les procédés de fabrication des chapeaux feutrés, procédés qui sont à peu près les mêmes aujourd'hui, quant aux principes et à la succession des opérations manuelles pour obtenir le feutrage solide, etc.

« Le poil de lièvre s'arrache, dit-il, celui de lapin comme celui de castor se coupe; mais auparavant on leur donne une façon, qui tend à leur faire prendre ou à augmenter en eux la qualité feutrante; comme cette préparation n'est pas la même dans toutes les fabriques de chapeaux, et que chacun fait un mystère de la sienne, on l'a appelée *secret*, et l'on dit que le poil est *secrété* quand il l'a reçu. »

« Les chapeaux se foulent avec de l'eau presque bouillante, dans laquelle on a mis une certaine quantité de lie de vin. La chaleur de l'eau bouillante, avec l'alcali, qui est dans la lie de vin, donne lieu à deux effets (feutrage et rétrécis-

1. Il y avait des chapeaux spéciaux pour les nègres de nos colonies, qui se vendaient à 20 sols la pièce; ceux-ci se faisaient en Provence et dans le Languedoc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sement du chapeau), en amollissant le poil et en le gonflant aux dépens de sa longueur. »

L'art de sécréter ou plutôt la composition du nitrate de mercure, désignée sous le nom de secret, en 1765, a été importée d'Angleterre vers 1730 par un Français nommé Mathieu, qui l'ayant apprise à Londres, où il avait travaillé longtemps, vint s'établir à Paris, dans le faubourg Saint-Antoine. Mathieu garda cette composition secrète pendant quelque temps, et il ne la communiqua qu'avec beaucoup de réserve à ses confrères, qui en firent eux-mêmes un secret, qui fut révélé au public, en 1780, par Longuet, comme un moyen de propager et de répandre la chapellerie de poils de lapin et de lièvre, dite de deuxième qualité, pour faire concurrence aux Anglais, qui avaient monopolisé, depuis 1766, le commerce des peaux de castor. Le mot secret a créé celui de sécrétage, expression technique qui indique l'opération ou l'action chimique par laquelle on donne aux poils la propriété de se feutrer plus aisément par le foulage dans l'eau bouillante, additionnée de lie de vin ou d'acide sulfurique.

Il faut donc reconnaître que les Anglais sont les véritables inventeurs du sécrétage des poils par le nitrate de mercure, et nous ne saurions admettre, d'après les opinions hasardées de l'abbé Jaubert et d'autres, « que ce précieux procédé avait passé de chez nous en Angleterre lors de la révocation de l'édit de Nantes, où Mathieu l'avait appris. » Ce fait est invraisemblable, inadmissible en fait, et démenti par les nombreux monuments de l'histoire, voire même par les propres règlements de la communauté des chapeliers, antérieurs à 1685.

Il est hors de doute que, avant cette invention, il n'était pas possible d'employer solidement le poil de lièvre dans la fabrication des chapeaux feutrés. « On doit même avouer avec vérité, dit Guichardière, chapelier en réputation[1], qu'on ne fabrique de bons chapeaux de poils feutrés, en France, que depuis cette importation précieuse. »

« Il est aussi bien prouvé qu'avant cette importation en France, on n'y connaissait pas d'autre substance, pour préparer le bain de foule, que l'acide sulfurique, qui produit plusieurs mauvais effets à la fois, ajoute Guichardière, et sur le feutre et sur la santé des ouvriers, qui respirent des vapeurs mercurielles et en contractent une maladie de tremblement. »

« Environ vers l'année 1750, un philanthrope (un Français), dont le nom s'est perdu, eut l'heureuse idée de substituer, dans la préparation du bain de foule, la lie de vin pressée à l'acide sulfurique. Cette substitution est d'autant plus heureuse qu'elle produit trois bons effets à la fois...; la lie de vin, en dispensant de l'acide sulfurique, préserve les ouvriers de la maladie du tremblement. »

Quant à ce troisième effet indiqué par Guichardière, et qui nous intéresse plus profondément que les deux autres, purement manufacturiers, l'expérience a prouvé, et prouve encore, que les ouvriers, qui sont journellement exposés à l'influence pernicieuse du mercure, contractent à la longue, par l'absorption lente de cette substance toxique, une maladie d'affaiblissement, accompagnée d'autres symptômes diagnostiques de l'affection mercurielle.

Les opérations malsaines du sécrétage, du foulage des poils sécrétés par le nitrate de mercure, ont fixé l'attention de l'Académie des sciences, qui proposa, en 1785, un prix sur les maladies des chapeliers, prix qui a été remporté pas Gosse, de Genève. La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a proposé, en 1810, un prix pour déterminer l'altération qu'éprouvent les poils de la chapelle-

1. Voir sa *Notice sur les perfectionnements les plus importants de la chapellerie, depuis environ un siècle*, 1824. *Annales de l'industrie nationale et étrangère*, par M. de Mauléon, t. XIII, pages 62 et 117; t. XIV, pages 17, 131 et 225.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rie par le sécrétage, et, en 1814, un autre prix relatif au sécrétage des poils sans l'emploi de sels mercuriels; mais ces deux prix n'ont jamais été remportés.

L'emploi de l'acide sulfurique était à peu près complétement abandonné en France, lorsque Chaussier, dans un mémoire inséré dans le premier cahier du *Journal de l'Ecole polytechnique*, (1792, page 160), annonça résolûment que, dans le foulage des chapeaux de poils, il avait substitué avec succès cet acide à l'alcali de la lie de vin. Il disait avec quelque raison « qu'il y avait double économie : 1° en ce que 6 grammes d'acide sulfurique suffisent pour 50 kilogrammes d'eau, et 2° en ce qu'il est inutile d'employer l'eau du bain bouillante, ce qui est moins incommode et moins malsain. »

Cette idée économique et malencontreuse, à notre avis, que Chaptal a préconisée, a été adoptée alors et très-malheureusement, parce qu'elle est nuisible à la qualité et à la beauté des chapeaux de poils noirs. Le bain de foule préparé avec la lie de vin pressée est préférable, plus coûteux, mais il a le grave inconvénient de virer à la fermentation putride, après deux ou trois jours. Pour y remédier, Guichardière a imaginé, en 1816, d'ajouter à la dissolution une décoction de plantes astringentes (écorce de chêne, noix de galle, etc.), qui a la propriété d'être antiputride. A cette époque, les Anglais faisaient mieux de fouler par la dissolution de tartre brut ou de crème de tartre, et les Suédois foulaient encore plus sagement par la potasse et par la vapeur. Aujourd'hui on foule généralement, suivant les pays, dans un bain acidulé par l'acide sulfurique, ou la crème de tartre ou les cendres gravelées, etc.

Sans entrer dans aucun détail sur la fabrication des chapeaux de laine et de poils, nous dirons seulement que les préparations consistent :

1° Dans le choix et le mélange des matières;

2° A sécréter ou à passer les poils à l'eau de composition (nitrate de mercure dilué), dite *eau seconde* des chapeliers, pour les rendre propres au feutrage;

3° A bastir ou bastisser (par corruption), c'est-à-dire à former le chapeau avec des *capades* ou *loguettes* superposées, de laines ou de poils sécrétés, opération qui se fait à la main ou au moyen d'une machine nommée *bastisseuse*;

4° A feutrer et à fouler le chapeau obtenu par le bastissage, soit à la main, soit à l'aide d'une machine appelée *fouleuse*;

5° A mettre le feutre terminé en forme, pour en faire un chapeau;

6° A le teindre;

7° A lui donner l'apprêt;

8° Enfin à le garnir et à l'approprier.

Nous dirons incidemment que Chaussier, que nous avons déjà cité, s'était avisé de substituer, par une sage économie, à la gomme arabique, employée ordinairement avec la colle forte pour apprêter les chapeaux, le mucilage de certaines plantes, tel que celui fourni par la décoction des graines de lin, et cette substitution était réellement heureuse et économique.

Pour faire des chapeaux plus économiques que ceux de castor, dont le prix est très-élevé, Dandrada a employé, en 1792, les déchets de soie, le chanvre préparé à la manière suisse, le tipha latifolia, la saumama de Para, le coton, etc., mêlés dans diverses proportions. Les chapeaux, qui lui ont le mieux réussi, étaient ceux composés de moitié poils de lapin et moitié tipha préparé, ou un tiers de poils de lapin, un tiers de déchets de soie et un tiers de saumama (Duchesne, *Dictionnaire de l'Industrie*).

Parmi les inventeurs recommandables du dernier siècle, nous retrouvons encore l'ingénieux Sarrazin, de Lyon, qui a fait breveter, en 1791, une machine pour carder et mélanger les laines et les poils, machine originale,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui a passé réellement en Angleterre, d'où elle nous est revenue bien perfectionnée, après une quarantaine d'années d'une exploitation fructueuse par nos voisins d'outre Manche, et même par les Américains du Nord.

La machine à couper les poils, inventée en 1810, par Legrand, de Marseille, a éprouvé le même sort et le même succès en Angleterre, où elle a été également perfectionnée et patentée sous le nom de *cutting machine*, laquelle a été importée et brevetée en France, en 1827, par MM. Aschermann et Perrin, puis encore perfectionnée vers la même époque, en France, par Coffin qui a remporté le prix proposé par la Société d'encouragement, en Angleterre, par Baring (1828) et Bell (1830), etc., qui ont pris des patentes seulement dans leurs propres pays, et enfin, vers 1840, par M. de Clermont, de Paris, dont les procédés non brevetés sont exploités en Angleterre, en France et ailleurs.

Perfectionnements du bastissage et du feutrage.

Il est très-important de citer sommairement quelques documents propres à relever plusieurs erreurs capitales, qui sont perpétuées dans les auteurs. Ceux-ci ont répété, d'après des témoignages erronés, que les anciens avaient connu et mis en œuvre les étoffes feutrées sans tissage. Quelques auteurs recommandables s'appuient sur ce passage de Pline : « *Lanæ et per coarctum vestem faciunt*, » qu'ils ont ainsi traduit :

« On fait avec la seule laine des vêtements de feutre. »

« On fabrique avec des laines feutrées des étoffes propres à faire des vêtements. »

Cependant la véritable traduction littérale est celle-ci : « Les laines même en se resserrant (ou se rétrécissant) font l'étoffe ; » et Pline, en parlant ainsi, fait très-certainement connaître l'étoffe de laine tissée, soumise à l'action du foulon, et feutrée par cette opération, qui resserre les filaments, et en retrécit les dimensions. En effet le foulage des étoffes tissées était pratiqué vulgairement chez les Grecs et les Romains, qui faisaient cette opération en piétinant longtemps ces étoffes humectées d'urine humaine et chaude, etc. ; nous reviendrons plus loin sur ce sujet dans notre Étude sur le blanchissage du linge et des étoffes diverses.

Tout nous porte à croire que c'est par le même procédé antique qu'on a commencé à fabriquer le feutre sans tissage, qui existe, dit-on, chez les Tartares depuis un temps immémorial. Toutefois, cette fabrication, appliquée d'abord au chapeau, n'est pas très-ancienne en Europe ; elle peut remonter, en France, tout au plus à la fin du quatorzième siècle.

Le premier essai d'une étoffe feutrée, sans tissage, pour les vêtements paraît avoir été fait sous le règne de Louis XV, vers 1735, par un nommé Chartrain, chapelier. En 1768, Anthiaume présenta au roi une pièce de drap feutre, en poils de castor, et plus tard, un habit sans couture, fait par le même procédé [1]. A ce feutre de castor, qui était fort cher, ont succédé les draps-feutres en laine, perfectionnés par Troussier, en 1789, et surtout par Véra, en 1790. On peut voir, dans la bibliothèque *Physico-économique* (tome 1er, 1790, p. 366), et dans le *Journal des inventions et découvertes* (tome 1er, 1793, p. 95), l'analyse des procédés de Véra et le résultat des épreuves faites avec les draps-feutres. Monge, dans un mémoire inséré dans le 6e volume des *Annales de chimie*, a décrit la théorie et les effets du feutrage ; il a expliqué le nouveau procédé de fabrication de Véra, qui consiste à carder la laine, à arranger plusieurs cardées ou loquettes séparées,

1. En 1784, une récompense nationale a été accordée à Anthiaume, sur le rapport de Hassenfratz, Berthollet, Pelletier et Parmentier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans aucune préparation étrangère, les unes sur les autres, et à les feutrer par le frottement de roulement, suffisamment prolongé. Véra avait été conduit à cette invention pour remplir les vues de la Société royale d'agriculture de Paris, qui avait proposé, en 1786, pour sujet de l'un de ses prix, la fabrication d'une sorte d'étoffe à l'usage des habitants de la campagne, étoffe qui devait être ferme, solide, peu pénétrable à l'eau et surtout économique.

Il est très-évident que la nouvelle méthode de Véra présente des avantages sur le procédé manuel et connu du feutrage des chapeliers, qui est long et très-difficile à exécuter. Cependant cette méthode toute française, née d'une idée philanthropique, d'un prix proposé par la Société d'agriculture de Paris, n'a été appliquée manufacturièrement et très-timidement, en France, qu'en 1844 ou 1845, après avoir reçu en Angleterre les perfectionnements mécaniques et indispensables.

En 1839, les journaux de Londres signalèrent, à peu près à la même époque, deux grandes inventions dans l'industrie (nous répétons les propres expressions d'un journal français (1841). « John Jackson avait appliqué le feutrage mécanique à la fabrication des chapeaux et Robinson Williams venait d'opérer sa grande révolution dans l'industrie drapière, en substituant le feutrage au filage et au tissage des étoffes de laine.

« Les résultats satisfaisants de cette grande découverte furent immédiats. Ce fut un cri de joie et de reconnaissance dans les classes pauvres ; l'usage du drap, que le nouveau mode de fabrication permettait de vendre à un rabais considérable, prit une extension que, jusque-là, restreignait la cherté des étoffes produites par les anciens procédés. Le peuple adopta le drap-feutre pour vêtement, et le nom de Williams devint un des noms les plus populaires de la Grande-Bretagne. Les capitaux ne manquèrent pas à l'industrie nouvelle. » (*Moniteur industriel*, 1841.)

S'il faut en croire un journal belge, le véritable inventeur du drap-feutre est un Italien. Voici ce qu'il nous apprend à ce sujet :

« Sébastien Botturi, de Brescia, officier du génie, présenta en 1830, à l'Institut impérial de Milan, des souliers, des bottes, des gants, des habits de feutre sans couture et doublés de même. Un an plus tard, il obtint à l'exposition de Venise, le 30 septembre 1831, la médaille d'argent pour des habits de feutre. Le 28 février 1832, il reçut une lettre de remercîments de la reine d'Angleterre pour une paire de brodequins feutrés qu'il lui avait adressée : il possède en outre un certificat, en date du 22 février 1837, par lequel la Société *For the protection of life from the fire*, déclare, par l'organe de William Spring, qu'elle a conçu une opinion très-favorable de ses habits de feutre incombustibles. »

« Il avait déjà déposé au ministère de la guerre de France des vêtements et cuirasses à l'abri de la balle ; une lettre du ministre lui propose un local, des machines et de l'argent pour établir sa fabrication. Depuis, il abandonna la fabrication de ces spécialités pour celle du drap sans filer, ni tisser. Il réussit parfaitement.... Il finit par se laisser prendre son secret qui fut vendu, en Angleterre, à l'avocat Duncan par de prétendus Américains, et une fabrique fut établie à Leeds, où elle marchait passablement. Mais un dernier perfectionnement pour l'égale confection de la nappe leur avait échappé. Botturi se le laissa encore prendre, à Bruxelles, où il était parvenu à fonder un établissement avec des millionnaires de Paris et de Londres. » (*Journal du Commerce*, Paris, 21 janvier 1841.)

Nous ne contestons pas la véracité des faits reproduits dans le *Journal du Commerce*, mais, dans tous les cas, les prétendues inventions de Botturi ne sont que les copies ou les rénovations des inventions antérieures de nos compatriotes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Chartrain, Anthiaume, Troussier et surtout de Véra. Le rapport, fait à la Société d'agriculture de Paris (1790), par Tillet, Cadet de Vaux et Demarest, fournit un éclatant témoignage sur les caractères originaux des procédés et des produits de ce dernier.

« L'un de nous, disent les commissaires nommés par la Société d'agriculture, qui a été à portée de suivre les divers degrés de perfection que le sieur Véra est parvenu, depuis 4 ou 5 mois, à donner à ses essais, ne peut douter et des obstacles qu'il a eu à vaincre, et de l'efficacité des moyens qu'il s'est procurés en dernier lieu. Ces progrès se sont annoncés sur trois qualités infiniment précieuses dans ce genre de travail. D'abord, l'égalité dans l'épaisseur des étoffes s'est établie, à mesure que les endroits faibles et clairs, occasionnés par les soudures mal faites des capades, ont diminué et disparu. En second lieu, les coupons ont été allongés, de manière à faire croire qu'ils pourront acquérir une étendue indéfinie, soit en longueur, soit en largeur. Enfin la force des étoffes a été augmentée sans nuire à leur souplesse, en même raison que l'égalité du tissu s'est établie. »

Assurément les Anglais Williams et Jackson n'ont fait que réaliser et perfectionner mécaniquement, en 1838 ou 1839, les procédés originaux de Véra, dont personne, avant nous, n'avait cité le nom et les précieuses découvertes. Les machines anglaises ont été importées en France par M. Vouillon, qui a pris, en 1840, deux brevets successifs, qui ont été cédés, en 1841, à MM. Depouilly, Gonin et Ce, et exploités par eux, pendant un certain temps, à Suresnes, près Paris. Depuis, vers 1845, le feutrage mécanique a été appliqué à la chapellerie de laine par M. Durtz-Wild, manufacturier à Choisy-le-Roi.

La plus ancienne machine ou bastisseuse, propre à la chapellerie feutrée, est due à Williams, d'après l'auteur de l'article Chapeaux, inséré dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures*. « C'est une véritable machine à carder, dit l'auteur, dans laquelle chaque loquette doit servir à la fabrication d'un feutre. » On foule ensuite ce feutre à la main, pour lui donner plus de corps; et on le termine comme à l'ordinaire. » Le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale* (1831, p. 349), renferme la description et le dessin d'une machine analogue, brevetée, en 1828, aux États-Unis, en Angleterre et en France, par Canning Moore, Américain.

Le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* (1845-1846), complète toute la partie mécanique des opérations, en donnant la description des appareils suivants :

1° Machine de Carey, pour recouvrir les feutres grossiers d'un feutre plus fin de castor;

2° Machines de Bussum et Williams Hodge, pour accélérer l'opération de la teinture;

3° Machine de Otterenshaw, pour donner le coup de fer aux chapeaux.

Les machines anglaises n'étaient pas encore appliquées en France à l'époque de la publication de l'article Chapeaux dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* (1845), article qui a ouvert très-certainement la voie aux perfectionnements mécaniques de la chapellerie française, et nous affirmons le fait constaté par notre propre expérience.

Au surplus, pour lever les doutes et les incertitudes, nous transcrivons la nomenclature de tous les objets relatifs à la fabrication des chapeaux de feutre, et brevetés, en France, jusqu'en 1845.

Procédé d'extraction du jarre des peaux, dont le duvet seul doit servir à la fabrication des chapeaux, par Malartre, 1818.

Machine propre à arçonner les poils et bastisser les chapeaux d'homme, par Pellicat et Baudot, 1826.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machine pour éjarrer les poils au moyen d'un courant d'air, qui sépare les gros des fins, par Aschermann et Perrin 1827.

Machine et appareils pour donner l'apprêt, par Milleroux et Jackson, 1828.

Foule mécanique à chaud par Château-Neuf et Grand-Boulogne, 1828.

Nouveau mode de confection des coiffes intérieures par Deslome, 1840.

Machine pour nettoyer et donner de l'éclat aux chapeaux, par Mottet, 1840.

Machine, dite *tournurière* pour donner la tournure aux chapeaux, par Raymond, 1842.

Appareil propre à fabriquer les coiffes intérieures des chapeaux d'homme et de femme, par Evrard, Asselin jeune et Wilson, 1841.

Machine propre à donner la tournure et le fini aux bords des chapeaux d'homme, importée par Demont-Rond et perfectionnée par Chenard, 1844-1845.

Forme mécanique, par Spiquel, 1844.

Autre machine analogue, dite *tournurière mathématique graduée*, par Dellezigne, 1845.

Presse tournière, par Lapennière, 1845.

Sécrétage et feutrage des chapeaux, sans employer le nitrate de mercure, par Chabrol et Ce.

Procédé qui permet de mettre mécaniquement en tournure les chapeaux à l'aide de l'air comprimé en variant les formes, suivant les exigences de la mode, par Laville et Poumaroux, 1845.

A cette nomenclature il faut ajouter la tournière de Rubay-Dion, de Tournay, (1845-1846), sur laquelle l'auteur s'exprime ainsi [1] : « Après avoir multiplié mes essais, tenté différents modes de chauffage, je reconnus :

« 1° Que la chaleur produite par la vapeur ou par l'eau chaude convenait mieux que tout autre à l'apprêt imperméable ;

« 2° Que pour conserver au chapeau tout son éclat, il faut le préserver de tout contact avec l'eau, de toute humidité.

« En conséquence, je construisis mes tournurières fermées hermétiquement par dessus, tandis que l'eau ou la vapeur s'introduisait dessous, chauffait à l'intérieur, j'évitai par là toute espèce de piqures d'apprêt et de grignes ; il me restait à imaginer des tournurières, qui puissent satisfaire à toutes les exigences de la mode, sans pourtant les multiplier à l'infini. Je parvins à construire une tournurière omnibus pouvant servir aux chapeaux de toutes dimensions et de toutes formes. »

Il était utile d'entrer dans tous ces détails, qui nous dispensent de décrire les machines et procédés analogues et dont certains exposants se proclament hautement, *proprio motu*, les inventeurs, perfectionneurs, importateurs ou concessionnaires brevetés, depuis 1846 et même plus récemment.

Objets accessoires de la chapellerie.

Instrument dit *jayotipe*, propre à prendre la mesure de la tête, et à constater son mode de conformation, breveté par Jay, de Paris, en 1842 et 1843. Autre appareil, dit *conformateur*, par Allié aîné, 1843-1844.

Chapeaux en tissus divers, brevetés en France.

Procédé de fabrication des chapeaux de peluche de soie, par John Wilcox, à Bordeaux, 1803. Nous consacrerons ci-après un chapitre spécial à ce genre de fabrication, dont la vulgarisation est due à M. Laville, chapelier, à Paris.

1. *Moniteur industriel*, 1847.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chapeaux en tissus de coton et de toutes autres étoffes, par Guzy, 1816; en soie veloutée, par Dunnage et Marschall, 1817; en lacets de coton, par Thibault, 1817; en cachemire, mérinos, etc., par Milcent-Scherenkenbick, 1820; en soie-feutre, par Drulhon et Miergue, 1821; en baleine et trame en soie, coton, ou autre matière filamenteuse, par Bernardière, 1822; en peluche de soie ou de coton, par Achard et Audet, 1823; en tissu dit *mexico-français*, par Vincart, 1826; élastiques, par Dufour, 1828; velouteux imperméables, par Delmas, en tissu gaze pour chapeaux de dames, par Périllat, 1840; en passementerie, par Morel, 1845, etc., etc.

Chapeaux de peluche de soie.

Nous avons lu, dans un rapport fait, en 1824, à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, « qu'on avait fait depuis longtemps des chapeaux en feutre et même en castor, couverts de peluche de soie; — que les Espagnols sont également dans l'usage de couvrir de vieux chapeaux de feutre avec la même étoffe, — et que les Anglais ont aussi fabriqué de pareils chapeaux, dont l'intérieur était en castor. »

« C'est vers 1760, dit un autre auteur, que Florence fabriqua les premiers chapeaux de soie. »

Nous admettons tous ces témoignages comme très-véridiques, quoiqu'ils ne soient appuyés d'aucun texte imprimé, constatant les dates et les procédés de fabrication; et ces témoignages prouvent encore et irrévocablement que John Wilcox, Anglais, domicilié à Bordeaux, est le véritable inventeur, breveté en 1803 pour les procédés manufacturiers dont se servent aujourd'hui tous les fabricants de chapeaux de peluche, dits chapeaux de soie. Voici un extrait de la description jointe à son brevet :

« Le corps ou le feutre de mes chapeaux est composé de deux étoffes d'une force suffisante : l'une en toile de coton et l'autre en gros velours, connu sous le nom de panne ou peluche. Je coupe les bandes de toile de coton d'une largeur de 6 pouces environ, suivant que je veux donner plus ou moins d'élévation à mon chapeau, et d'une longueur relative. Je réunis les deux bouts de ces bandes par une couture juste et serrée, et je fais ajuster dans la partie supérieure un morceau de même toile, d'un diamètre égale à celui de mes formes.

« Je fais des formes de peluche de la même manière, ayant soin de former les coutures du côté du tissu placé en dedans. Mes formes ainsi disposées, j'enduis extérieurement celle de coton et intérieurement celle de peluche, c'est-à-dire du côté du tissu, d'une colle composée, moitié de colle ordinaire et moitié de colle de Flandre.

L'auteur dit qu'il superpose et colle alors une forme de peluche de soie sur la forme de toile de coton, et il ajoute :

« Les bords du chapeau se font des mêmes étoffes et à peu près de la même manière, avec cette différence seulement que la toile de coton est recouverte des deux côtés de panne, qu'on y fixe fortement par l'encollage et au moyen d'une presse.....

« Pour faire des chapeaux très-légers, j'emploie, au lieu de toile de coton, un tissu formé de filaments déliés de bois.

« On voit que, d'après mes procédés, les soies, qui garnissent le chapeau, ne peuvent être que solidement attachées et également réparties sur toute sa surface, puisqu'elles font partie des tissus même qui composent le corps du chapeau. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La mode, en 1803, ayant adopté exclusivement les chapeaux de feutre en poils ras, qui persistèrent longtemps, le procédé de Wilcox resta ignoré et improductif jusqu'à l'exposition nationale de 1823, où un simple marchand chapelier de Paris exposa, pour la première fois, des chapeaux de peluche de soie, dont il se disait effrontément l'inventeur et le fabricant. Cette exposition donna l'éveil aux fabricants de peluche de soie, qui commencèrent seulement à perfectionner leurs produits pour les rendre utilement applicables à la chapellerie.

Deux Lyonnais, Achard aîné et Audet, ont même pris un brevet d'importation et de perfectionnement, le 10 juillet 1823, « pour la fabrication de chapeaux d'homme et de capotes de femme en peluche de soie ou de coton, montés sur des carcasses faites en diverses substances imperméables ou non imperméables. »

Le 8 juillet 1824, Bard et Bernard, de Paris, ont pris un autre brevet, « pour un chapeau en bois, recouvert de peluche de soie, dit *antifeutre*, et qui a été l'objet d'un rapport favorable fait à la Société d'encouragement[1]. La carcasse intérieure de ce chapeau est formée de bandes de bois de hêtre ou de tilleul, très-minces et liées par des morceaux de soie collés de chaque côté; la colle est composée d'huile de lin cuite et de blanc de céruse, et indiquée par les inventeurs pour rendre les chapeaux imperméables et plus solides.

« Pour donner la dernière main-d'œuvre à son chapeau, ajoute le rapport, M. Bernard passe sur la peluche une brosse enduite d'un apprêt, de telle sorte que chaque fil de soie se trouve entouré d'une espèce de vernis, qui ne permet pas à l'eau de l'atteindre, et cependant la poussière n'adhère pas à ces fils. Cet apprêt nous paraît aussi avoir la propriété d'empêcher le contact de l'air et, par conséquent, la détérioration de la couleur. »

Malheureusement, les avantages que nous venons de signaler n'existent même pas dans les chapeaux les plus perfectionnés, dont nous nous servons aujourd'hui. Il serait cependant très-important de les obtenir, et le problème ne nous semble pas difficile à résoudre, en partie, par quiconque possède quelques notions de la chimie, des vernis et des apprêts industriels.

Après l'obtention des perfectionnements les plus importants de la peluche, dus à MM. Plataret (1840) et Martin (1854), mais devancés et surpassés longtemps par deux ou trois fabricants anglais et prussiens, les chapeliers ont concentré toute leur attention et toutes leurs recherches sur le perfectionnement de la carcasse intérieure du chapeau, appelée vulgairement *galette*, de son apprêt collant et imperméable. Des brevets nombreux ont été obtenus très-souvent pour les mêmes objets, parmi lesquels on peut distinguer et signaler seulement, après l'invention de Wilcox, l'application primordiale de la galette sans couture, dont la forme est en toile ou d'un autre tissu et le bord en feutre, brevetée en 1824, par Wansbroug; en un mot, toutes les autres galettes, soit en papier, soit en tissus divers (toile, coton croisé, molleton, mousseline, gaze, etc.), brevetées, par Benoît (1835), Guignet (1839), Boucher (1840), etc., etc., ne sont que des rhabillages de l'invention originale de Wilcox.

Le meilleur apprêt collant est encore celui de gomme laque, dissoute dans l'alcool, dont la première idée appartient à un chapelier de Londres, d'où il a été importé en France vers 1832, dit-on, par un réfugié polonais.

Quant aux prétendus apprêts imperméables au moyen des huiles grasses, du caoutchouc liquéfié, des baumes, des gommes résines, des bitumes naturels ou factices, etc., brevetés, par Collette et Bonjour (1812), Bernard (1824), Jacquot et

1. Voir *Bull. de la Société d'Encouragement*, 1824, t. XXIII, p. 360.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Geet (1825), Mayrant (1833), Giverne (1838), Pillard, Deharbes (1839), Delmas (1840), Gallay (1842), etc., l'expérience prolongée a démontré leur inefficacité absolue pour empêcher les fâcheux effets de la transpiration cutanée, qui subsistent toujours, quoiqu'il soit possible de les amoindrir par l'emploi d'une bande d'étain ou de toile cirée, ou de tissu de soie caoutchouté, placée et bien collée tout à la fois sur le pourtour intérieur, l'angle et le bord inférieur de la galette du chapeau.

Chapeaux de soie sans galette et à garniture intérieure adhérente.

M. Loiseau, mécanicien à Paris, a pris, en 1843, un brevet d'invention pour cette variété de chapeau très-léger, mais assurément beaucoup moins ferme et moins résistant au choc que celui monté sur une carcasse en feutre ou en tissu, apprêtée à la gomme laque. Pour donner de la fermeté au chapeau, l'inventeur applique dans son intérieur, sur l'envers même du tissu, un apprêt spécial, non indiqué; et pour augmenter encore cette fermeté, il colle parfaitement contre le tissu apprêté la garniture ou coiffe intérieure, ayant la même forme que le cylindre du chapeau. En 1861, M. Laville a fait breveter utilement le mode de faire adhérer la garniture ou coiffe intérieure contre la galette, apprêtée par la gomme laque, avant de la revêtir de la peluche de soie.

Chapeaux en feutre mi-poil, dits demi-castor, et imitations.

Anciennement le feutre demi-castor était fait avec de la laine de vigogne commune, des poils de lièvre, de lapin et de castor; ce dernier destiné à servir de dorure au mélange des trois autres matières, c'est-à-dire à être mis par dessus.

Les chapeliers anglais, pour économiser les poils de lièvre et de lapin, se sont ingénié, vers l'année 1824 ou 1825, à faire le corps du chapeau en laine pure, lequel, après avoir été foulé et après avoir reçu la forme convenable, est apprêté et rendu imperméable au moyen d'un enduit de gomme laque, mélangée avec du vernis gras au copal, ou, par économie, de la térébenthine de Venise; cet enduit est coloré avec du noir d'ivoire. — L'apprêt étant ramolli et rendu agglutinatif par l'action de la vapeur emprisonnée dans un appareil, le chapeau est recouvert d'une couche de poils de castor ou de lièvre, suivant la manière de faire le papier velouté; ensuite le chapeau est teint à froid. — Pour obtenir le feutre en laine, on prend et superpose plusieurs couches de laine cardée, qu'on travaille ou bastit à la main, et qu'on feutre ensuite par les procédés vulgaires. On supplée aujourd'hui, dans les grandes fabriques de chapellerie, à Paris, Bordeaux, Aix, etc., au travail manuel du bastissage par des machines plus ou moins perfectionnées, d'après celles de Moore, Américain (1827), et des Anglais que nous avons cités précédemment.

Pour faire les chapeaux communs, dits imitations de feutre à poils ras, on emploie des corps ou galettes en carton ou en tissus de coton, teints, apprêtés et recouverts de laine tontisse et noire; ces chapeaux trompeurs, brevetés à plusieurs reprises, depuis 1840, et qui sont aujourd'hui très-communs en France, principalement ceux avec une calotte demi-sphérique et un bord étroit, ont fait la fortune, en moins de quinze ans, de deux fabricants que nous connaissons personnellement, tandis que, à côté de ceux-ci, d'honnêtes fabricants de véritables chapeaux de feutre et de soie végètent pauvrement, depuis vingt et vingt-cinq ans d'un labeur incessant et opiniâtre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelles machines à bastir et à fouler depuis 1845.

Les visiteurs de l'Exposition, les plus attentifs et les plus curieux de choses nouvelles et utiles, ont admiré avec la plus grande surprise les ingénieuses machines de la chapellerie feutrée, qui fonctionnaient dans la grande galerie des machines (classe 65, section française). Nous disons l'admiration et la surprise des visiteurs, qui ont assisté à la fabrication complète d'un chapeau de feutre souple, accomplie dans l'espace d'environ une heure. « Ce phénomène industriel, » suivant l'expression pittoresque des curieux, a été très-spirituellement et très-exactement décrit dans l'*Album de l'Exposition illustrée*, p. 217, par un jeune auteur, M. Jacques, auquel nous laissons la parole.

« On pèse avec soin la quantité de poils de lapin qui doit entrer dans le chapeau qu'on veut construire. Ce poids est de 110 grammes.

« Le poil est conduit, par un tube incliné, vers un cône de cuivre, percé de petits trous, que les cuisinières en visite prennent ordinairement pour une passoire.... Provisoirement, ce cône tourne avec une extrême rapidité et communique avec une machine aspirante, qui fait dans son intérieur un vide très-incomplet, mais qui suffit à attirer les poils, qui se disposent les uns sur les autres, et finissent par couvrir le cône d'une espèce de tapis. Pour arriver à ce résultat et obtenir une épaisseur égale, le cône s'élève et s'abaisse au devant du tube, qui dirige les poils qui doivent l'entourer. Quand ils sont tous employés, on les couvre d'une toile mouillée et d'un cône excentrique qui s'applique au premier ; après quoi l'on plonge le tout dans une cuve chaude. Cela suffit à lier les poils qu'on dégage aussitôt de leur moule et qui se présentent sous la forme d'un tissu, dont les éléments sont enchevêtrés. Mais cette liaison, naturellement, n'est pas suffisante, et pour lui donner plus de consistance, on fait sécher le feutre sur des plaques de fer chaud, dans une étuve qui lui enlève son humidité.

« Bien que ce travail ait augmenté la cohésion des poils feutrés, ils ne sont pas encore condensés, et pour leur donner une bonne tenue, il faut les fouler. Ce foulage s'exécute au moyen de presses mécaniques et de rouleaux, qui, en quelques minutes, donnent au tissu une solidité remarquable, sans lui ôter sa flexibilité. Par une disposition spéciale de ces presses, le feutre, pendant l'opération, ne s'étend pas, mais se ramasse, se rétrécit, se retire sur lui-même et se réduit à la moitié environ de sa dimension première.....

« Le tissu de poils forme une espèce de galette consistante, qu'on trempe dans l'eau chaude, pour la manier plus facilement. Il se ploie avec la plus grande facilité, se courbe, se gonfle et prend la forme de tous les moules sur lesquels on veut l'appliquer. On en fait un chapeau en cinq minutes ; on en ferait aussi bien un cornet, un bassin, un portefeuille. Quand il a reçu la forme voulue, on le sèche, on le frotte pour lui donner du poli, on le passe à la pierre ponce, on le repasse, enfin, avec des fers très-chauds, qui lui donnent un dernier lustre, et le chapeau est fait... Faut-il dire que les chapeaux sont également bordés à la mécanique, c'est-à-dire par une machine à coudre et par de jeunes ouvrières? Ce qu'il y a de certain, c'est que dans l'espace d'une heure on peut commander son chapeau, le voir exécuter et s'en parer glorieusement. »

L'exposant démonstrateur de ce phénomène industriel était M. Haas, membre du jury international (classe 95), bien connu, dans le monde de la chapellerie parisienne, par son ardeur commerciale et par son dévouement, comme membre actif d'une puissante société de patronage, aux classes laborieuses et pauvres appartenant à la religion juive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais M. Haas, pour compléter véridiquement son exposition démonstrative et méritoire, aurait dû citer et proclamer hautement les noms des véritables inventeurs et constructeurs des machines à bastir et à feutrer, qu'il avait exposées en son propre nom, et que tout le monde se plaisait à admirer et à louanger à outrance. C'est assurément un oubli regrettable, et que nous allons réparer.

Il paraîtrait, d'après le dire d'un savant académicien, qu'un Français se serait servi anciennement du vide pour faire des fils de laine propre au tissage ; sans doute M. Mierre a présenté à l'Académie des sciences, en 1854, un nouveau procédé de filature, dans lequel il fait intervenir le vide pour faire pénétrer et adhérer différentes substances dans les fibres à filer; mais son procédé est postérieur de plus de sept années à la machine à bastir au moyen du vide, patentée en Amérique, en 1847, et en France, le 26 février 1850, par MM. Burr et Taylor, Américains.

Cette machine américaine a été expérimentée, pendant près de deux années, à Grenelle-Paris, rue Fondary, nº 41, par M. Laville, très-habile fabricant de chapeaux, à Paris, qui l'a perfectionnée sensiblement et qui a fait breveter, à son tour, en 1852, une autre machine à feutrer, qui est le complément nécessaire de la bastisseuse américaine, dont l'exploitation privative a été cédée par les inventeurs, en 1854, à M. Toscan, fabricant de chapeaux de feutre, à Bordeaux. A l'Exposition universelle de 1855, toutes les machines de M. Laville, récemment perfectionnées par lui, fonctionnaient utilement dans la galerie annexée au Palais. En 1856, M. Laville a encore pris un nouveau brevet pour des perfectionnements apportés à la machine à bastir, et, en 1858, un certificat d'addition à son brevet de 1852, etc., etc...

Toutes les inventions et perfectionnements de M. Laville ont été reconnus et exploités, depuis 1855, par M. Toscan, cessionnaire partiel du brevet de M. Laville, qui avait acquis de ce dernier, par réciprocité, le droit de se servir de la machine à bastir de MM. Burr et Taylor, dont le brevet est expiré depuis 1861.

Malgré tous ces témoignages officiels et publics, M. Laville n'a pas été assez heureux pour obtenir la croix de la Légion d'honneur, qui a été accordée à M. Haas, simple exposant et démonstrateur du système américain et des machines construites par M. Coq, mécanicien à Aix.

Sic transit gloria mundi.

Chapeaux mécaniques.

Cette espèce de chapeau, qui est très-utile et très-commode, surtout en voyage et dans les grandes réunions, présente encore des avantages certains et estimables, comme coiffure journalière et habituelle, parce qu'elle est solide, durable, hygiénique et à bon marché. La carcasse mécanique résiste mieux aux chocs et aux pressions que la galette en feutre, en toile ou en carton. Le mérinos, ou autre tissu qui l'enveloppe, permet une libre circulation de l'air et de la transpiration. On vend des chapeaux mécaniques aux prix variables de 6 à 10 francs la pièce, suivant la finesse du mérinos et la richesse de la garniture intérieure. La carcasse mécanique est fabriquée par des mécaniciens spéciaux, et vendue aux chapeliers fabricants au prix de 60 à 75 centimes, selon la nature et la qualité du système ou des ressorts qui entrent dans sa composition, dont tous les éléments d'acier (sauf les rivets), au nombre d'environ 90 pièces distinctes, sont obtenus mécaniquement. Les ouvriers découpeurs ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préparateurs des matières premières gagnent de 35 à 40 centimes l'heure; et les monteurs, de 50 à 60 centimes, selon leur habileté et leur ancienneté dans l'atelier du mécanicien, dont le bénéfice est de 10 à 15 p. 100. Le bénéfice du chapelier-fabricant est de 15 à 20 p. 100, et celui du marchand en détail, de 25 à 30 p. 100.

Cette industrie est donc très-lucrative pour tous ceux qui l'exercent, ouvriers ou ouvrières, fabricants et marchands de tous les degrés; elle offre également des bénéfices et avantages importants aux consommateurs mêmes, qui peuvent se procurer des chapeaux mécaniques, plus durables que ceux de soie, au prix de 30 p. 100 au-dessous de ces derniers. Nonobstant toutes les qualités incontestables, qui doivent inspirer la confiance et l'estime, le chapeau mécanique n'a pas le don de plaire, de se faire apprécier de tout le monde et, encore moins, de se faire récompenser par le jury international, qui a décerné plusieurs médailles d'or et d'argent aux fabricants de chaussures, de lingeries, de bonneteries, etc. Pourtant le chapeau mécanique, par compensation du dédain actuel, a fait, il y a vingt-cinq ans, la réputation et la fortune de Gibus aîné, son heureux inventeur et très-habile propagateur.

Toutefois nous devons dire, pour rendre hommage à la vérité, que la première mention du chapeau pliant (cylindrique), pour diminuer son volume dans le sens vertical, appartient à Robert Loydt et James Rowbotham, Anglais, qui ont pris une patente en Angleterre, le 19 février 1824, pour diverses carcasses mécaniques, rentrant ou se pliant sur elles-mêmes, et recouvertes d'un tissu.

En 1827, M. Longchamps, de Paris, a construit et vendu des chapeaux plats, à peu de choses près semblables à ceux de Loydt et Rowbotham; mais, tout en accordant aux premiers inventeurs anglais un juste témoignage d'estime, historique bien entendu, de même qu'aux mécanismes drolatiques, brévetés en 1834 par M. Gibus aîné, et en 1837 par MM. Chenard, frères, l'inflexible vérité nous force à déclarer que le premier, le véritable chapeau mécanique, et vendable, n'a été résolu que par M. Gibus aîné, et décrit seulement dans son deuxième brevet d'importation et de perfectionnement, obtenu le 9 décembre 1837, et suivi de deux additions, en date des 7 avril et 27 novembre 1838. La mécanique, qui fait ouvrir et fermer le chapeau, est composée de quatre branches ou leviers combinés, articulés autour d'un point fixe et liés l'un à l'autre au moyen d'un ressort plat, dit de lame de couteau, qui transpose sa puissance tour à tour de droite ou gauche, ou de gauche à droite de l'axe de rotation des branches, soit pour les tenir ouvertes, soit pour les tenir fermées[1].

Le 27 septembre 1840, M. Gibus aîné a obtenu un troisième brevet d'invention de dix ans, pour diverses dispositions mécaniques, applicables à toutes espèces de coiffures, et plus spécialement aux chapeaux militaires et aux chapeaux dits à cornes. On y trouve la description d'une branche, dont le ressort, dit à lame de couteau (deuxième brevet), est remplacé par un ressort plus large et plus court, connu sous le nom de ressort à paillette, et modifié en 1842[2].

Le 25 janvier 1844, M. Duchesne aîné a demandé un brevet d'invention de dix ans pour un système de ressort en hélice et à boudin, remplaçant celui à paillette, de Gibus aîné, lequel ressort est renfermé dans un tube adapté sur la branche inférieure et forme son point d'arrêt, tandis que sa force est exercée

1. En 1838, M. Gibus, jeune, et M. Bordas, son beau-frère, ont pris un brevet pour des mécanismes analogues, mais moins parfaits.

2. Six brevets et certificats d'addition ont été pris, en 1842, par MM. Danvers et Lyon, Biget, Ginet, etc.; en 1843, par M. Dida, successeur de M. Gibus, aîné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'une tige métallique, ayant son point d'attache ou d'arrêt, fixé au talon de la branche supérieure, sensiblement en dehors de l'axe de rotation des deux branches.

Ce dernier brevet a donné lieu à de nombreux procès en contrefaçon, dont plusieurs ont été gagnés par M. Duchesne, qui était parvenu alors à se faire attribuer, par arrêt et par erreur de la justice, l'invention du principe mécanique de l'ouverture et de la fermeture automatiques et instantanées du chapeau, sous l'action d'un même ressort et à l'aide d'une certaine pression de la main, invention déjà brevetée, en 1840, par M. Gibus aîné.

Beaucoup plus tard, vers 1852, lors d'un dernier procès entre M. Duchesne et M. Gibus jeune, frère du véritable inventeur, l'erreur a été reconnue par un heureux hasard, M. Bosquillon, expert commis par la justice, ayant retrouvé, au Conservatoire des arts et métiers, le chapeau modèle que M. Gibus aîné avait joint à l'appui de la demande de son brevet de 1840.

M. Bosquillon fit alors sa déclaration devant les magistrats de la Cour impériale de Paris, qui en reconnurent la sincérité et rendirent un arrêt conforme.

M. Bosquillon a même renouvelé sa déclaration, dans une lettre écrite à M. Tresca, en 1867, lettre qui a été imprimée et produite à la commission impériale de l'Exposition, comme une pièce probante et historique, dans laquelle on lit :

« Je n'hésitai pas, dit M. Bosquillon, à rendre hommage à la vérité trop tardivement connue, et à déclarer que, pour moi, M. Duchesne n'était propriétaire que des formes et de l'agencement des organes décrits dans son brevet, parce qu'il n'était pas l'inventeur du principe, dont on lui attribuait, depuis si longtemps, la propriété. »

Cet incident curieux et triste tout à la fois, qui a fait une grande sensation dans le monde de la chapellerie, n'est pas le seul à signaler à l'attention publique, et nous aurons encore l'occasion, dans le cours de nos études, d'en citer un second, certainement plus déplorable dans ses conséquences. Un exposant verrier de 1867, en s'appropriant un procédé important de verrerie, breveté depuis quinze ans au profit d'un autre, a obtenu la croix de la Légion d'honneur, motivée sur cette importante invention, utile à l'économie industrielle et notamment à l'hygiène des ouvriers verriers.

Il nous sera permis, à titre de document historique et technique, de citer ici, non sans orgueil d'auteur, le brevet que nous avons pris, en 1848, pour divers systèmes de branches articulées, applicables aux chapeaux mécaniques et à d'autres usages, tels que pour la fermeture instantanée d'une porte, etc.; ces systèmes sont fondés sur un nouveau mode d'articulation et de rotation des deux branches symétriques autour d'un axe mobile, faisant en même temps point d'arrêt dans une cavité ménagée sur le périmètre d'un excentrique, formant le talon de l'une des deux branches.

Coiffures militaires.

Le casque à visière, qui sert tout à la fois à couvrir et à garantir la tête des soldats de la grosse cavalerie contre les chocs et les atteintes des armes blanches, remonte aux temps les plus reculés. Les peuples modernes ont modifié, et déformé peut-être, les casques antiques, rendus plus gracieux, en France, à l'époque de la renaissance des arts.

Le bonnet en pelleterie des anciens rois de Perse, qui passa ensuite dans l'armée, portait le nom de kankel, c'est-à-dire boisseau, dont il avait la forme;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est le bonnet à poil ou colback actuel de la cavalerie légère, chez les principaux peuples européens.

L'ancien shako des troupes d'infanterie, en France, dont les vieux soldats du premier empire se parent avec orgueil, dans les grands jours de parades historiques, est aussi la copie d'une coiffure persane, dont la forme élevée provoque aujourd'hui le rire des hommes les plus sérieux, depuis qu'il a été remplacé, après 1848, par le petit shako conique, et enfin par le képi en cuir ou en drap, qui est aussi en usage dans la garde nationale, les lycées et les diverses administrations qui suivent les modes militaires et officielles.

Le *schapska* des lanciers, emprunté aux Polonais modernes, est un véritable casque ou shako carré, qui réunit les deux formes excentriques de l'ancien bonnet carré et de la toque actuelle des magistrats et des professeurs des facultés.

A l'exception de la bombe du casque, en cuivre jaune, acier ou cuir bouilli, selon la différence des corps, qui est obtenue par l'emboutissage mécanique, toutes les coiffures militaires, en général, sont faites à la main, selon les procédés de la chapellerie civile. Les ornements et accessoires des casques, shakos, képis, etc., tels que cimier, plaques, jugulaires, boutons d'applique, etc., sont obtenus par le gaufrage ou l'estampage mécanique.

Le casque en cuir bouilli, en usage en Prusse, en Bavière, etc., et celui en cuivre ou en acier, porté par la garde à cheval de la reine d'Angleterre, méritent une mention particulière à cause de leurs formes gracieuses et vraiment martiales. A l'encontre de ces trois puissances, de la Russie, de l'Autriche, de la Suède, etc., qui ont adopté des coiffures à peu près semblables, le comité de cavalerie et d'infanterie, en France, a fait supprimer le casque en cuir, en usage dans quelques corps d'infanterie au commencement de notre première révolution, etc., etc., parce que sa forme disgracieuse était un objet de dégoût pour le soldat qui le portait.

Il est présumable que ce dégoût ne serait plus le même aujourd'hui, depuis que nos soldats français ont vu et admiré la belle tenue militaire des musiciens étrangers, qui sont venus au concours universel de musique en 1867, et dont la plus grande partie portaient le casque de forme bavaroise ou prussienne.

Quant à la fabrication économique des bonnets à poils et des colbacks, coiffures lourdes, chaudes, incommodes et très-coûteuses, il est très-évident que nos fabricants ne peuvent supporter la concurrence avec les Russes et les Américains du nord, qui leur vendent les pelleteries qui servent à les fabriquer.

Le petit shako ou le képi, dont le fond est en cuir fort, ciré ou verni, et le corps en feutre, rendu imperméable par une dissolution résineuse, et recouvert d'un drap de laine, qui conserve sa couleur, est la coiffure militaire la plus répandue, peut-être préférable à tout autre à cause de sa légèreté et de son bon marché relatif; on peut encore augmenter sa solidité et sa résistance aux chocs, en y ajoutant extérieurement, sur les côtés parallèles, deux petites baleines ou deux ressorts d'acier minces, recouverts d'un cuir ciré ou verni, à la façon des chapeaux des policemen anglais.

Le chapeau à trois cornes, dont presque tous les Français, tant militaires que civils, étaient coiffés, à l'époque de notre première révolution, est encore une coiffure très-incommode et coûteuse, qui nous donne seulement l'avantage de consommer une grande quantité de poils de lapin, dont la France est la plus richement pourvue. Cet avantage, qui est incontestable, devrait nous engager à fabriquer des chapeaux en purs poils de lapin, à peu près aussi bons que ceux en poils de lièvre, d'un aussi beau noir et aussi durables.

Ce conseil n'est pas nouveau, car il a été donné, il y a plus de quarante ans,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour relever la chapellerie française tombée en décadence, par un chapelier émérite, qui disait très-sérieusement qu'on devrait tâcher de faire revivre la mode des anciens chapeaux français. Les chapeaux à corne, à son avis, étaient plus convenables que ceux cylindriques et bas de forme, que les chapeliers anglais ont inventés, d'abord, pour coiffer les domestiques, du moins les jockeys, et qui passèrent ensuite aux maitres de toutes les classes.

Assurément, si l'esprit national devait nous dicter une résolution énergique, un changement de mode radical, utile à nos fabriques de chapellerie, la saine raison et le bon goût ne nous engageraient pas à adopter le chapeau à cornes des gendarmes et des sergents de ville, ni le chapeau retroussé à l'anglaise, ni le chapeau à trois cornes égales ou inégales, que portaient nos grands pères, sous les règnes de Louis XV et de Louis XVI. Ces chapeaux galonnés, décorés de plumes et d'un gland, à gauche ou à droite, sur le devant ou sur le derrière, coiffent aujourd'hui les cochers et les laquais, habillés à l'avenant, des vieilles monarchies et des maisons aristocratiques, anglaises, autrichiennes, espagnoles, portugaises, prussiennes, hollandaises, etc., même de la jeune monarchie brésilienne ; et nous les voyons en France, sans les copier, dans les grandes journées d'apparat et de cérémonies officielles.

D'un autre côté, en dehors de tout esprit national, mais sous prétexte hygiénique et stratégique, on a coiffé nos soldats, du moins quelques régiments (les spahis et les zouaves) qui séjournent en Algérie, d'un fez grec ou d'un turban turc. Pour rendre cette dernière coiffure plus hygiénique, dit-on, on rase complétement la chevelure, que la nature, en bonne mère, a donné à nos pauvres soldats pour garantir leurs têtes contre les chocs et les injures du temps. La chevelure est un véritable casque naturel et défensif, dont les propriétés sont parfaitement reconnues pour amortir les chocs; ces propriétés protectrices et conservatoires de la vie du soldat sont appliquées avec certitude, car on ajoute au cimier même du casque de la grosse cavalerie une crinière de cheval, qui garantit le derrière de la tête et le cou du cavalier contre les coups de sabre.

En réalité, le fez et le turban turcs sont des coiffures anti-hygiéniques, parce qu'elles ne permettent pas une libre circulation de l'air et de la transpiration; elles sont anti-sociales, anti-nationales, anti-martiales..... et condamnables pour toutes les raisons humanitaires que nous venons d'énumérer.

Par une contradiction manifeste, on coupe aux uns leur chevelure, tandis qu'on donne aux autres des bonnets à poils et des shakos en cuir, auxquels on ménage de petites ouvertures circulaires, appelées *ventouses*, destinées à donner tout à la fois une entrée à l'air ambiant et une sortie à la transpiration de la tête.

Qu'il nous soit permis de dire à qui de droit et à qui voudra bien nous entendre, que la chevelure de l'homme, que l'on pourrait appeler une toison ou fourrure capillaire, remplit le même office, sur la tête de l'homme, que la toison sur le corps de l'animal, et qu'elle agit, en outre, comme élément hygiénique à la manière de la flanelle, dite de santé, dont nous expliquerons ailleurs les véritables propriétés et avantages.

Casquettes, calottes, bonnets et képis vulgaires.

La casquette est le diminutif de casque, qui dérive du mot grec *kyné*, peau de chien marin, dont les anciens se couvraient la tête, d'où, par extension, on traduit coiffure de cuir, bonnet, chapeau ou casque de cette matière. La casquette de cuir ou de toute matière est très-certainement la plus répandue en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Europe, dans toutes les classes de la société, surtout en Allemagne et en Belgique. La calotte simple ou à oreilles est généralement en usage parmi les ecclésiastiques de tous les pays civilisés et catholiques. Les anciennes casquettes en feutre, nommées bonnets à l'anglaise, bonnets de poste ou à bateau, bonnets en cabriolet, etc...., à cause de leur forme et de leurs bords retroussés, sont remplacées aujourd'hui par des coiffures similaires en pelleteries, ou en étoffes diverses, qui sont moins coûteuses et plus élégantes. Le petit képi vulgaire, en drap ou autre tissu, n'est, à proprement parler, qu'une casquette sans carcasse intérieure, qui existe généralement dans le képi réglementaire de l'armée et des écoles professionnelles du gouvernement. Le fond rentrant et creux de cette coiffure est très-vicieux, parce qu'il forme mal à propos un récipient de la pluie et de la poussière.

Le bonnet grec ou turc, dit fez ou tarbouche, qui se fait en laine tricotée ou en drap feutré, à Paris, Chatou et Rueil, près Paris, à Orléans, Condom, etc., s'exporte en assez grande quantité dans le levant et les états barbaresques, etc.

Formes et modes des chapeaux d'hommes.

Il n'est pas douteux que les chapeliers ont été obligés, plus d'une fois, de renouveler et de changer les formes sur lesquelles ils montent les chapeaux; mais c'est par leur fait seul, par leur propre initiative et leur caprice volontaire, auquel le public consommateur est demeuré étranger, que tous les changements de modes ont eu lieu en France. Remarquons que cela se passe toujours ainsi, dans toutes les branches de l'industrie, dont les exploitants ont intérêt à changer et à varier les produits, pour en augmenter la vente et la consommation.

Il est donc très-inexact de dire et de répéter les banalités des sermoneurs des modes : « On a voulu d'abord que le dessus du chapeau fût convexe; après cela on a mieux aimé qu'il fût conique; aujourd'hui l'on veut qu'il soit tout à fait plat; les uns demandent que les angles soient arrondis, d'autres qu'ils soient aigus; celui-ci exige les bords larges, celui-là commande le bord étroit, etc., etc. »

Le « On a voulu, » nous le répétons, s'applique uniquement aux fabricants qui font seuls les modes et les changements de formes, et qui condamnent ainsi, *proprio motu*, les modes du jour à n'être plus bonnes le lendemain. C'est au public à ne pas subir, par chaque saison de l'année, le despotisme, l'absurdité et la dépense coûteuse des modes, fantaisies et caprices des chapeliers et des modistes de l'empire français. C'est au consommateur à se tenir en garde contre les tentations et les appâts que l'on met sans cesse sous ses yeux, et voici quelques inconvénients, que nous croyons devoir signaler à son attention.

Chapeau léger et chapeau luisant.

Nous allons transcrire et résumer le propre témoignage d'un honnête et habile marchand chapelier, de Paris :

« Vouloir un chapeau en soie très-léger et le vouloir bon, c'est impossible. Il est vrai qu'on peut faire, avec des matières fines, un chapeau plus léger qu'avec des matières grossières, mais il y a des proportions qu'on ne peut dépasser.

« En chapellerie de feutre seulement, et lorsque l'on ne craint pas d'arriver à un prix élevé, on peut obtenir tout à la fois léger et solide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« C'est pour le luisant que l'on aime le chapeau de soie, et la première chose dont on se plaint, c'est que ce luisant ne dure pas.

« On se plaint avec raison que c'est aux chapeaux les plus luisants qu'il se forme le plus promptement, autour du cordon en contact avec la tête, un bandeau graisseux, dont l'aspect malpropre fait le désespoir du consommateur soigneux et économe.

« Les moyens factices et trompeurs, pour donner le luisant, sont ceux-ci :

« L'expérience de la fabrication des peluches a fait reconnaître que plus la soie est fine, plus elle est difficile à tisser, et plus elle fait de déchet. Comme l'ouvrier est responsable du déchet, et qu'il est constaté que l'huile donne du poids, en même temps qu'elle facilite le travail, l'ouvrier ne se fait faute d'en mettre, contrairement aux ordres du fabricant honnête, sans doute; mais, tout en admettant l'honorabilité du maître, il est certain que toutes ou presque toutes les peluches noires sont plus ou moins imprégnées d'huile.

« Le fabricant de chapeaux, à son tour, a imaginé d'enduire le chapeau avec une composition d'huile et de cire, appelée *gandin;* et, soit pour étendre cet enduit, soit pour lisser extraordinairement son chapeau, il a encore imaginé une machine à friction, nommée *tour,* à laquelle le chapeau est adapté, placé entre deux tampons élastiques, recouverts de panne de laine ou de drap. Là il se polit, en tournant sur lui-même avec une vitesse extrême, en même temps que, par le frottement, l'huile s'incorpore et s'étend également sur toute la surface du chapeau, qui prend un beau luisant.

« Il n'est donc pas étonnant que ce luisant dure peu, que peu de temps après la soie paraisse grise et graisseuse, qu'elle retienne la poussière, et qu'ainsi imprégnée, elle engendre d'elle-même autour du chapeau les premières couches du cercle graisseux, augmenté à la longue par la chaleur, la transpiration et souvent encore par la pommade et le cosmétique que l'on met abondamment dans les cheveux. »

Chapeaux graisseux et imperméables.

Pour empêcher le bandeau graisseux dont nous venons de parler, on a inventé et fait breveter une foule d'apprêts et d'enduits, dits imperméables, hydroléofuges, imbéréoléofuges, aléofuges et autres terminaisons en fuges, etc., et qui sont, en définitive, fugaces et inefficaces; telle est, par exemple, l'inefficacité d'une bande mince d'étain ou de plomb, placée et collée par dessous la garniture en soie, à l'entrée du chapeau et sous son bord.

« Vainement, dit le chapelier expérimentateur et révélateur des imperfections de la chapellerie, on a essayé de coller une bande métallique, la colle se dissout, et cette garniture métallique tombe. Or, pour la faire tenir, on ne coudrait qu'un point indispensable, il s'ensuivrait que le fil, le trou de l'aiguille deviendraient des conducteurs des matières graisseuses.

« Cependant il y a véritablement un apprêt, sorte de verni composé de gomme laque et d'esprit de vin, etc., que l'on applique sur la galette, et qui rend le chapeau impénétrable à la pluie; mais seulement il faut qu'il reste sous l'action unique de l'eau froide. Or, si certains degrés de chaleur viennent à se combiner avec l'eau, cet apprêt se dilate, le chapeau se ramollit et l'eau pénètre, traverse le chapeau. Ainsi, si vous faites chauffer devant le feu ou au soleil ardent un chapeau mouillé; si, par une course à la pluie, vous vous échauffez jusqu'à tomber en sueur brûlante, votre chapeau sera pénétré, déformé; mais en se refroidissant, il reprendra sa dureté et son impénétrabilité, car ce n'est que la chaleur qui le rend perméable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Outre l'apprêt résineux de la galette, tous les chapeaux de soie, quelle qu'en soit la qualité, reçoivent forcément un autre apprêt nommé colle de Gand ou colle de Gant, indispensable pour faire adhérer l'étoffe ou la peluche à la galette; cette colle se dissout facilement par l'action de l'eau abondante, même froide, et passant de suite à la surface de la peluche vient coller les poils les uns aux autres, de telle sorte que quand le chapeau est sec, sa surface n'est qu'une croûte luisante et grisâtre, et il faut alors recourir au chapelier, pour qu'il déglutine les poils. »

Vieux chapeaux de soie refaits.

« Voici comment cela se pratique : On détache la peluche de la carcasse ; on la lave et dégraisse pour en enlever la crasse; on réapprête la carcasse; on replace la peluche en repassant bien, huilant et repolissant avec soin, comme nous l'avons dit précédemment.

« Le seul talent du fabricant, c'est de vendre, ou plutôt de tromper, en vendant ces vieux chapeaux refaits pour des neufs.

« La tromperie est manifeste, et cependant les pauvres ouvriers sont tous les jours dupés et rançonnés par les fabricants, patentés pour cette sorte de vol au chapeau. »

Coiffures de dames appelées modes et parures.

On dit modes au pluriel, pour signifier les parures, coiffures et chapeaux à la mode pour les dames. La marchande de modes, vulgairement appelée modiste, est celle qui confectionne les coiffures.

Autrefois on donnait le nom de coiffeuse à l'ouvrière qui travaillait à faire des coiffures quelconques et à monter les bonnets pour les dames; aujourd'hui on désigne ainsi l'ouvrière dont le métier est d'aller dans les maisons pour y arranger et friser la chevelure du sexe féminin.

En un mot la mode a tellement fait varier les coiffures chez la plupart des peuples européens, principalement en France, qu'il n'est pas possible d'en rapporter tous les changements, tous les noms qu'on leur a donnés, même les noms de celles qui figuraient à l'Exposition.

« Si l'histoire, dit l'abbé Jaubert, remarque comme un excès de luxe et une chose extraordinaire que l'épouse de Marc-Aurèle ait eu trois ou quatre coiffures différentes en dix-neuf ans de règne de cet empereur romain, que dira-t-elle un jour de celles qu'inventa la légèreté de notre goût? Si elle en conservait la mémoire, leur variété fournirait une nomenclature plus étendue qu'intelligible à la postérité. Je suis même persuadé que le Traité contre le luxe des coiffures, qui a été imprimé à Paris, en 1694, est déjà pour bien des femmes un luxe du bon vieux temps, où elles ne comprennent plus rien.

« Une dame au-dessus du commun emploie en coiffe de nuit ce qui fait la parure des bourgeoises pendant le jour; elle se distingue non-seulement par la richesse de ses coiffures, mais encore par son empressement à se conformer à la nouvelle mode, parce qu'il est décidé, par la bizarrerie de nos usages, que telle qui porterait pendant l'été une coiffure qui aurait été à la mode dans le printemps, devrait être regardée comme une provinciale ou comme une étrangère, pour ne rien dire de plus. »

Voilà une vieille revue des modes, en 1766, qui doit paraître nouvelle et pleine de vérités, en 1868, ce qui nous dispense de rien dire de plus neuf et de plus saisissant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, remarquons que le petit chapeau actuel, qui couvre imparfaitement le sommet de la tête, et ressemble beaucoup à l'ancien *réseau à fronde* des femmes grecques, est une simple parure fantaisiste et dérisoire.

Remarquons encore que les chapeaux brevetés en 1853 par Mme Bonnard, de Paris, qui se plient et se réduisent à un petit volume, à la manière des chapeaux Gibus, sont très-commodes pour les voyages et les transports lointains.

Coiffures de cuir et de crin.

L'usage des coiffures en cuir et en pelleterie est très-ancien, ainsi que nous l'avons déjà dit. Le poëte Martial nous a appris qu'il envoya une calotte de cuir à un ami pour garantir sa tête de la pluie. C'est surtout en Russie, chez tous les habitants des pays froids et en Perse, que les coiffures en pelleteries sont généralement portées en toutes saisons.

La calotte de cuir maroquiné est très-répandue en Chine et au Japon parmi les classes moyennes et ouvrières; on en fait de différentes couleurs, ordinairement en noir ou en vert. Les casquettes de cette espèce servent, dans plusieurs pays, aux chasseurs, aux voyageurs et principalement aux cochers. Les chapeaux de cuir verni servent aux mêmes usages surtout aux marins de toutes les grandes puissances maritimes de l'Europe et de l'Amérique; ils ont été très-habilement perfectionnés et propagés, en France, par Lebrec, de Brest, qui s'est fait breveter en 1816.

Les chapeaux de crin, principalement pour dames, qui datent de loin, ont été fort à la mode, à diverses époques, notamment depuis le procédé perfectionné et breveté, en 1822, par M. Pâris.

Chapeaux de pailles diverses, d'écorces de bois, d'osier, de carton ou de tissus imitant la paille, etc.

On distingue deux espèces de chapeaux de pailles et d'écorces. Les fins, qui servent à l'habillement des femmes du monde, et ceux grossiers, qui font la coiffure, pendant plusieurs mois de l'année, des hommes et des femmes des villes et des campagnes, notamment dans les pays étrangers (Italie, Allemagne, Espagne, Angleterre, etc.).

Il vient en France des chapeaux de paille et d'écorce, fabriqués en Italie, en Suisse, en Allemagne, notamment en Souabe et dans la Forêt-Noire; on en fait aussi beaucoup en Angleterre, qui en expédie peu à l'étranger. Les chapeaux anglais sont généralement faits en tresses venant de la Suisse, et cousues les unes sur les autres.

Les chapeaux d'Italie sont faits de nattes non cousues, mais entrelacées, constituant une sorte de cornet suffisamment grand pour former, après la mise en forme et l'apprêt, un chapeau de dame, à larges bords. Ils sont expédiés quelquefois en deux parties distinctes, la coque et le plateau. On en fabrique de semblables en Suisse, où le travail s'exécute à très-bas prix, et occupe les femmes et les enfants, qui gardent les troupeaux dans les plaines ou sur les montagnes. On emploie simultanément pour chacun de 7 à 9 brins de paille de millet ou de seigle.

Les chapeaux d'écorces sont nattés de la même manière que les chapeaux de paille d'Italie avec des filets minces et étroits, détachés de l'arbre encore vert (tilleul, saule, peuplier, etc.).

Cette méthode primitive de fabriquer les chapeaux nattés laissait à désirer une forme plus exacte et un tissu plus uniforme. Un Anglais trouva un moyen perfectionné, vers le commencement du siècle dernier, en imaginant le repassage à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaud du chapeau mouillé, procédé qui en fait disparaître toutes les inégalités : il fit longtemps un secret de son invention, du moins cette invention resta longtemps le monopole des fabricants anglais, qui en firent l'objet d'un commerce lucratif, revendant aux étrangers, à raison de 10 francs, les chapeaux de pailles et d'écorces qu'ils achetaient un franc en Italie et en Suisse.

Un Français parvint, en 1784, à introduire à Paris la méthode anglaise de mettre en forme, d'apprêter les chapeaux, qui ont été perfectionnés par nos compatriotes, depuis environ trente ans, en les soumettant à une forte pression mécanique, lorsqu'ils sont placés sur une forme en cuivre, chauffée par la vapeur. Cependant de vaines tentatives ont été faites, à diverses époques, pour exploiter en France la fabrication des chapeaux de paille nattés à la manière italienne ou suisse. En 1815, Bastier a pris un brevet d'invention pour des procédés de culture, de blanchissage et de tressage de la paille. En 1818, de Bernardière a pris également un brevet pour des procédés de préparation de la paille indigène pour la rendre propre à remplacer celle d'Italie. Ce dernier est aussi l'inventeur, en 1821, des chapeaux d'osier, qui ont été brevetés l'année suivante, par Michon (voir le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, tome 21, page 24). De Bernardière a fondé une fabrique de chapeaux de pailles fines dans un village près d'Alençon.

A Alençon même, en 1834, au moment de la liquidation de cette fabrique, que les actionnaires, presque tous habitants et propriétaires du pays, n'ont pas eu le courage de soutenir, l'auteur de cet article a acheté une vingtaine de produits nattés (chapeaux, calottes, paniers, cabas, pantoufles, etc.), qui ont été acceptés à Paris comme étant d'origine italienne.

Il est incontestable que les pailles de la Toscane, notamment celles de millet et de seigle, récoltées dans les campagnes voisines de Florence, offrent des qualités remarquables de flexibilité, d'élasticité, de résistance, et d'une faible coloration jaune, que les essais de culture et les préparations chimiques n'ont jamais pu donner aux pailles françaises et d'ailleurs, du moins jusqu'à ce jour.

Le blanchiment indispensable des pailles par la fumigation sulfureuse et le lavage dans un bain alcalin de savon et de carbonate de soude (mieux de bi-carbonate de soude) est encore le procédé le plus efficace et le plus répandu.

Mais nous nous demandons s'il est absolument nécessaire de posséder en France des pailles semblables à celles de la Toscane, et que nous pouvons acheter facilement dans le pays, en concurrence avec les Italiens, les Suisses, les Anglais même, qui font des tresses et des chapeaux de paille à l'italienne. En achetant ainsi aux Italiens producteurs les plus belles matières premières, la fabrication des chapeaux fins, soit de paille de riz, qui se décolore à blanc, soit de paille de millet ou de seigle, qui conserve toujours une faible couleur jaunâtre, la fabrication des chapeaux de toutes natures, dits d'Italie, devient plus facile, ce qui a été démontré à l'Exposition par un fabricant français, dont les ouvriers nattaient très-habilement et très-promptement sous les yeux des visiteurs. Ne perdons pas de vue les enseignements de la science économique et de la pratique, qui nous ont appris depuis longtemps « qu'il faut acheter sagement aux étrangers tous les produits nécessaires que la nature de notre sol et de notre climat tempéré ne nous permet pas de récolter. »

Remarquons les progrès et la prospérité des industries françaises, telle que celle du coton, qui achète la matière première aux États-Unis, à l'Égypte, à la Chine même; profitons de cet enseignement séculaire et des efforts de nos devanciers, de nos compatriotes oubliés, dont nous rappellerons ici les utiles travaux et les brevets relatifs aux objets que nous traitons en ce moment, à savoir :

Dessaux, procédé de fabrication d'un papier imitant la paille 1818; Couyère frères, procédé de fabrication des chapeaux, dit de paille blanche ou de riz,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec des filets de bois blanc, 1819 ; Colladon et Haraneder, chapeaux en tresse de bois, faites à la mécanique, 1819; Dupré, procédé de fabrication des chapeaux de paille, imitant ceux d'Italie, avec des pailles cultivées en France, 1822 ; Michon, procédé de fabrication des chapeaux en natte de paille, osier et baleine, sans couture, 1822 ; Blouet, chapeaux de paille, tissus à l'envers sur baguettes d'osier ou de baleine, etc., 1823; mademoiselle Manceau, tissus de soie, imitant la paille d'Italie, 1823 ; Masnyac, chapeaux avec des plumes de volailles, 1824 ; Daninos, chapeaux imitant ceux d'Italie, 1829 ; Charpentier, chapeaux tressés et cousus, 1830; Pernot, pailles de différentes couleurs, collées sur tissus, 1832 ; Bouchet, procédé de fabrication de chapeaux, dits de la Havane, de Manille, du Mexique, 1837 ; Séguin, procédés de blanchiment et d'apprêt des chapeaux de paille et d'écorce, 1840 ; Frappa et Boizard, perfectionnements apportés aux chapeaux de paille en plusieurs pièces, 1842 ; Abt, autres perfectionnements, 1844; Meret, chapeaux en passementerie, 1845 [1]; Martin, cannetilles en papier roulé sur des tresses quelconques, 1847 ; Langenhagen, procédés de fabrication des chapeaux de paille tressée sans couture, 1847-1848 ; madame Lebrun, ondulage et guillochage sur champ des tresses de paille par des procédés mécaniques, 1850 ; Ludi, appareil pour apprêter particulièrement les chapeaux de dames et d'enfants, 1852; Celle, tresses cousues par superposition, 1856; Erhard, machines à apprêter, 1857-1858, etc.

Distinguons particulièrement les efforts persévérants de MM. Langenhagen frères et Hepp, de Strasbourg, brevetés en 1856 et 1858, pour divers systèmes de nattage et de tissage de chapeaux de palmier, dits de latanier, imitant ceux qui viennent du Brésil, de la république de l'Equateur, du Mexique, etc., connus sous le nom de Panamas, et rivalisant de souplesse et de solidité avec ces derniers, qui sont vendus à un prix plus élevé par le chapelier détaillant, eu égard aux bénéfices exagérés, prélevés par les divers intermédiaires, étrangers et régnicoles; ces habiles fabricants ne font aucun mystère de leurs procédés, car ils ont fait fabriquer, pendant toute la durée de l'Exposition (classe 95) des chapeaux de paille, dits panamas, chinés ou jaspés, des chapeaux en feuilles de palmier, des chapeaux blancs, de la même matière, des chapeaux de baleines, etc. Ce bon exemple, plein de désintéressement et de persuasion, suffit pour lever tous les doutes et toutes les appréhensions concernant la fabrication des chapeaux de paille ou de filaments végétaux.

Importance de la chapellerie, des modes et parures pour dames.

Nous avons lu, dans une statistique semi-officielle de 1852, que la chapellerie proprement dite, c'est-à-dire l'industrie qui consiste à fabriquer et garnir les chapeaux d'homme, à faire les galettes et les carcasses mécaniques, et à remettre à neuf les vieux chapeaux, était exploitée à Paris par 650 patrons environ, occupant près de 5,000 ouvriers....., qu'on fabriquait chaque année, à Paris, pour 8 millions de francs en casquettes confectionnées par 4,000 femmes, qui gagnent un salaire de 1 fr. 50 par jour; « que la fabrication des casquettes, des visières et de la maroquinerie nécessaire à la confection des chapeaux, emploie 300 ouvriers et 400 ouvrières, et donne lieu chaque année à un mouvement d'affaires évalué à 2 millions et demi de francs environ....; que l'opération, qui consiste à préparer les peaux de lièvre et de lapin, à en arracher les poils que l'on trie, et

1. A l'exposition nationale de 1844, M. Fleschelle, de Paris, avait exposé des chapeaux en guipure de soie, en paille imitant la guipure, en paille et guipure de soie mélangées, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on tond ensuite pour les livrer aux fabricants de chapeaux de feutre, produit aussi plus de 2 millions et demi de francs chaque année, etc. »

Ces données sont insuffisantes, mais instructives, et nous les compléterons sommairement.

La statistique abrégée, insérée dans le catalogue officiel de l'Exposition (première partie, classe 35, section française, p. 76), contient des renseignements généraux et vraisemblables.

Il y est dit : « La France fournit à elle seule à la chapellerie plus de 70 millions de peaux de lièvre et de lapin [1], et en exporte environ 35 millions. Le prix moyen des peaux de lapin est de 40 francs les 104 peaux; les peaux de lièvre valent à peu près un tiers en sus.

« Les produits de la chapellerie française s'exportent pour ainsi dire dans tous les pays du monde. Cette vente se fait par l'intermédiaire des commissionnaires exportateurs. Les prix des chapeaux sont excessivement variés ; il s'en vend de 3 à 4 francs (en laine) jusqu'à 25 à 30 francs la pièce (en pur castor très-rare). Les chapeaux dits mécaniques s'exportent particulièrement en quantité assez considérable.

« Le chiffre de la production de la chapellerie proprement dite, sans y comprendre la fabrication des autres coiffures, peut s'élever à près de 24 millions, sur lesquels il s'exporte pour 10 millions de chapeaux de feutre et pour 2 millions environ de chapeaux de soie...

« La plupart des produits de nos fabricants de casquettes se vendent à l'intérieur ; l'exportation de leur article atteint cependant un certain chiffre ; ils expédient principalement en Amérique, en Espagne, en Portugal, en Hollande, en Italie.

« La fabrication des casquettes donne lieu à un chiffre d'affaires de 20 millions de francs environ, dont une partie avec l'exportation.

« Le képi.... fournit un aliment considérable à l'industrie des coiffures d'homme.....

« Les fez ou bonnets grecs s'exportent en assez grande quantité.

« La production annuelle des coiffures de femmes (modes et parures) est difficile à préciser, mais son chiffre est assez considérable ; ainsi le total des affaires des modistes de Paris seulement est estimé à plus de 20 millions ; l'exportation de ces articles peut s'élever à environ 2 millions. Paris envoie des articles de modes principalement en Amérique, en Angleterre, en Espagne, en Belgique, en Hollande, en Allemagne, dans les colonies françaises et anglaises, ainsi qu'en Russie.

« La plus grande partie des plumes de parures (celles-ci viennent presque exclusivement de l'étranger), s'exporte [2] par l'intermédiaire des commissionnaires, en Amérique, et dans nos colonies. Paris vend également des plumes de parure aux principales modistes de l'Europe. La production annuelle des fabricants de plumes de parures peut s'élever à 10 millions de francs, sur lesquels l'exportation entre environ pour 8 millions. »

En réfléchissant un peu et calculant raisonnablement la consommation annuelle et présumée de la chapellerie française (chapeaux, casquettes et képis),

1. La France emploie aussi des peaux de lièvre venant de l'Allemagne et de la Russie, des peaux de castor, d'ourson, de rat musqué, qui viennent du Canada, et de rat gondin, qui se tirent du centre de l'Amérique du Sud.

2. La plus grande partie des plumes de parure se réexportent, après avoir été blanchies ou teintes et apprêtées à Paris, qui a eu jusqu'à présent une supériorité incontestable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'après le dénombrement probable de la population, qui porte journellement ces coiffures, population évaluée approximativement à 12 millions d'individus (hommes, enfants, militaires et agents publics), on trouve, d'après nous, que cette consommation annuelle s'élève à 60 millions de francs au moins, à raison d'une dépense moyenne de 5 francs par an, et par chaque individu. Le chiffre probable de la consommation annuelle des coiffures de dames, (modes et parures), peut être évaluée approximativement à 120 millions de francs, en adoptant une dépense personnelle de 10 francs par année et par une population bourgeoise de 12 millions (femmes et petites filles), portant chapeaux ou des bonnets de luxe.

Distribution des récompenses.

Par une singularité vraiment étrange, le jury international, qui a décerné 12 grands prix, 24 mentions et 5 citations favorables à des établissements divers « où règnent l'harmonie sociale et le bien-être des ouvriers » (ce sont les termes du programme du concours), le jury, dans sa loyale équité, n'a rien accordé, pas même une médaille d'or à un représentant quelconque de la chapellerie et des coiffures de dames, dont les ouvriers et ouvrières remplissaient toutes les conditions du programme social et officiel.

Une médaille d'or collective a été décernée par le jury de la classe 35 à l'industrie française de la chapellerie, représentée par la chambre de commerce de Paris, qui ne compte pas un seul fabricant de chapeaux parmi ses membres.

Confondant dans un même jugement les grands et les plus petits fabricants, les plus intelligents et les plus routiniers, les véritables inventeurs et les exploitateurs des idées d'autrui, le jury a accordé :

14 médailles d'argent aux fabricants français,
24 médailles de bronze —
10 mentions honorables —
12 médailles d'argent aux fabricants étrangers,
33 médailles de bronze —
53 mentions honorables —

pour toutes les sortes de chapeaux, modes, plumes de parure, sparteries et panamas; mais, très-certainement, cette confusion regrettable a dû causer des mécontentements graves et fondés, surtout de la part des étrangers, sacrifiés à l'amour-propre outré et injuste de quelques fabricants parisiens, qui ont défendu très-chaleureusement leurs intérêts compromis par la concurrence étrangère.

A. Rouget de Lisle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LVII

APPAREILS DE DISTILLATION

Par M. **J. GRANDVOINNET.**

(Pl. 197, 198.)

Le nouvel appareil à distillation continue, de la maison Egrot (fig. 1, pl. 197), est basé sur le principe reconnu vrai, que la distillation en surface et sans pression est celle qui donne le moins de goût empyreumatique et conserve le mieux le bouquet propre des matières en distillation. Bien que l'application de ce système ne date que de quelques années, il est fort répandu. Voici en quelques mots l'indication de la marche des opérations dans cet appareil :

On remplit le bac Z, avec le vin ou le jus à distiller, en se servant d'une pompe foulante ordinaire Y; cela fait, on ouvre le robinet T qui laisse couler le vin dans le réfrigérant G, d'où il passe, après avoir enlevé de la chaleur à la vapeur alcoolique qu'il condense, dans le chauffe-vin F, puis dans les plateaux de distillation A A A.

Si l'appareil doit marcher à feu nu, on remplit d'abord d'eau la chaudière *a*, à l'aide du tampon *d*; on allume et entretient le feu : l'eau de la chaudière entre bientôt en ébullition, et la vapeur qu'elle fournit passe au travers de chacun des plateaux de distillation A A A, en dépouillant le vin de l'alcool qu'il contient : de là, la vapeur alcoolique s'élève dans la colonne à rectifier D, où elle se dépouille de son âcreté, puis arrive par le tuyau E dans le serpentin rectificateur contenu dans l'enveloppe F ou chauffe-vin; de là les, vapeurs, plus ou moins complétement rectifiées, suivant le règlement de l'appareil par l'homme qui le dirige, passent dans le serpentin du réfrigérant G, où elles se condensent, et sortent à l'état liquide par le tuyau I. Ce liquide passe par l'éprouvette V, dans laquelle se trouve un pèse-alcool marquant le degré alcoolique du liquide reçu.

Le vin ou le jus à distiller suit exactement un chemin de sens opposé; placé dans le bac Z, il arrive dans l'appareil en passant par le robinet à cadran T plus ou moins ouvert : l'entonnoir J, qui reçoit le vin, le conduit par un tuyau jusqu'au fond de l'enveloppe G; de là, et en soulevant successivement toutes les couches liquides qui se trouvent dans l'enveloppe G, puis dans l'enveloppe F où il s'échauffe de plus en plus, il arrive à déverser chaud par le tuyau K (formant trop-plein) dans le premier plateau de distillation A, où, après avoir parcouru toutes les galeries, il déverse sur celui qui se trouve en dessous, et successivement sur tous les autres plateaux jusque dans la chaudière *a* d'où il s'échappe à l'état de *vinasse*, c'est-à-dire de *vin épuisé* par le tuyau-siphon de vidange *b*.

En parcourant les galeries intérieures dont sont formés les plateaux A A A, le vin rencontre nombre de petits bouilleurs qui l'agitent et divisent la vapeur, d'où résulte une facile séparation de l'alcool du vin, et par suite, vu le peu de temps du séjour du vin, une grande finesse des produits : les huiles empyreumatiques, causes du mauvais goût, n'ont pu se dégager. On peut, parmi les avantages propres à ce système, citer sa facilité de montage et son petit volume.

Le vin en circulation étant fortement agité, son ébullition est facile; la distillation s'opère sans pression, car il n'y a que 3 à 5 plateaux suivant le plus ou moins de richesse des vins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil portatif du même constructeur (fig. 2) est un des plus simples alambics qu'on puisse employer pour distiller les vins : la distillation y est rapide et elle donne de bons produits. Voici la marche de l'opération :

On emplit d'abord la chaudière F et le chauffe-vin H avec le vin ou le jus à distiller : on allume le feu. Bientôt les vapeurs s'élèvent dans le chapiteau G et de là par le tuyau cintré dans le serpentin que renferme le chauffe-vin H; elles rencontrent ensuite le rectificateur et y laissent leurs eaux blanches, petites eaux; puis s'écoulent par le tuyau P dans le serpentin réfrigérant K : elles s'y condensent et l'eau-de-vie sort par le tuyau M : on la reçoit dans l'éprouvette N, où plonge un alcoomètre et elle déborde en N pour tomber dans le broc O ou dans un tonneau.

Lorsque l'eau-de-vie reçue dans l'éprouvette ne marque plus qu'un degré trop faible, on vide la chaudière F de la vinasse qu'elle contient et on ouvre la soupape I par laquelle arrive le vin chauffé dans l'opération précédente : on referme ce robinet et l'on remplit de nouveau le chauffe-vin H.

On agit ainsi sur du vin chauffé gratuitement, dans l'opération précédente, et comme on a les autres cas de l'opération précédente, grâce à la rectification, on peut obtenir de bonnes eaux-de-vie sans les faire repasser dans l'appareil; ainsi rapidité dans le travail, grâce à la cuve de vitesse, chauffant le vin H. L'économie de temps peut être estimée au tiers : il y a aussi économie de combustible et une bonne qualité de produits; puis, outre la distillation dans la chaudière, on a une rectification au fond du chauffe-vin.

On obtiendrait des trois-six en repassant les eaux-de-vie dans l'appareil.

On peut distiller dans cet alambic les liquides demi-fluides, tels que les jus provenant de la fermentation des grains, des betteraves, les lies de vin et les marcs de raisin.

Pour le marc, on remplit d'eau le chauffe-vin qui ne sert alors que de rectificateur : la chaudière se remplit après l'enlèvement du chapiteau : on voit que l'appareil convient spécialement aux vins.

Alambic à bascule de M. Chretiennot, à Essoyes (Aube). — Cet alambic à feu nu se distingue surtout par un mode tout particulier de renversement de la chaudière, permettant de sortir le marc épuisé, sans être gêné par la vapeur ni par les mauvaises exhalaisons qui s'en dégagent, et en évitant beaucoup de travail.

La figure 3 montre l'alambic B, placé sur un fourneau fixe en briques; il est suspendu, libre de tourner, sur les tourillons de deux fortes roues en fonte, armées de dents qui engrènent dans une crémaillère fixe C : de sorte que si l'on fait avancer les roues D dans le sens de la flèche, on enlève aussi l'alambic de dessus le foyer : on peut alors le renverser pour faire sortir le marc : on commence, bien entendu, par enlever le chapiteau et le tube qui le fait communiquer avec le serpentin.

La figure 4 représente un appareil locomobile : le foyer est ici en fonte avec grille et cendrier. Pour concentrer le feu sur le fond de la chaudière, il y a, à partir des grilles, une culasse en fonte et en terre réfractaire, qui monte jusqu'au fond de la chaudière. Ce foyer repose sur un essieu en fer, et le tout est fixé solidement par des rivets et des boulons.

La tôle qui forme le fourneau a de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, et elle est cerclée dans toutes les parties qui pourraient être tourmentées par le feu.

Le levier M permet de faire tourner la roue D, soit dans un sens, soit dans l'autre, pour sortir la chaudière ou la remettre sur le feu : un demi-tour de la roue D suffit.

La figure représente la chaudière renversée et le dessus du foyer (avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petite cheminée) renversé en arrière, ce que permet la charnière E; lorsqu'on rabaisse ce dessus de foyer, un crochet suffit pour le retenir.

Le serpentin fait 7 ou 8 tours dans un réfrigérant en tôle galvanisée : il est monté sur un fond en fonte, qui sert d'avant-train et qui est relié au fourneau par des tirants en fer I. En outre, la liaison se fait par une rotule sous le fond du serpentin, ce qui permet à l'avant-train de suivre toutes les inflexions du terrain et de tourner sans qu'il y ait aucune torsion.

Pour rafraîchir, le constructeur a établi un tuyau plongeur qui envoie l'eau froide au fond du réfrigérant et qui oblige l'eau chaude à sortir par un tuyau qui communique à un robinet placé dans le bas du réfrigérant.

Cette eau est reçue par un tuyau qui passe sous le fourneau et conduit l'eau au point où le marc se renverse.

Le robinet sert non-seulement à régler l'écoulement de l'eau chaude pendant la marche, mais encore à vider complétement de cette eau le réfrigérant.

Alambic perfectionné de Fuynel. — C'est un alambic à feu nu, mais dans lequel on augmente la surface de chauffe par l'adjonction de six tubes à fumée (pour une chaudière de 0.^{m}70 de diamètre et de 0^{m}.40 de hauteur jusqu'au col).

Les figures 5 et 6 (pl. 197) représentent la plus simple forme de l'alambic, mais, tout en conservant l'invention des tubes chauffeurs et le mode d'extraction du marc, on pourrait ajouter un alcoogène, un rectificateur, un chauffe-vin, etc.

La chaudière est montée dans une muraille en briques, avec une distance d'environ dix centimètres entre cette chaudière et la muraille même : le fond de la chaudière est plus près des parois de la maçonnerie, car il n'est distant que de 45 millimètres.

A une hauteur de 16 à 17 centimètres à partir du fond de la chaudière, on ferme tout le pourtour au moyen d'un briquetage dans lequel on laisse de petites ouvertures de 45 millimètres de diamètre, placées au milieu même de l'espace existant entre deux tubes : il y aura donc six ouvertures dans la cloison en briques puisqu'il y a six tubes chauffeurs. On ferme ensuite hermétiquement au-dessus des tubes et dans tout le pourtour, sauf en un point ou où laisse un passage à la cheminée.

Dans la muraille du fourneau, il faut laisser des bouches en face de chaque tube, ce qui permet de visiter l'intérieur et surtout de nettoyer les tubes au besoin. Grâce à cette disposition, la flamme traverse les tubes et réchauffe le marc à l'intérieur et vient se concentrer dans la chambre formée par les deux briquetages.

La flamme qui lèche le fond de la chaudière *e* est appelée par les six embouchures des tuyaux et en même temps elle entoure les parois latérales de la chaudière et vient ensuite se concentrer dans la même chambre comme celle qui a passé par les tubes, et le tout se rend à la cheminée en entourant la chaudière de feux croisés à égale distance et agissant en même temps si le tirage est bien réglé. La vidange se fait par un appareil spécial.

Les résultats obtenus par cette invention sont : 1° l'augmentation de près de moitié de la surface de chauffe, ce qui entraîne une économie notable de combustible, et par suite de temps et de main-d'œuvre, puisque la distillation dure un peu moins.

Le chauffage étant mieux réparti, plus divisé, le produit doit être meilleur, car il n'est pas nécessaire de chauffer trop à l'extérieur pour que l'intérieur le soit assez. Il convient, du reste, comme dans tous les alambics à feu nu, de ne pas chauffer le marc à sec, car il donnerait mauvais goût.

Dans les grands alambics à feu nu, les matières du pourtour étaient distillées avant que celles du milieu fussent chauffées; ce qui avait pour effet que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits étaient en raison inverse de la capacité de la chaudière. Ici le feu est réparti uniformément à l'intérieur par les tubes.

Cet appareil exige moins d'habileté pour la conduite que ceux à vapeur.

On peut faire avec les dimensions de la figure près de 20 hectolitres par jour. Un seul homme peut conduire deux appareils. En ayant deux chaudières communiquant entre elles, on peut avoir de l'eau-de-vie à jet continu et sans repassage.

Surface de chauffe. — Le rayon de fond étant de 0m.36 réduit, sa surface est de 40 décimètres carrés. Le pourtour, cylindre de 0m.36 de rayon et de 0m.40 de hauteur, donne 90 décimètres carrés, chaque tube de 27 millimètres de diamètre et de 60 de hauteur donne 10 décimètres carrés, soit une surface de chauffe totale de 190 décimètres carrés.

Érorateurs Kessler. — Cet appareil a pour point de départ l'observation qu'une bassine, placée sur le feu et recouverte d'un grand couvercle débordant, donne de la vapeur d'eau qui dégoutte des bords du couvercle.

La condensation est plus sensible si le couvercle est conique, c'est-à-dire présente une plus grande surface que celle de vaporisation de la bassine.

Enfin, si l'on fait passer un courant d'eau froide sur ce couvercle, la condensation est naturellement plus rapide. Ainsi distillation permanente sous le couvercle et concentration continue dans la bassine.

L'appareil le plus simple est celui qu'exposait, à Billancourt, M. A. Pontier sous le nom d'érorateur-alambic des ménages : la figure 8 (pl. 198) le fait suffisamment comprendre.

A. Fourneau chauffé à l'aide de charbon de bois ou mieux d'un mélange de ce charbon avec celui connu sous le nom de charbon de Paris.
B. Chaudière aux deux tiers pleine d'eau.
C. Couvercle condenseur des vapeurs.
D. Panier percé de trous et destiné à recevoir les matières aromatiques dont on veut obtenir le parfum par la distillation. Ce panier est suspendu par son rebord au milieu de l'eau, de sorte que les matières en distillation ne peuvent jamais brûler en s'attachant au fond de la chaudière.
E. Seau représenté à une échelle deux fois plus petite et destiné à recevoir les infusions alcooliques aromatiques qu'on veut distiller au *bain-marie*.
1. Tube servant à remplir d'eau la chaudière.
2. Tube surmonté d'un entonnoir (5) par lequel on charge d'eau froide le couvercle condenseur.
3. Tube de trop-plein par lequel déverse l'eau qui s'est échauffée sur le couvercle et qui tend toujours à venir à la surface tandis que la froide descend.
4. Tube par où s'écoulent les produits distillés après s'être réunis dans la gouttière au rebord intérieur qui règne tout autour du bas du couvercle.
6. Robinet par lequel on vide l'eau du couvercle.

On peut faire avec cet appareil de l'eau distillée, pour les opérations chimiques ou photographiques. Pour cela il suffit de mettre de l'eau dans la chaudière B, de la recouvrir de son couvercle et de chauffer. Dès que l'eau est seulement *chaude*, elle émet des vapeurs qui forment des gouttelettes d'eau distillées en dessous du couvercle : elles se réunissent bientôt dans la rigole intérieure et sortent par le tube 4. Les tubes 1 restent fermés par des bouchons.

Pour faire de l'eau distillée aromatique, de l'eau de fleurs d'oranger par exemple, il faut, outre de l'eau dans la chaudière, mettre les fleurs d'orangers dans le panier : le reste comme précédemment.

Enfin pour former un esprit aromatique, de l'eau-de-vie de gentiane, de lavande, etc., il faut mettre peu d'eau dans la chaudière puis y placer le seau E contenant l'infusion alcoolique de gentiane ou de lavande : on recouvre avec le couvercle et tout se fait comme cela a été dit; sauf qu'on laisse un des tubes 1 ouvert et qu'au commencement de l'opération on verse un peu d'eau dans la rigole de la chaudière pour avoir une fermeture hydraulique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil, utile à un ménage de riche cultivateur, coûte 70 francs sans fourneau, et 78 francs avec un fourneau ordinaire.

L'érorateur peut être multiple : c'est-à-dire qu'il y aura, pour une seule bassine, plusieurs couvercles superposés, ayant chacun, le dernier excepté, un trou à son centre pour laisser passer la vapeur de la bassine. Chacun d'eux porte une rigole dans laquelle le couvercle supérieur vient s'emboîter.

Il y a un modèle encore plus simple en cuivre, avec un réfrigérant; un érorateur à double effet en porcelaine; enfin, et, en outre, un petit érorateur destiné à l'essai des vins.

L'inventeur attribue à l'érorateur trois avantages sur les alambics; il serait moins coûteux à égalité de services, et exigerait moins de combustible, et enfin, il permet de distiller un liquide sans le faire bouillir; résultat impossible avec l'alambic et qui a une grande valeur, car on peut ainsi obtenir la meilleure qualité du produit.

Cuisine distillatoire de ferme. — La petite culture ne peut guère employer les colonnes à distiller, et par conséquent ne peut entretenir aussi bien ses animaux que le fait la grande culture. L'alambic représenté dans la figure 7 est fait sur le principe des érorateurs Kessler : il est d'une manœuvre très-facile, et permet de distiller des marcs de raisin ou de pommes fermentées, de produire des *flegmes* qui sont rectifiées par des opérations suivantes, à feu nu ou au bain-marie.

On peut aussi y distiller le vin, la lie de vin, les jus fermentés, etc. Dans ce cas, le liquide distille en s'échauffant avant même de descendre à la chaudière, et l'alcool, produit dans les deux phases de l'opération, est recueilli séparément.

Cet érorateur est établi sur un fourneau disposé pour la cuisson des aliments de l'homme, de sorte que la préparation de la nourriture des animaux n'exige pas de travail spécial.

A, foyer à charbon ou à bois, B, chaudière, C, chauffe-vin ou rectificateur, D, condenseur, E, réfrigérant des liquides condensés dans l'intérieur de l'appareil, dessous les plateaux coniques C et D : *e*, éprouvette des flegmes, *é*, éprouvette des eaux-de-vie.

1. Robinet pour vider la chaudière; 2, trop-plein de la chaudière; 3, alimentation de la chaudière par le chauffe-vin; 4, alimentation des chauffe-vins; 5, tuyau pour l'écoulement de l'eau de condensation qui s'est échauffée; 6, tuyau de trop-plein du réfrigérant, alimentant le condenseur; 7, tuyau par où s'écoule l'eau-de-vie rectifiée; 8, tuyau par où coulent les flegmes; 9, robinet pour vider le réfrigérant : P, panier métallique perforé dans lequel on place les pulpes fermentées; on le plonge dans l'eau de la chaudière pour en enlever l'alcool.

Les appareils à distiller les vins, représentés par les figures 9 et 10, étaient exposés par M. Veillon qui en a placé près d'un millier dans les *Charentes*.

La disposition générale diffère peu des appareils ordinaires à distiller les vins; toutefois, une disposition spéciale permet d'obtenir à volonté, soit des eaux-de-vie de 60 à 70 degrés, soit des *flegmes*, comme par l'ancien système. On a ainsi l'avantage de pouvoir rectifier des eaux-de-vie inférieures. La marche des deux appareils, fixe et locomobile, est absolument la même. Une pompe L permet de remplir l'appareil sphérique D. M. Veillon fait des appareils distillatoires fixes, depuis 200 jusqu'à 1500 litres de contenance, et coûtant de 1000 à 5000 francs. Les appareils locomobiles ont au plus une contenance de 700 litres et coûtent de 1400 à 4200 francs.

J.-A. GRANDVOINNET,
Ingénieur, Professeur de Génie rural.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XLII

L'ORIENT

LES MAISONS FLOTTANTES ET LES MAISONS SUR PILOTIS

DU ROYAUME DE SIAM

(Planche 164.)

Le royaume de Siam, a écrit le missionnaire Gützlaff, n'a jamais attiré, comme il le mérite, l'attention des Européens, ni du philanthrope, ni du commerçant : c'est une des plus fertiles régions de l'Asie. Sous un bon gouvernement, le Siam serait supérieur au Bengale et *Bangkok* à Calcutta. L'Exposition universelle a pu donner plus ou moins raison à cette opinion formulée comme un reproche bien mieux que comme un regret, et laissant le côté philanthropique, dont on peut à la rigueur contester l'attrait et l'opportunité, les commerçants et les industriels des régions européennes ont pu prendre une idée assez exacte de ce que peut être le commerce et l'industrie de ce royaume limitrophe de l'Inde et de la Chine. L'ancien proverbe, *A beau mentir qui vient de loin*, n'a plus beaucoup l'occasion d'être cité. L'exagération des récits faits par les voyageurs, dont l'imagination supplée à la mémoire ou à l'esprit d'observation et d'analyse, est bien vite ramenée à la vérité : le paquebot arrivé aujourd'hui, apporte un correctif ou un démenti à l'erreur accréditée la veille, et partout où la civilisation s'est manifestée par un fait de quelque importance, la curiosité scientifique en compagnie de l'exploitation commerciale est venue la vérifier.

Le royaume de Siam est aujourd'hui en pleines relations diplomatiques et industrielles avec la France et l'Angleterre. Ces relations commencèrent vers l'année 1665, époque où l'aventurier Constantin Falcon, naufragé sur les côtes de Perse et amené à Siam par un ambassadeur siamois, étant devenu le premier ministre du roi P'ra-Naraï, obtint de ce prince qu'il enverrait des ambassadeurs à Louis XIV. L'histoire et les chroniques de cette époque rapportent comme un événement merveilleux la visite des ambassadeurs siamois à la cour du roi-soleil et celle des ambassadeurs français au Siam. Aujourd'hui, disons-nous, les relations entre les deux pays sont établies au même titre qu'avec les puissances de notre hémisphère, et le pavillon siamois indique, dans la rue d'Amsterdam, à Paris, la demeure du consul de ce pays qui conserve encore pour les Européens un certain prestige de merveilleux.

A l'Exposition, les produits de l'industrie de cette contrée lointaine sont venus demander le jugement par comparaison avec les produits similaires des autres pays. Tout en reconnaissant l'originalité et le luxe de l'exposition siamoise, il n'est pas possible de lui faire une place, dans la catégorie du progrès, assez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importante pour faire exemple; cependant, une exception bien motivée doit être faite pour les maisons flottantes et les habitations lacustres dont la planche 164 représente les formes générales et le système d'assises. Il est incontestable que le besoin impérieux stimule l'esprit d'invention et suggère les moyens les plus économiques et les plus efficaces pour trouver la solution à la difficulté.

En examinant avec attention les constructions siamoises dont il est question, on trouve que cette vérité s'est justifiée une fois de plus. Bangkok, la nouvelle capitale du royaume, s'élève sur les deux bords du Mè-nam, grand fleuve fécondant, dont les crues sont périodiques, et les rives basses et marécageuses. Les deux rives sont très-peuplées, depuis Siam l'ancienne capitale, jusqu'à Bangkok, et les habitations qui les garnissent sont forcément, ou fixées au sol par des pilotis formés de pieux profondément enfoncés dans un terrain vaseux et peu consistant, ou flottantes sur des radeaux obéissant aux mouvements périodiques de l'élévation et de l'abaissement des eaux. Bangkok, dont l'origine remonte à peine à cent années et qui compte déjà 500,000 habitants, se divise en deux cités distinctes, la ville terrestre et la ville flottante; les nombreux canaux qui la traversent lui donnent un peu l'aspect de Venise. C'est dans ces conditions de localité qu'il fallait établir des habitations suffisamment solides, isolées le plus possible de l'humidité et répondant aux besoins des populations commerçantes et industrielles dont elles forment de nombreux quartiers improvisés.

La maison flottante (fig. 1, Pl. 164) est établie sur un radeau formé de trois faisceaux de bois; chacun d'eux a la même largeur que la maison dans le sens de la façade; ils sont distants l'un de l'autre de la moitié de leur dimension mesurée dans le sens horizontal, ils forment ainsi un plan sensiblement incliné vers la partie arrière de la maison. Celle-ci y est fixée par des chevrons verticaux dont la partie inférieure, plongeant jusqu'au dessous des faisceaux flottants, se relie aux lattes qui passent sous les trois faisceaux, et dont la partie supérieure, prolongée jusqu'à la naissance de la toiture, forme la carcasse de la charpente sur laquelle sont clouées les planches de l'extérieur et celles des cloisons internes.

Les faisceaux flottants sont formés de plusieurs troncs de bois léger, fortement liés les uns aux autres, avec des liens solides en écorce d'arbrisseaux.

A cause des pluies abondantes et souvent torrentielles qui arrivent à l'époque de l'année que les Siamois appellent le *petit été*, la toiture des habitations flottantes et celle également des maisons fixes est fortement inclinée. En plus de la couverture en planches légères fixées sur les chevrons et consolidées par des bandes d'écorce d'arbre, disposées en quadrillage, des feuilles de palmier forment une épaisseur comme le toit de chaume des maisons rustiques de nos contrées.

La saison d'hiver à Bangkok, malgré le vent du nord qui règne alors, est presque aussi chaude que l'été l'est en France; c'est afin de rendre l'existence supportable dans de pareilles conditions climatériques, que les maisons habitées par les personnes qui travaillent à des métiers mécaniques ou à toute autre besogne fatigante, sont largement ouvertes sur les côtés, à la partie supérieure de la toiture comme l'indique la figure 1.

Les maisons flottantes ne sont jamais à étages; la longueur de la façade est un peu plus grande que celle des côtés, et la hauteur verticale du toit est sensiblement la même que celle des murailles droites à partir du plancher appuyé sur le radeau.

Le dessin d'ensemble de la figure 1 fait ressortir la forme légère, élégante et l'harmonie parfaite des proportions dans ces constructions d'une originalité si marquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les maisons fixes, sur pilotis écartés, sont entièrement en bois comme les maisons flottantes (fig. 2). Elles se rapprochent davantage que ces dernières de la forme des chalets suisses ; elles sont construites d'après les mêmes exigences hygiéniques que les premières : grandes ouvertures à la partie supérieure, circulation libre de l'air dans le sens de bas en haut, forte inclinaison de la toiture.

Le peu de consistance du sol où elles sont établies oblige à enfoncer les pilotis à une profondeur qui n'est pas moindre de 6 mètres et à les placer très-près les uns des autres. C'est par la carbonisation à la surface qu'on les préserve pendant un temps assez long de la décomposition et de l'attaque d'une espèce de taret qui vit dans les eaux du fleuve.

Les deux spécimens que nous donnons ici de l'intelligence et du goût des Siamois dans la construction de leurs habitations, prouvent tout au moins que la civilisation est avancée dans ce pays lointain, et qu'indépendamment de la curiosité, l'intérêt commercial doit y trouver des éléments.

Les relations commerciales sont établies entre la France et le Siam par le traité du 15 août 1856, qui contient les dispositions principales suivantes : Les navires français sont affranchis du droit de tonnage. — Un droit de 3 pour 100 est prélevé sur les marchandises importées dans les ports du royaume par les navires français, il est acquitté en argent ou en nature. — Tout sujet français peut s'établir et circuler librement dans le royaume. — Un consul français est admis à Bangkok avec le droit de juger, conjointement avec les autorités du pays, tous les différends qui pourraient s'élever entre les nationaux et les indigènes. — Un consul siamois est admis à Paris.

C'est par l'intermédiaire des maisons de commerce de Singapore que se font les principales affaires entre l'Europe et le Siam.

Paris. — Typ. de P.-A. Bourdier, Carlomont fils et Cie, rue des Poitevins, 6.
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires